

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela Ingeniería Electromecánica



Frutilight S.A

**“Implementación de un plan piloto de TPM en la
llenadora de puré de banano”**

**Informe de Práctica de Especialidad para optar por el título Ingeniera
en Mantenimiento Industrial, grado Licenciatura**

Marcia Melina Solís Blandón

Cartago, Junio, 2015

Información del estudiante y de la empresa

Nombre: Marcia Melina Solís Blandón.

Cédula o No. Pasaporte: 7-0214-0610

Carné ITCR: 201031421

Dirección de su residencia en época lectiva: Cartago, Cartago, Costa Rica.

Dirección de su residencia en época no lectiva: Guápiles, Limón, Costa Rica.

Teléfono en época lectiva: (506) 88-18-93-19.

Teléfono época no lectiva: (506) 27-10-62-89.

Email: marciasb18@gmail.com

Fax:

Información del Proyecto:

Nombre del Proyecto: Implementación de un Plan Piloto de TPM en la llenadora de puré de banano.

Profesor Asesor: Ing. Carlos Pidera Santamaría.

Horario de trabajo del estudiante: Lunes a viernes, de 7: am a 5 pm.

Información de la Empresa:

Nombre: Frutilight.

Zona: Siquirresm Limón, Costa Rica.

Dirección: 2 km Norte de la entrada de Codela, camino a Milano.

Teléfono: 2768-04-00

Fax:

Apartado: 70304

Actividad Principal: Frutilight S.A, es una compañía dedicada a la producción y exportación de purés y jugos tropicales.

Nombre y apellido del profesor guía

Ing. Carlos Piedra Santamaría.

Nombre y apellido del asesor industrial

Ing. Hugo Adrián Leiva Araya.

Nombre y apellido del tribunal examinador

Ing. Erick Solórzano.

Ing. Manuel Badilla.

Dedico primeramente este logro a Dios, porque me dio la salud y la energía para culminar esta meta, porque sin Él no habría podido superar los obstáculos a veces presentados.

Asimismo, dedico este proyecto a todas las personas por su colaboración invaluable, que de una u otra manera contribuyeron a mi crecimiento profesional y personal: a mi mamá Laura, mi consejera en todo momento, en momentos de alegría, frustración y estrés. A mi papá por sus consejos tan sabios en todos los ámbitos y pro su apoyo incondicional.

Agradecimientos

Agradezco a toda mi familia, mi hermano Esteban Solís que fue un apoyo importantísimo en muchas áreas, nunca dejó de apoyarme y aconsejarme; a mi profesor guía Ing. Carlos Piedra Santamaría que colaboró en las correcciones, consejos y asesoramientos en todo este proyecto, porque me guió de una forma espectacular y siempre supo que yo podía dar más.

A todo el equipo de mantenimiento de Frutilight especialmente al gerente de producción Hugo Leiva quien fue mi asesor industrial y sin duda me guió extraordinariamente en el proyecto. A Iván Quesada, el jefe del departamento de mantenimiento que siempre me dio críticas constructivas y me instruyó en el proceso. A los supervisores de mantenimiento Jonathan Guerrero, Danny Ponguillo y Carlos Valencia quienes en cada una de sus áreas me han y me están enseñando.

En fin, a todo Frutilight, a los dueños Álvaro Guerrero por la oportunidad no sólo de desarrollar este proyecto sino por contratarme y creer en mi potencial.

Al Instituto Tecnológico de Costa Rica, a los profesores de la escuela de Ingeniería Electromecánica por cada enseñanza no sólo en las aulas formándome como Ingeniera sino por su guía en el crecimiento personal. Al profesor Ing. Lisandro Araya hoy día director de la escuela de la carrera, porque no sólo fue profesor sino fue y es un gran amigo.

Contenido

Índice de figuras.....	13
Índice de tablas	18
Resumen	22
Abstract.....	24
Capítulo 1	26
Introducción.....	26
1.1 Reseña de la empresa.....	26
Visión.....	26
Misión	26
Valores	26
Política de Calidad e Inocuidad Alimentaria.....	26
Descripción general de la empresa	27
Capítulo 2	29
Descripción del proyecto	29
2.1 Descripción del proyecto	29
2.2 Situación actual.....	29
2.3 Situación deseada.....	34
Capítulo 3	35
Justificación del problema.....	35
3.1 Objetivos	36
3.2 Objetivo general.....	36
3.3 Objetivos específicos	36
Capítulo 4	37
Metodología.....	37
4.1 Inicio del proyecto.....	37
4.2 Delimitación del problema.....	37
4.3 Diseñar sistema de 5 S	37

4.4	Crear un sistema de control visual	38
4.5	Diseñar el manual de mantenimiento autónomo	38
4.6	Diseñar el manual de mantenimiento preventivo	39
4.7	Medición de la efectividad del TPM.....	39
Capítulo 5	.....	40
Alcance	.....	40
Capítulo 6	.....	41
Limitaciones	.....	41
Capítulo 7	.....	42
Marco Teórico Aplicable.....		42
7.1	Historia del TPM	42
7.2	Fases de implementación del TPM	44
7.2.1	Preparación	44
7.2.2	Fase de introducción.....	46
7.2.3	Fase de implantación.....	46
7.2.4	Fase de consolidación	47
7.3	Las dieciséis grandes pérdidas de los equipos	47
7.4	Mantenimiento autónomo.....	49
7.4.1	Limpieza y pulcritud	50
7.4.2	Inspección general	50
7.4.3	Adiestramiento y formación para inspección autónoma.....	51
7.4.4	Pasos del Mantenimiento Autónomo.....	51
7.5	Cinco eses.....	51
7.5.1	Organizar	52
7.5.2	Ordenar	52
7.5.3	Limpiar.....	52
7.5.4	Estandarizar	52
7.5.5	Disciplinar	52
7.6	Auditorías de 5 S	52
7.7	Mantenimiento preventivo	54
7.8	Eficiencia de los equipos.....	54
Capítulo 8	.....	56

Desarrollo de la Metodología	56
8.1 Filosofía Kaizen	56
8.2 Preparación	59
8.2.1 Fase de implantación.....	63
8.2.1.1 Costos de producción por línea	64
8.2.1.2 Toneladas métricas producidas por semana.....	67
8.2.1.3 Tiempos perdidos.....	68
8.2.1.4 Determinación de criticidad de equipos.....	72
8.2.1.5 Matriz de las 16 grandes pérdidas	85
8.3 Eficiencia Global de los Equipos.....	93
8.3.1 Disponibilidad de la llenadora.....	93
8.3.2 Rendimiento	96
8.3.3 Calidad	98
8.3.3.1 Reclamos del mercado por productos defectuosos.....	99
ISO 22000:2005	100
ISO 22000-1	101
Programas pre-requisitos de seguridad alimentaria	101
35484-MINAET Resolución COMIECO N°243-2009 del RTCA 67.04.50:2008.	
Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos	102
Alimentos Procesados. Licencia Sanitaria. Otorgar Registro Sanitario y Inscripción Sanitaria. Importación Alimentos Procesados. Resolución 176-2006 (COMIECOXXXVIII)	103
5.6.1 Programa de limpieza y desinfección	103
8.3.4 Establecimiento de niveles del OEE (Eficiencia Global del Equipo)	104
8.3.4.1 ¿Importancia del TPM? Impacto del TPM.....	105
8.4 Blanced Scorecard	106
a) Liderazgo del equipo ejecutivo para movilizar el cambio estratégico	106
b) Traducir la estrategia en términos operacionales	106
c) Vincular y alinear la organización entorno a la estrategia	107
d) Lograr que todos en la Organización trabajen en la estrategia.	107
Charla informativa a los trabajadores de la planta.....	108
e) Hacer de la estrategia un proceso continuo.....	110
8.5 IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA DE 5 S.....	111

¿Por qué 5 S?	111
Cinco eses.....	111
8.5.1 Paso 1: Organizar materiales	111
8.5.2 Paso 2: Coordinar las actividades	112
8.5.3 Paso 4: Determinar los equipos de 5´S	115
8.5.4 Paso 5: Establecer una forma visible de comunicación	116
8.5.5 Paso 6: Presentar el plan a la gerencia	116
8.6 Gran día de la limpieza.....	118
8.6.1 Objetivo general.....	118
8.6.2 Objetivos específicos	118
8.6.3 Inicio de la implementación del gran día de la limpieza	119
8.6.4 Divulgación del día de la gran limpieza	119
Distribución de las áreas.....	120
8.6.5 Formación de equipos	122
8.6.6 Costos del gran día de la limpieza.....	123
8.6.7 Instrucciones de limpieza.....	127
8.6.8 Resultados.....	128
8.7 Objetivo General	132
8.7.1 Objetivos específicos.....	132
8.7.2 Alcance	132
8.7.3 Responsabilidades	132
8.7.4 Características de 5 S	133
Capítulo 9 Beneficios.....	133
8.7.5 Cronograma de Actividades	134
8.7.6 Comités de cinco eses.....	135
8.7.7 Consideraciones del programa	136
8.7.8 Evaluación del área de trabajo.....	137
8.7.8.1 Área de trabajo y sus vecinos	138
8.7.9 Seiri: Organizar	139
8.7.9.1 Criterio de selección de los objetos innecesarios	143
8.7.10 Seiton: Ordenar.....	148
8.7.11 Seiso: Limpieza.....	149

Situación actual	150
Situación deseada.....	150
8.7.12 Seiketsu: Estandarización.....	152
8.7.13 Shitsuke: Disciplina	154
8.7.14 Medición del impacto de las 5 S en la llenadora de puré	156
8.8 Auditorías.....	158
8.8.1 Objetivo General.....	158
8.8.2 Objetivos específicos	158
8.8.3 Alcance de las auditorías	158
8.8.4 Criterios de la auditoría y documentos de referencia	158
8.8.5 Instrucciones de auditoría de 5 S	160
8.9 Manual de Mantenimiento Autónomo.....	166
8.9.1 Eficiencia del Mantenimiento Autónomo.....	166
8.9.3 Impacto del mantenimiento autónomo en tiempos perdidos (COSTOS) .	167
8.9.4 Resultados del Mantenimiento Autónomo: Cronograma de Actividades .	169
¿Cómo se evidencia el avance del programa de Mantenimiento Autónomo?	170
8.10 Mantenimiento Preventivo.....	171
8.10.1 Manual de Mantenimiento Preventivo basado en RCM.....	171
8.10.2 Índices de eficiencia del mantenimiento preventivo	171
¿Por qué el mantenimiento preventivo en la llenadora?.....	174
Importancia de estandarizar las actividades de mantenimiento preventivo	174
8.10.3 Calcular la disponibilidad para mantenimiento preventivo (DMP).....	175
8.10.4 Organizar la ejecución de las inspecciones	176
8.10.5 Definir la estrategia de motivación	176
8.10.6 Calcular el costo total del PMP-RCM.....	177
8.10.7 Inicio del PMP-RCM.....	177
8.10.8 Hoja de inspecciones del RCM de la llenadora ASTEPO de puré de banano	178
8.11 Diseño de base de datos de mantenimiento.....	180
Capítulo 9	181
9.1 Resultados.....	181
9.1.1 Medición del impacto del TPM en la línea de puré de banano	181
9.1.2 Impacto del TPM en la eficiencia global del equipo y sus aportes	181

9.1.3	Resultados: Eficiencia del plan piloto de TPM	184
9.1.3.1	Minutos perdidos en la llenadora	185
9.1.3.2	Porcentaje de Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo y mejoras 186	
9.1.3.3	Indicador de TPM: cumplimiento de trabajos de fin de semana de mantenimiento 188	
9.1.4	Impacto energético del funcionamiento adecuado del equipo	190
9.1.5	Oportunidades de ahorro energético: Retorno de condensado	191
9.1.6	Diseño del sistema de condensado	192
9.1.6.1	Cálculo de retorno de condensado en las dos líneas con el retorno faltante de las llenadoras que no se está retornando actualmente	193
9.1.6.2	Análisis de ahorro de retornar el condensado de las dos llenadoras	193
	Análisis considerando el retorno de condensado de las dos llenadoras	195
9.1.6.5	Retorno de condensado en la línea de piña	196
9.1.7	Análisis de resultados	197
9.1.8	Materiales necesarios y presupuesto de sistema de retorno de condensado 198	
9.1.9	Análisis costo-beneficio de recuperación de condensado	200
9.1.10	Conclusiones	201
9.1.11	Recomendaciones	202
	Capítulo 10	203
	Bibliografía	203
	Capítulo 11 ANEXOS	205
	Anexo 11-1. Lista de asistencia a capacitación de TPM	205
	Anexo 11-2. Lista de asistencia 2 de capacitación de TPM	206
	Anexo 11-3. Lista de asistencia 3 de capacitación de TPM	207
	Anexo 11-4. Fotografías de la capacitación de TPM	208
	Anexo 11-5. Boletín informativo del Plan Piloto de Mantenimiento Productivo Total	211
	Anexo 11-6. Resultados del gran día de la limpieza en la línea de banano.	212
	Anexo 11-7. Boletín informativo del gran día de la limpieza	214
	Anexo 11-8. Registro de verificación de limpieza en la línea de banano de Frutilight	215
	Anexo 11-9. Tarjeta roja de organización.	216
	Anexo 11-10. Gantt del proyecto	217

Anexo 11-11. Brochure informativo del programa de 5'S.	219
Anexo 11-12. Muestra de documentación para auditoría interna de 5 S.	220
Anexo 11-13. Lista de verificación para elemento de norma a evaluar.	225
Anexo 11-14. Hoja de control de trabajos preventivos y correctivos de mantenimiento (área mecánica).....	227

Índice de figuras

Figura 1-1. Diagrama de flujo del proceso de puré de banano natural con o sin semillas. Fuente: Información de Tropilight Guatemala.	28
Figura 1-2. Características del proceso. Fuente: Manual de Proceso ALFA LAVAL.....	28
Figura 2.1-1. Diagrama de proceso de línea de banano. Fuente: Frulilight.....	30
Figura 2.1-3. Diagrama de proceso de jugo de piña. Fuente: Frutilight S .A. ...	31
Figura 7.8-1. Diagrama de flujo de OEE.....	55
Figura 8.1-1. Filosofía Kaizen para el desarrollo del plan piloto de TPM. Fuente: http://www.manufacturainteligente.com/	56
Figura 8.1-2. Etapas del ciclo de PDCA de la filosofía Kaizen. Fuente: http://www.pdcahome.com/	57
Figura 8.1-3 . Pilares del Mantenimiento Productivo Total aplicados en Frutilight.	58
Figura 8.2-1. Diagrama de Ishikawa del problema que se desea atacar en la planta. Fuente: Propia.....	59
Figura 8.2-2. Estructura organizacional del TPM. Fuente: Propia.	61
Figura 8.2-3. Cronograma Gantt de actividades del plan piloto de TPM. Fuente: Propia.....	62
Figura 8.2-4. Costos de producción por línea. Fuente: Tabla 3.....	65
Figura 8.2-5. Porcentajes de costos de producción por línea de banano y piña del total de costo de producción.....	66
Figura 8.2-6. Gráfico de toneladas de puré de banano y jugo de piña de semana 1 a semana 17 de 2015. Fuente: Frulilight.	68
Figura 8.2-7. Análisis de Pareto de equipos de la línea de banano. Fuente: Propia,.....	70
Figura 8.2-8. Diagrama de flujo del proceso de puré de banano. Fuente: Frutilight S. A. Diseño: propio.....	72

Figura 8.2-9. Ciclo de producción de la línea de producción de puré de banano. Fuente: Propia.....	73
Figura 8.2-10. Diagrama de flujo de los equipos que intervienen en el proceso de puré de banano. Fuente: Propia.....	74
Figura 8.2-11. Análisis de Pareto de equipos de la línea de banano. Fuente: Propia.....	79
Figura 8.2-12. Llenadora ASTEPO. Fuente: Manual de uso y Mantenimiento de Alfa Laval.	81
Figura 8.3-1. Disponibilidad de la llenadora durante las semanas 2015. Fuente: Datos calculados por la autora.....	94
Figura 8.3-2. Relación entre la eliminación de averías y la calidad y ciclo de vida del equipo. Fuente: Propia.....	97
Figura 8.3-3. Gráfico de efectividad presentada en la llenadora. Fuente: Propia.....	98
Figura 8.3-4. Certificaciones y membrecías de Frutilight. Fuente: Frutilight.	99
Figura 8.3-5. Criterios microbiológicos para registro. Fuente 19. (Ministros, 2009).....	103
Figura 8.3-6. Gráfico de calidad presentada en la llenadora. Fuente: Propia.	104
Figura 8.3.4.1-1. Importancia del monitoreo de la eficiencia global de la llenadora como parte inicial del TPM. Fuente: Propia.....	105
Figura 8.4-1. Estrategia del Balanced ScoreCard traducida en términos operacionales.....	106
Figura 8.4-2. Disposición de la estrategia de trabajo de TPM. Fuente: Propia.	109
Figura 8.4-3. Visión y estrategias del Balanced Scorecard. Fuente: Propia.	110
Figura 8.5-1. Situación de los químicos en bodega de insumos. Fuente: Bodega de insumos Frutilight.....	114
Figura 8.5-2. Consecuencia de la falta de espacio y ausencia de un programa de 5 S en la bodega de insumos. Fuente: Bodega de insumos Frutilight.	114

Figura 8.6.3-1. Distribución de áreas para el gran día de la limpieza. Fuente: Propia de la autora.....	120
Figura 8.6.3-2. Línea de producción de puré de banano. Fuente: Frutilight S.A.	121
Figura 8.6.3-3. Situación antes del gran día de la limpieza en la línea de banano, nave B. Fuente: Propia.....	129
Figura 8.6.3-4. Situación antes del gran día de la limpieza en la línea de banano, nave B. Fuente: Propia.....	130
Figura 8.7.5-1. Cronograma de actividades del programa de 5 S. Fuente: propia.....	134
Figura 8.7.6-1. Comités de 5 S. Fuente: (Brenes, 2014).....	135
Figura 8.7.6-2. Comité de 5 S. Fuente: Propia.....	135
Figura 8.7.8-1. División de áreas de trabajo para la evaluación de 5 S	138
Figura 8.7.8-2. Áreas de trabajo en la línea de banano.	139
Figura 8.7.9-1. Baldes en la línea de banano.....	140
Figura 8.7.9-2. Contenedores utilizados para drenado en la línea de banano, sección CIP.....	141
Figura 8.7.9-3. Línea de pelado: residuos de cáscaras.....	141
Figura 8.7.9-4. Contenedor para basura durante limpieza.	142
Figura 8.7.9-5. Diagrama de flujo de Seiri. Fuente: Propia.....	145
Figura 8.7.13-1. Clave del éxito del programa de 5´S.Fuente: Propia.....	155
Figura 8.7.14-1. Mejoramiento del programa de 5 S. Fuente: Propia.....	157
Figura 8.8.5-1. Hoja de Autoinspecciones para auditoría de 5 S. Fuente: Propia.....	162
Figura 8.8.5-2. . Calendario de auditorías mensuales de 5 S. Fuente: Propia.	163
Figura 8.10-1. Índices de Mantenimiento preventivo calculados en la llenadora de puré de banano.	172
Figura 8.10-2. Indicadores de Mantenimiento Preventivo. Fuente: Propia. ...	173
Figura 8.10-3. Indicadores de Mantenimiento Preventivo. Fuente: Propia. ...	174

Figura 8.10-4. Estándares de Mantenimiento en Mantenimiento Preventivo. Fuente: (Nakajima, 1991) y propia.	175
Figura 8.10-5. Disponibilidad de la llenadora durante el año 2015. Fuente: Gráfico realizado por la autora.	176
Figura 8.10-6. Hoja de inspección de mantenimiento preventivo de la llenadora de puré. Fuente: Propia de la autora.	179
Figura 9.1.1-1. Consecuencias de un mal funcionamiento de la llenadora de puré de banano. Fuente: Propia.	184
Figura 9.1.1-2. Tiempos perdidos por semana en la llenadora de puré de banano. Fuente: Datos del departamento de mantenimiento. Diseño: Propio.	185
Figura 9.1.1-3. Cantidad de equipos fallando por semana en la línea d puré de banano. Fuente: Datos del departamento de mantenimiento. Diseño: propio.	186
Figura 9.1.1-4. Porcentaje de MC, MP y Mejoras en línea de banano y piña en el área mecánica. Fuente: Propia.	187
Figura 9.1.1-5. Porcentaje de MC, MP y Mejoras en línea de banano y piña en el área eléctrica. Fuente: Propia.	188
Figura 9.1.1-6. Porcentaje de cumplimiento de los trabajos programados de fin de semana de mantenimiento. Fuente: Propia.	189
Figura 9.1.4-1. Datos de presiones y consumos de la llenadora. Fuente: Manual de uso y mantenimiento de Alfa Laval.	190
Figura 9.1.4-2. Tipología de producción. (Alfa Laval). Fuente: Manual de uso y mantenimiento de Alfa Laval.	190
Figura 9.1.5-1. Situación actual del retorno de condensado de la llenadora de puré de banano. Fuente: Fotografía tomada en Frutilight.	192
Figura 9.1.5-2. Dosificación de tratamiento de agua. Fuente: Alkemy, foto tomada en Frutilight.	194
Figura 9.1.5-3. Dosificación de tratamiento de agua. Fuente: Alkemy, foto tomada en Frutilight.	194
Figura 9.1.5-4. Accesorios para el retorno de condensado en la llenadora de banano. Opción 1: Bombeo mecánico. Fuente: Proveedor.	199

Figura 9.1.5-5. Accesorios para el retorno de condensado en la llenadora de
banano. Opción 2: Bombeo eléctrico. Fuente: Proveedor.....199

Índice de tablas

Tabla 7.3-1. Dieciséis grandes pérdidas de los equipos. Fuente: (Cuatrecasas, 2010).....	49
Tabla 8.2-1. Equipo promovedor del TPM. Fuente: 1. Propia	60
Tabla 8.2-2. Costos de producción por línea para el mes de enero 2015. Fuente 1. Datos suministrados por el Departamento de Contabilidad de Frutilight, enero 2015.....	64
Tabla 8.2-3. Lista de equipos más críticos en la línea.....	68
Tabla 8.2-4. Resultado de análisis de Pareto.....	69
Tabla 8.2-5. Criterios de evaluación de criticidad de equipos	75
Tabla 8.2-6. Estudio de criticidad de los equipos de la línea de puré de banano.....	76
Tabla 8.2-7. Lista de equipos más críticos en la línea.....	77
Tabla 8.2-8. Resultado de análisis de Pareto a los equipos con calificación igual o mayor de 12 en su criticidad.....	78
Tabla 8.2-9. Costo de venta unitario por tonelada métrica de puré de banano y de jugo de piña.....	80
Tabla 8.2-10. Toneladas métricas por hora despachadas a un flujo máximo de puré en la línea utilizando uno o los dos cabezales de la llenadora.....	80
Tabla 8.2-11. Costo total de que la llenadora de puré de banano se encuentre detenida una hora	81
Tabla 8.2-12. Tiempos perdidos, causas y consecuencias en la llenadora.....	83
Tabla 8.2.1.5-1. Matriz de las 16 grandes pérdidas en la llenadora de puré de banano.....	85

El análisis de la matriz anterior de las 16 grandes pérdidas de la tabla 8.2.1.5-2 en la línea de banano evidencia la necesidad de aplicar un programa de Mantenimiento Productivo Total, para eliminar esas dificultades. Para lograr lo anterior, se requiere la aplicación de técnicas y disciplinas organizacionales, que

deben ser fundamentadas en la conservación del equipo, su mantenibilidad y su diseño:	90
a) La tabla 8.2.1.5-3 de las 16 grandes pérdidas, demuestran la necesidad de implementar un Manual de Mantenimiento Preventivo mediante RCM, ya que las fallas principales son del equipo.	90
b) En la tabla 8.2-12 de tiempos perdidos, causas y consecuencias en la llenadora, se demuestra que la razón más recurrente de indisponibilidad de la llenadora en un 100% consiste en problemas en las cámaras de llenado o en las mordazas que retiran el tapón de las bolsas asépticas, debido a que el tornillo de las mordazas se ha quebrado. Esto se evidencia en la tabla 8.2.1.5-4, donde lo anterior corresponde a una pérdida de mediciones y ajustes en la llenadora.....	90
En la siguiente tabla se observan las pérdidas mencionadas en la tabla 8.2.1.5-5 y cómo afectan la efectividad de la llenadora en distintas categorías:.....	91
Tabla 8.2.1.5-6. Pérdidas por categoría.	92
Tabla 8.3-1. Disponibilidad deseada y aceptada en la llenadora para un turno de 8 horas. Fuente: 3. Establecimiento de límites deseados y aceptados.....	95
Tabla 8.3-2. Gastos de operación de la llenadora de banano por bajo flujo en una hora. Fuente: 4. Datos del departamento de contabilidad. Cálculos por la autora. Considerar costo de litro de GLP en ₡262.31. Vapor producido: 3660 kg/hr. Con un flujo de producto de 8000 kg/hr.....	96
Tabla 8.3-3. Gastos cuando se detiene por una hora la llenadora de banano. Fuente: 5. Datos del departamento de contabilidad. Cálculos por la autora. Considerar costo de litro de GLP en ₡262.31. Vapor producido: 3660 kg/hr. Con un flujo de producto de 8000 kg/hr.....	96
Tabla 8.3-4. Rendimientos aceptados de los tipos de banano que se procesan en Frutilight	96
Tabla 8.3-5. Efectividad de la llenadora procesando banano convencional.	97
Tabla 8.3-6. Certificaciones de Frutilight.	98
Tabla 8.3-7. Calidad Aceptada y Deseada en la llenadora de puré de banano.	102

Tabla 8.3-8. Niveles de Eficiencia Global del Equipo aceptados para Frutilight.	105
Tabla 8.5-1. Tabla de colores de los elementos innecesarios en la zona de trabajo.	112
Tabla 8.6.3-1. Personas involucradas en el gran día de la limpieza	122
Tabla 8.6.3-2. Equipo utilizado en el gran día de la limpieza en la línea de banano	123
Tabla 8.6.3-3. Costos totales del gran día de la Limpieza.....	124
Tabla 8.6.3-4. Costo de materiales utilizados en el gran día de la limpieza. .	125
Tabla 8.6.3-5. .Gastos de Mantenimiento Promedio, año 2014.	126
Tabla 8.6.3-6. Instrucciones para el gran día de la limpieza.	127
Tabla 8.7.9-1. Criterios de ubicación de los elementos en las zonas de trabajo.	143
Tabla 8.7.9-2. . Evaluación de la puesta en marcha de Organizar.....	146
Tabla 8.7.9-3. Guía de evaluación de Organización de áreas de trabajo en la línea de banano	146
Tabla 8.7.9-4. Evaluación de Organizar.	147
Tabla 8.7.10-1. . Guía de evaluación del orden en las áreas de trabajo.	148
Tabla 8.7.10-2. Evaluación del Orden. Fuente: Propia.....	149
Tabla 8.7.11-1. Guía de evaluación de la limpieza en las áreas de trabajo. .	151
Tabla 8.7.11-2. . Evaluación de la limpieza.	152
Tabla 8.7.12-1. Guía de evaluación de la estandarización en las áreas de trabajo.	153
Tabla 8.7.12-2. Evaluación de la estandarización.	154
Tabla 8.7.13-1. Guía de evaluación de la disciplina en las áreas de trabajo.	155
Tabla 8.8.5-1. Determinación del estado de la información entregada en los documentos en la auditoría.	165
Tabla 8.9-1. . Indicadores de eficiencia de mantenimiento autónomo en la llenadora de puré.	166

Tabla 8.9-2. Comparación entre un turno de producción sin tiempos perdidos en la llenadora de puré de banano versus un turno con tiempo perdidos.	167
Tabla 8.9-3. Análisis de costo de mantenimiento autónomo semanal en la llenadora. Fuente 25. Costos suministrados por el departamento de contabilidad. .	167
Tabla 8.9-4. Tiempos perdidos de la llenadora ocurridos durante el 2015. ...	168
Tabla 8.9-5. Actividades de mantenimiento autónomo en la llenadora de puré y en otras zonas críticas de la línea.	169
Tabla 8.10-1. Problemas de funcionamiento en la llenadora de puré de banano desde inicios de operación.	171
Tabla 9.1.5-1. Datos del condensado de la llenadora.	191
Tabla 9.1.5-2. Costos totales por tratamiento de agua de la caldera.	194
Tabla 9.1.5-3. Comparación de retorno de condensado actual, retorno de condensado considerando el de la llenadora de puré y el retorno teórico.	195
Tabla 9.1.5-4. Condensado no retornado en la línea de piña.	196
Tabla 9.1.5-5. Comparación de retorno de condensado actual, retorno de condensado considerando el de la llenadora de piña y el retorno teórico.	196
Tabla 9.1.5-6. Análisis de opción 1 elegida: bombeo mecánico, de costo de retorno de condensado en las llenadoras.	200

Resumen

Frutilight es una planta nueva cuya meta principal es producir y proveer siempre productos confiables de alta calidad e inocuidad beneficiando a las partes interesadas y logrando las mejores condiciones de trabajo y capacitación continua al recurso humano.

Lo anterior responde la necesidad de aplicar un plan piloto de TPM en la zona crítica del proceso productivo no solamente para mermar las pérdidas de calidad e inocuidad en el producto y con ello las quejas de los clientes, sino lograr un trabajo en equipo de todos los departamentos de la planta con el fin de que la empresa logre la mejora continua y el crecimiento en conjunto.

La metodología del plan piloto de TPM en la llenadora de puré de banano fue:

- Análisis de criticidad de la línea más importante para aplicar TPM (línea de jugo de piña y línea de puré de banano), en términos de producción, costos, y finalmente tiempos perdidos.
- Asimismo, para llegar al equipo crítico se realiza un análisis en cuanto a impacto ambiental, de producción, de tiempo de entrega etc para determinar el equipo.
- Un programa de 5´S mediante la norma ISO 19011:2002 con el fin de asegurar el cumplimiento de los lineamientos de un programa de calidad e inocuidad.
- Un análisis de costo-beneficio en cuanto a costo, tiempo y producción versus la viabilidad de iniciar la implementación del mantenimiento autónomo en el equipo crítico.
- La llenadora de puré mediante el análisis de las 16 grandes pérdidas confirma las fallas recurrentes debido a fallas en el equipo y esto debido entre otros a ausencia de stock de repuestos, el Manual de Mantenimiento Preventivo suple esta necesidad.
- Establecer los costos de implantación del plan piloto de TPM versus los costos debido a pérdidas por fallas en la línea productiva.

- Base de datos de Mantenimiento en Access: Un adecuado programa de gestión de mantenimiento permite el inicio de la recopilación de la información y cálculo de indicadores de mantenimiento de manera que logre ser medida la eficacia del plan piloto de TPM y con ello la toma de decisiones de manera enfocada.

Palabras clave: TPM; Mantenimiento Autónomo; Mantenimiento Preventivo; ISO 19011; 5´S.

Abstract

Frutilight is a new plant whose main goal is to produce and always provide reliable products of high quality and safety benefit stakeholders and making the best working conditions and ongoing training to human resources.

This answers the need for a pilot plan TPM in the critical area of the production process not only to diminish the losses of quality and safety of the product and thus the customer complaints, but to make a team of all departments of the plant in order that the company achieves continual improvement and growth together.

The TPM methodology pilot plan in the filling of mashed bananas were:

- Criticality analysis of the most important for implementing TPM (line pineapple juice and banana puree line) in terms of production costs, and ultimately lost time line.
- Also, to reach the critical equipment analysis is done in terms of environmental impact, production, delivery time etc to determine the team.
- A 5S program by ISO 19011: 2002 in order to ensure compliance with the guidelines of a quality and safety program.
- A cost-benefit analysis in terms of cost, time and production versus the feasibility of initiating the implementation of autonomous maintenance on critical equipment.
- The filling of mashed by analyzing 16 large losses confirms the recurrent failures due to equipment failure and this due among others to lack of stock of spare parts, the Manual Preventive Maintenance supplies this need.
- Establish implementation costs versus TPM pilot plan costs due to losses from failures in the production line.

- Database Access Maintenance: Proper maintenance management program allows the beginning of the collection of information and calculation of maintenance indicators so that manages to be as effective TPM pilot plan and thereby making decisions focused manner.

Keywords: TPM; Autonomous Maintenance; Preventive Maintenance; ISO 19011; 5 S.

Capítulo 1

Introducción

1.1 Reseña de la empresa

Frutilight S. A., es una compañía dedicada a la producción y exportación de purés y jugos de frutas tropicales. Los productos son exportados a clientes en Estados Unidos y Europa, quienes los utilizan como materia prima para elaborar repostería, alimentos para niños, helados y batidos. Inició operaciones en enero del 2014 y está ubicada en el cantón de Siquirres, Limón.

Para satisfacer las necesidades y requerimientos del mercado, Frutilight cuenta con equipos de la más alta tecnología y con las certificaciones de calidad requeridas por sus clientes.

Visión

Ser la empresa líder en Latinoamérica en la producción y exportación de productos IQF, block frozen, purés, jugos y concentrados asépticos de frutas tropicales de origen costarricense.

Misión

Producir y proveer productos confiables con la más alta calidad e inocuidad, para beneficio de las partes interesadas, brindando las mejores condiciones de trabajo y capacitación constante a nuestro recurso humano.

Valores

Honestidad, ética profesional, respeto, solidaridad e igualdad.

Política de Calidad e Inocuidad Alimentaria

“Somos una organización que elabora purés y jugos de frutas tropicales cumpliendo con el marco legal y normativas de calidad e inocuidad nacionales e

internacionales, comprometidos con la mejora continua, verificación y eficacia de nuestros procesos, logrando de esta manera un producto aséptico y la satisfacción de nuestros clientes.”

Descripción general de la empresa

Como se ha establecido al inicio de este documento, la empresa Frutilight se encuentra en una zona franca en la zona de Siquirres. Posee otras dos plantas: una en Ecuador llamada Banana Light y otra en Guatemala llamada Tropilight.

Frutilight, se dedica a la exportación de jugo de piña y puré de banano hacia los Estados Unidos y Europa, los cuales utilizan estos productos como materia prima para la elaboración de bebidas, postres, alimentos para niños, etc. Para el caso de la línea del banano, hay tres tipos de banano que se procesan dependiendo de la necesidad del cliente, el fin para el que vaya a ser utilizado el puré y la certificación solicitada.

Estos tres tipos son el banano natural con o sin semillas, el banano acidificado y el parcialmente acidificado. En estos productos es utilizado un código de identificación, el cual es colocado en cada bin o tanque (el tipo de empaque también depende de la cantidad solicitada por el cliente). Cada bin tiene una masa total de 8 toneladas, y los tanques para el puré de banano una masa de 250 kg. El acidificado varía, con respecto al banano natural, ya que en la parte de mezclado y nitrurado se le adiciona ácido ascórbico y que luego de ese proceso de mezclado y nitrurado es adicionado el N_2 . En el puré de banano natural se adiciona N_2 , solamente después del mezclado.

Ya que existen dos líneas en las que se procesa dos frutas distintas, es importante recalcar que este proyecto se enfoca en la línea del banano, debido a las complicaciones que de por sí ya tiene la fruta por su textura y componentes. Mediante el siguiente diagrama de flujo, se explica cada etapa por la que pasa la fruta hasta obtener el puré final que es empacado para el cliente.

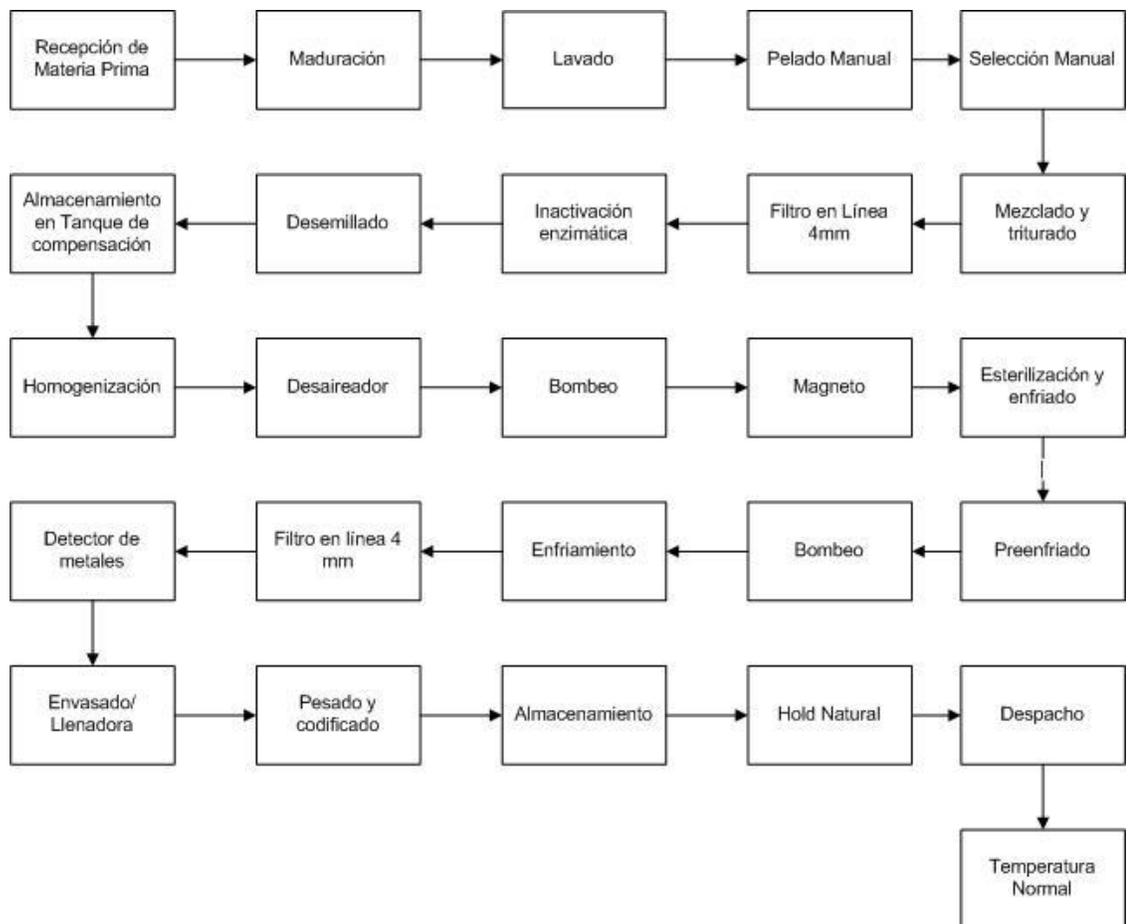


Figura 1.1-1. Diagrama de flujo del proceso de puré de banana natural con o sin semillas. Fuente: Información de Tropilight Guatemala.

Asimismo, las características típicas del proceso son:

Características del producto	
Temperatura en la entrada banana	25°C
Caudal de funcionamiento	8000 Kg/h
Temperatura de salida	~65°C
Grado Brix de fruta en entrada	22/24° Bx
pH	Natural o acidificada
Viscosidad	3600 cps a 25°C
Calor específico	0,9 BTU/lb°F
Medios de calentamiento	
Presión del suministro de vapor	900 kPa (9 Bar)
Consumo aproximado	600 kg/h

Figura 1.1-2. Características del proceso. Fuente: Manual de Proceso ALFA LAVAL.

Capítulo 2

Descripción del proyecto

2.1 Descripción del proyecto

En esta sección se tiene la finalidad de explicar lo que se pretende realizar en este proyecto de graduación en la empresa Frutilight:

2.2 Situación actual

Como se mencionó al inicio, Frutilight S.A., es una empresa que se encarga de producir y exportar jugo y puré de fruta a Estados Unidos y Europa, cuyos clientes utilizan esa materia prima para diversidad de actividades. La misma se encuentra ubicada en una zona franca en Siquirres, Limón.

Dado que apenas inició sus actividades en la planta en enero del 2014, muchas actividades administrativas aún están comenzando a implementarse.

Para el análisis realizado en este proyecto, se parte con datos recopilados cuando una misma línea era compartida por ambos procesos: puré de banano y jugo de piña. Ya que la línea de procesamiento de jugo de piña se independizó totalmente a inicios de noviembre del año 2014. En las figuras 2.1-1 y 2.1-2 se muestran los equipos de cada línea:

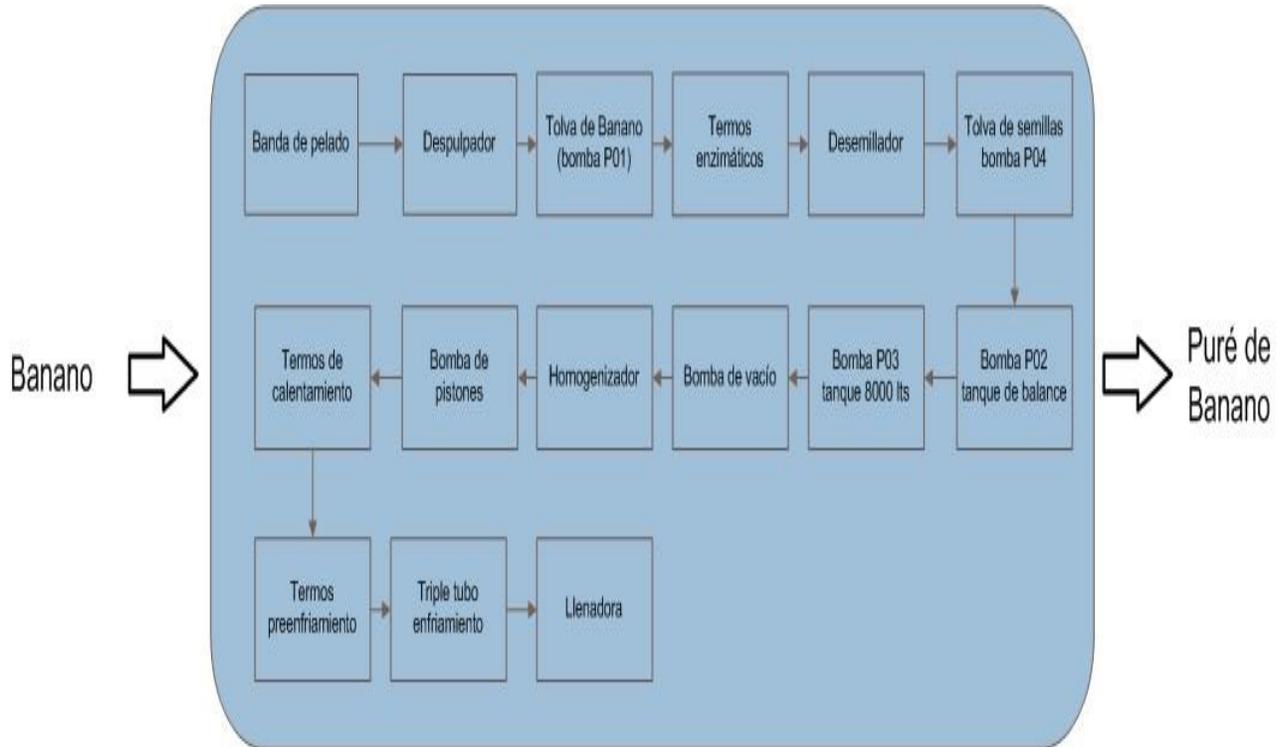


Figura 2.1-1. Diagrama de proceso de línea de banano. Fuente: Frullight.

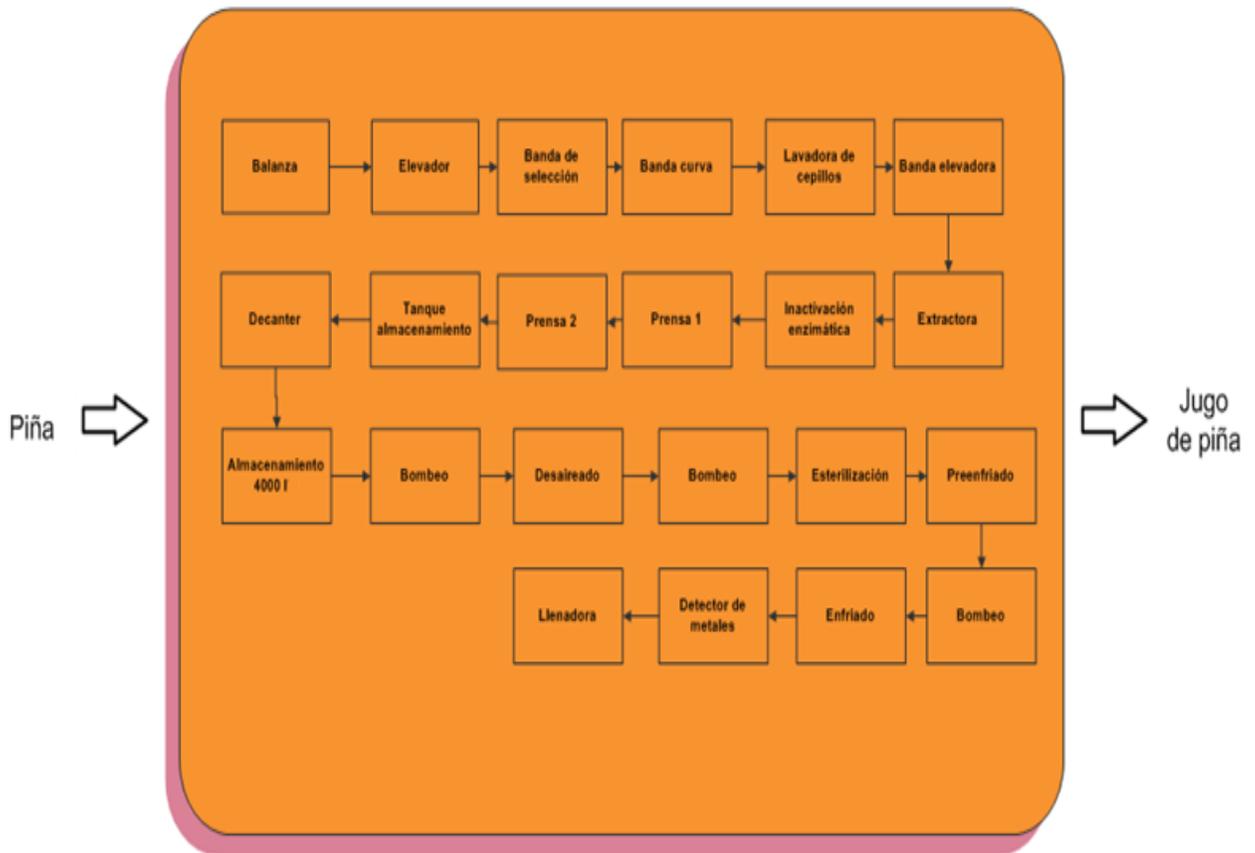


Figura 2.1-2. Diagrama de proceso de jugo de piña. Fuente: Frutilight S .A.

La planta cuenta con una gran cantidad de equipos de última tecnología, novedosos y apenas recién utilizados. Todo esto significa que el Departamento de Mantenimiento no cuenta con ningún tipo de documentación que permita realizar sus labores de una forma más ordenada, de modo que se pueda llevar un control más preciso sobre el avance de las labores en la planta o las mejoras que se realicen en los procesos.

En el Departamento de Mantenimiento no se cuenta con un ingeniero especializado en gestión de mantenimiento, las actividades están a cargo de una ingeniera industrial, quien ha intentado instaurar documentación de mantenimiento correctivo y preventivo; sin embargo, al no contar con el conocimiento adecuado, los alcances de esta labor han sido muy básicos.

Debido a lo anterior, los inconvenientes o trabas que presenta el Departamento de Mantenimiento de la planta son los siguientes:

- No se cuenta con manuales de mantenimiento preventivo que permitan a los operarios detectar las condiciones del equipo que puedan ocasionar averías o cualquier otro daño a la función de dicho equipo. Esto debido a que, según el estudio que se realizó para el análisis de este proyecto (el cual se observa detalladamente en la sección de metodología), las pérdidas que más se detectan son referentes a la eficiencia de los equipos, específicamente por avería. Por tanto, contar con estos manuales de mantenimiento preventivo permitiría que las actividades de mantenimiento sean planificadas.

- Los operarios han rotado constantemente, por ello no se ha destinado el tiempo adecuado para capacitarlos, ya que la producción obliga a los trabajadores a aprender rápidamente. Esto provoca que no haya documentos que permita estandarizar las actividades.

Las labores por estandarizar serían los procesos de limpieza, inspección y lubricación de los equipos. Existe un registro de lubricación que no cumple con las recomendaciones del fabricante. Solamente se estableció una frecuencia de cada ocho días para los equipos. Se debe estandarizar una rutina de lubricación para cada equipo, todo esto bajo el concepto de un manual de mantenimiento autónomo.

- Los manuales de mantenimiento preventivo son muy generales. No permiten planificar las actividades de mantenimiento de una forma más detallada según el sistema específico de cada equipo. Tampoco permiten identificar todos los elementos estructurales del equipo.

- Para la línea de banano, el equipo analizado como crítico fue la llenadora (ver capítulo 8, sección 8.2.2 “Fase de implantación”, sección 1.3.3 “Análisis de líneas a través de los tiempos perdidos”, en donde se justifica su criticidad), para la cual se realizarán los manuales de mantenimiento preventivo y autónomo, como parte del plan piloto de TPM.

- Se cuenta con una base de datos actualizada pero empírica, en donde se tiene un control de los tiempos de parada de todos los equipos y sus causas; sin embargo, no son datos que estén automatizados, lo que dificulta la elaboración de informes. Se busca que el Departamento de Mantenimiento pueda contar con

estos datos de una manera más sencilla, de forma que permita analizar las fallas o situación de los equipos, así como realizar acciones más acertadas y basadas en un análisis más especializado.

- Tampoco se cuenta con un control de costos del Departamento de Mantenimiento que permita visualizar el impacto que tengan dichos tiempos de parada en el proceso productivo.

2.3 Situación deseada

Implementar un programa como lo es el Mantenimiento Productivo Total requiere de tiempo. Necesita colaboración tanto de la Dirección de Frutilight como de los operarios de la planta, de manera que se comprometan en su trabajo y formen parte de un proceso tan importante como lo es mejorar la eficacia del equipo a un porcentaje mayor del 96%.

Ya se cuenta con el compromiso de la Dirección para este proyecto, el cual consiste en impactar positivamente en la vida útil del equipo, así como en contar con un plan de inspecciones del equipo bajo el concepto de manual de mantenimiento preventivo y TPM.

Con el plan piloto de TPM en la llenadora de puré de banano, se pretende una gestión del equipo para prevenir problemas que puedan surgir en el mismo, de manera que los costos de mantenimiento disminuyan y la eficiencia y otros indicadores sean los idóneos.

Mediante la metodología de Análisis de Dieciséis Grandes Pérdidas (ver capítulo 8, sección 8.2.2 “Fase de implantación”, subsección 1.3.5 “Matriz de las Dieciséis Grandes Pérdidas”), se determina que los elementos del TPM necesarios en la planta son: 5 S, manual de mantenimiento preventivo y manual de mantenimiento autónomo en la llenadora.

Capítulo 3

Justificación del problema

La justificación de este plan piloto de TPM consiste en que este programa tiene entre sus objetivos aumentar la eficiencia de los equipos mediante las cero averías, involucrando totalmente a los operarios. En la actualidad, la detención del equipo en Frutilight es recurrente debido a fallas del mismo y la ausencia de capacitación de los operarios en el manejo del equipo y detección de fallas. Además, no existe un control de los repuestos mediante un mantenimiento preventivo adecuado.

Debido a lo anterior, el TPM busca mejorar las habilidades del operario en el quehacer diario para que él mismo sea capaz de encargarse de tareas básicas de mantenimiento como limpieza, lubricación, reparaciones e inspecciones pequeñas con el fin de ayudar a la mejora de la eficiencia global del equipo, y con ello alargar su vida útil.

Otro de los objetivos del TPM es la participación del personal. Actualmente en Frutilight existe rotación del personal, tanto por la existencia de los tres turnos como por cambio de personal por despido. Lo anterior, sumado a la alta demanda de producción en la que continuamente se encuentra la empresa, obliga a los jefes a capacitar superficialmente al operario en el manejo de la llenadora, debido a la falta de tiempo para los entrenamientos. Esto contribuye a la ausencia de estandarización de las tareas, lo que provoca que cada uno de los operarios que rota realice de manera distinta sus trabajos. Finalmente, eso hace que no se pueda dar un uso adecuado de la maquinaria y las anomalías no puedan detectarse tempranamente.

El TPM también tiene como objetivo la reducción de defectos en el producto. Actualmente en Frutilight se reprocesan de 30 a incluso 100 toneladas de puré de banano.

No existe un control de los mantenimientos preventivos mediante el uso de un manual que permita alcanzar el objetivo de cero averías y llevar a cabo el mantenimiento

para evitar futuras paradas en los equipos. Asimismo, al no aplicarse un programa adecuado de cinco eses en las zonas donde operan los trabajadores, el área de trabajo no es la más adecuada, no solo por la seguridad del equipo y su mantenimiento, sino también por la seguridad de la persona a cargo de dicho equipo.

Relacionando esa situación con la política de calidad e inocuidad alimentaria, para que se cumpla con las normativas y marco legal de calidad e inocuidad nacionales e internacionales, es vital que en la planta los procesos puedan realizarse con un equipo funcionando dentro de los parámetros óptimos y seguros, con el fin de garantizar que el puré de banano que se procese siga teniendo la calidad e inocuidad que lo caracteriza.

3.1 Objetivos

3.2 Objetivo general

Desarrollar un plan piloto en la llenadora de puré de banano mediante un programa de Mantenimiento Productivo Total.

3.3 Objetivos específicos

- Diseñar un sistema de cinco eses mediante estándares de control visual para mejorar el proceso productivo de llenado de puré de banano de la planta.
- Diseñar un manual de mantenimiento autónomo de la llenadora de puré de banano mediante criterios de tiempos perdidos para evidenciar el aporte de los operarios.
- Diseñar e implementar un manual de mantenimiento preventivo que permita planificar las actividades de mantenimiento en la llenadora de puré de banano.
- Establecer los costos de implementación y operación normal del programa de Mantenimiento Productivo Total en la llenadora de puré de banano.

Capítulo 4

Metodología

4.1 Inicio del proyecto

Debido a que la aplicación y desarrollo del Mantenimiento Productivo Total en cualquier empresa o industria requiere de todo un proceso y de un tiempo considerable, la propuesta es realizar este proyecto de graduación en etapas:

4.2 Delimitación del problema

Debido a que en la planta se dan dos procesos distintos de frutas, para este proyecto de graduación se delimita el problema con el fin de que el plan piloto de TPM sea aplicado efectivamente en la empresa.

El plan piloto se centrará en el equipo que, mediante su análisis y estudio adecuado, se considere más crítico.

El análisis de delimitación del problema parte del periodo en el que el proceso de puré de banano y jugo de piña compartían una parte de los equipos.

4.3 Diseñar sistema de 5 S

Los operarios no tienen conocimiento de lo que es un programa de 5 S, por lo que se debe informar al operario de dicho equipo lo que se pretende realizar. También se le debe dar a entender el impacto positivo que tiene la aplicación de las cinco eses en el área de trabajo, ya que disminuye o previene los accidentes, podrá mejorar el rendimiento del equipo en cuestión, reduce tiempos perdidos, etc. Para lograr lo anterior, se diseñará tablas en donde el encargado del área que más afecte la producción califique la misma, así se podrá llevar un registro para la toma de decisiones en futuras mejoras de los procedimientos.

4.4 Crear un sistema de control visual

Esto se hará mediante el etiquetado de los componentes del equipo por analizar, rotulación y coloración adecuada para el operario. La rotulación permitirá tener un registro de la propia máquina y de sus partes. En los puntos de lubricación del equipo se tendrá la idea de aplicar marcas y códigos que permita al operario tener un control de la lubricación anterior. En el caso de las carátulas de los indicadores, se proporcionará la información sobre los rangos de operación normales del equipo y se colocará muy cerca de dicha carátula, con esto se permitirá que la persona conozca cuando la máquina opere fuera de los parámetros establecidos.

4.5 Diseñar el manual de mantenimiento autónomo

A través de la información que sea proporcionada por el operario del equipo, se logrará diseñar el manual que más se ajuste a las necesidades y condiciones de ese operario. Además, al involucrar al operario en el diseño y desarrollo de este manual, el mismo se motivará en el desarrollo de sus funciones y creará un sentimiento de responsabilidad sobre la máquina. Así, entenderá mejor el impacto que tiene la realización correcta de las actividades de mantenimiento y las ventajas que conllevará en la producción, la calidad del producto y las condiciones de ambiente laboral.

Para el manual, se diseñarán tablas en las que el operario podrá leer y seguir paso por paso las actividades de mejora y mantenimiento del equipo. Esas tablas lograrán establecer las condiciones básicas del equipo en cuanto a limpieza y pulcritud, así como los efectos que tiene no limpiar adecuadamente todas las partes del equipo. Al mismo tiempo, las tablas le demostrarán al operario que se está realizando una inspección de dichas condiciones. El manual pretende también establecer estándares de limpieza y lubricación mediante las tablas, con ello el operario no se confundirá en la realización correcta de sus actividades. Estas estandarizaciones se lograrán mediante fotografías, para que el operario identifique más rápidamente cuáles son las herramientas idóneas para una correcta limpieza y lubricación. En cuanto a los elementos de sujeción, se podrá controlar la instalación adecuada de pernos tornillos en la máquina, con el fin de avisar cualquier pérdida en este aspecto.

4.6 Diseñar el manual de mantenimiento preventivo

La idea de este tipo de manual en cualquier equipo es planificar de una manera ordenada y detallada actividades de mantenimiento que eviten problemas futuros de averías. Permite que el operario a cargo del equipo identifique las posibles causas de fallas de forma que no comprometa el producto final ni al operario. Asimismo, otorga los pasos a seguir para corregir dichas fallas mediante acciones proactivas. Con ello, la persona a cargo del equipo podrá saber el impacto negativo que tiene el que suceda una falla en los componentes.

4.7 Medición de la efectividad del TPM

La efectividad del TPM se mide por dos razones: para lograr establecer prioridades entre proyectos de mejora y para reflejar sus resultados precisa y razonablemente. Las medidas de efectividad revelan los resultados de los esfuerzos, aíslan los puntos que se deben enfocar y ayudan a planificar medidas. Por tanto, la idea del uso de estos índices es que se registren y utilicen continuamente en la empresa, de manera que muestren de forma actualizada las mejoras que se requieren en ese momento o faciliten tomar decisiones en el tiempo preciso en que suceden los eventos. Los índices son:

- Efectividad global del equipo: dicho índice toma en cuenta la disponibilidad, la tasa de rendimiento y la tasa de calidad del equipo.
- Índices de fiabilidad y mantenibilidad: tiempo medio de reparación (MTTR) y tiempo medio entre fallas (MTBF).
- Tasa del cumplimiento de PM: Actualmente es claro que no cuentan con uno, por lo que se establecerá un diseño con los índices anteriores de manera que se pueda monitorear el estado del equipo. Este controla la efectividad del mantenimiento preventivo relacionando el total de trabajo de mantenimiento preventivo realizado y el total de trabajos de mantenimiento preventivo planificados.
- Porcentaje de mantenimiento Correctivo vs Preventivo.

Capítulo 5

Alcance

El siguiente proyecto trata de abarcar la línea de proceso de banano, que resultó ser la más crítica. El análisis de esta línea se encuentra más adelante de este documento.

Con ello se logrará atacar los tiempos perdidos a través de brindar mantenimiento al equipo más importante de la línea de producción, así como alcanzar condiciones idóneas de trabajo para el equipo con el plan piloto de Mantenimiento Productivo Total, disminuir tiempos perdidos y por ende costos de mantenimiento y producción. Todo esto valiéndose del manual de mantenimiento preventivo y mantenimiento autónomo como herramienta. También se logrará impactar la validez y utilidad de un programa piloto de Mantenimiento Productivo Total mediante el uso de los índices, con el fin de que Frutilight tenga la herramienta inicial para empezar a registrar las disponibilidades y efectividades del equipo crítico (llenadora) para mejorar la disponibilidad del equipo.

Capítulo 6

Limitaciones

La debilidad de la empresa en cuanto a la realización del proyecto es que, para la solución de fallas en los equipos, el departamento no se enfoca en su totalidad en la causa de los problemas, por lo que hacer un cambio de cultura en dicho departamento podría tener cierta dificultad.

Los técnicos no están acostumbrados a llenar documentación de reparación de equipos debido a que muchas veces lo consideran innecesario o tedioso, lo cual podría considerarse como un obstáculo para el proyecto, pero no quiere decir que sea imposible solucionarlo.

No se cuenta con un registro específico sobre cuál es el costo de mantenimiento preventivo, correctivo o programado, sino que se hace la solicitud de los materiales o repuestos de los equipos necesarios al Departamento de Compras, por lo que no se sabe qué porcentaje del total de mantenimiento corresponde el mantenimiento correctivo, preventivo o, en un futuro, de mantenimiento predictivo.

Capítulo 7

Marco Teórico Aplicable

7.1 Historia del TPM

Desde tiempos históricos el hombre inició la construcción y uso de herramientas que facilitar su quehacer diario; sin embargo, el mantenimiento que era realizado en dichas herramientas se daba únicamente en el momento en el que estas no funcionaran más. Por lo que el mantenimiento era básicamente correctivo. Con el pasar de los años y los avances tecnológicos, fue necesaria la creación de nuevas formas de mantenimiento, ya que los equipos eran cada vez más modernos. Realizar únicamente mantenimiento correctivo significaba aumento de los tiempos de equipo parado y un consiguiente aumento de los costos productivos. Es en ese momento en que inicia la aplicación de los primeros pasos hacia el mantenimiento preventivo, con el fin de conservar la disponibilidad de los equipos en cualquier momento que se necesitaran y con ello disminuir los costos de producción, mantener la calidad de los productos y que los tiempos de entrega fueran las menores posibles. Posteriormente se va incluyendo herramientas capaces de monitorear variables de los equipos y con ello detectar a tiempo la existencia de irregularidades de funcionamiento en los mismos. Así, se retroalimenta el mantenimiento preventivo con el mantenimiento predictivo y se actúa en lo posible en el tiempo adecuado. El mantenimiento productivo basa su filosofía en la calidad del producto final sin tomar en cuenta un trabajo en conjunto de todo el equipo.

Como se menciona anteriormente, los equipos trabajaban de forma aislada, evitando que se pudieran dar las mejoras continuas en los procesos. Además, al no existir comunicación entre los departamentos la información, no era transmitida al resto del equipo de trabajo para que se diera una toma de decisiones en conjunto y con ello la *“creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficiencia en el sistema de producción y así mismo en la gestión de los equipos.”* (Cuatrecasas, 2010).

El Mantenimiento Productivo Total surge en Japón en los años setenta, como respuesta a la necesidad de desarrollo en el sector del mantenimiento industrial. Abarca

los tipos de mantenimiento ya mencionados, pero este programa se diferencia en la incorporación de conceptos innovadores no incluidos en los programas anteriores; por ejemplo el Mantenimiento Autónomo, en el que son incluidos los operarios encargados de equipos en específico y se implica activamente a todos los empleados, desde los altos mandos hasta los operarios en planta guiados siempre de la mano de la misión y la visión de la empresa, con el fin de alcanzar dichos objetivos de manera exitosa. También implica la creación de una cultura de trabajo en equipo en la que se entienda y crea que lo fundamental en el área de mantenimiento es que todos los empleados orienten sus labores en una misma dirección, de manera que sea posible la mejora continua en los equipos en cuanto a eficiencia, disponibilidad y calidad final de los productos.

Objetivos del TPM:

1. Maximizar la eficacia del equipo.
2. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil del equipo.
3. Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan o mantienen el equipo en la implementación del TPM.
4. Involucrar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operadores de la planta.
5. Promover el TPM a través de motivación, con actividades autónomas de pequeños grupos. Maximizar la eficacia del equipo.

El TPM debe seguir una serie de procedimientos básicos para que se logre concretar todos los objetivos que se hayan impuesto desde un inicio por la empresa, enfatizándose en el trabajo del total de equipo de la empresa, eficacia total y un sistema total de gestión de mantenimiento que logre proporcionar la información necesaria de los equipos, registros y recambios que sea asequible para el equipo de trabajo. Por lo tanto, el TPM se traduce en una participación total del equipo, eficiencia de los equipos y una gestión de mantenimiento. La finalidad del TPM no es sólo lograr cero averías en los equipos, sino también cero problemas de seguridad. Tampoco hay que olvidar aspectos

de gestión productiva para optimizar aspectos como la calidad del producto, los costes de producción, los rendimientos (tiempos detenidos, perdidos), los tiempos de entrega para el cliente y la seguridad tanto de los operarios de los equipos como del mismo producto.

7.2 Fases de implementación del TPM

Teóricamente, el TPM tiene las siguientes cuatro etapas: preparación, introducción, implantación y consolidación.

7.2.1 Preparación

Esta fase es muy importante para planificar todo aquello que se vaya realizar en el proyecto, con el fin de contar con una guía de lo que se debe hacer y de que en el transcurso de su desarrollo las modificaciones sean mínimas,

Etapas 1) Anuncio de la alta dirección de la decisión de aplicar el TPM

De acuerdo con Cuatrecasas (2010), es vital que la alta dirección de la empresa comunique a todos los empleados y órganos empresariales cuál será la finalidad de implantar un programa como lo es el Mantenimiento Productivo Total, e instar al equipo a que se involucre en este proceso. Dicha información puede suministrarse mediante boletines, charlas informativas sobre el Mantenimiento Productivo Total, la necesidad de implantarlo y los beneficios que conlleva.

En este proyecto fue claro por parte de la Dirección la importancia de implantar verdaderamente el programa, ya que la planta de Frutilight sólo cuenta con un registro en Excel de los mantenimientos preventivos que se han realizado en las tano en la línea de banano como en la de piña; sin embargo, es empírico y poco flexible, por lo que dificulta acceder a dichas informaciones. Por tanto, el concepto de gestión total de mantenimiento del equipo, en este caso la llenadora, trae grandes ventajas al equipo de trabajo de la empresa.

Etapas 2) Información sobre TPM

Consiste en campañas informativas que tienen como fin divulgar y hacer comprender a todo el personal el porqué de implementar el TPM en la empresa.

Es importante destacar que en este punto del programa se pretende eliminar la resistencia al cambio que pueda presentarse en la planta cuando se pretenda aplicar dicho tipo de mantenimiento.

En este trabajo, se muestra en la sección de anexos la lista de los participantes en las charlas realizadas en la primera semana del proyecto. El fin fue informar a todas las personas potencialmente involucradas en el proceso de implantación del Mantenimiento Productivo Total en la línea de banano, por lo que supervisores de producción, mantenimiento y operarios tuvieron que estar presentes en dicho evento.

Etapas 3) Estructura promocional del TPM

La promoción del TPM se lleva a cabo a través de una estructura de pequeños grupos que se solapan en toda la organización. En esta etapa, es importante contar con un encargado de desarrollar estrategias eficaces de promoción del TPM. Este grupo encargado de la promoción participará constantemente al inicio del proyecto y tenderá a reducirse conforme se vaya alcanzando cada vez más lo que propone el mantenimiento productivo total.

Etapas 5) Desarrollo de un plan maestro TPM

Esta es una parte vital de todo proyecto de un plan de TPM en una empresa, debido a que debe coordinarse un plan concreto para la puesta en marcha del mantenimiento productivo total, ya que establece la secuencia de actividades para alcanzar las metas que se proponen en un inicio.

Dichas actividades principales son:

- Establecer un programa de Mantenimiento Autónomo
- Mejorar la efectividad del equipo
- Crear y establecer un plan de Mantenimiento Preventivo
- Asegurar la calidad

- Gestionar los equipos de forma temprana
- A través de las acciones anteriores, entrenar y capacitar mejor a los operarios.

7.2.2 Fase de introducción

Etapa 6) Arranque del TPM

Se considera una fase del TPM el realizar un acto formal de presentación al que asistan todos los empleados de la empresa, en el que se informa de las actividades que se llevarán a cabo y los planes de dicho programa. La dirección de la empresa debe procurar que su interés por aplicar Mantenimiento Productivo Total alcance a toda la empresa, inyectando una moral y un cambio de cultura hacia la aplicación del TPM en todos sus trabajadores.

7.2.3 Fase de implantación

Etapa 7) Mejorar la efectividad del equipo

Se organiza el equipo de trabajo, que se encargará de mejorar la efectividad de los equipos y eliminar o disminuir las pérdidas. Se establecen inicialmente los criterios de selección del equipo o área piloto en la que sea necesario que se aplique el Mantenimiento Productivo Total.

Etapa 8) Establecer un programa de Mantenimiento Autónomo

Esta es una de las características fundamentales del TPM. Los operarios se encargan del mantenimiento diario del equipo o los equipos que tengan a su cargo mediante la estandarización de limpiezas, inspecciones y reparaciones que se estandarizan en el manual de Mantenimiento Autónomo.

Etapa 9) Establecer un programa de Mantenimiento Planificado

Se refiere al Mantenimiento Preventivo. El personal debe centrarse en las tareas que requieren de su propia experiencia con los equipos y aprender técnicas más

sofisticadas de mantenimiento, cooperando al mismo tiempo con el mantenimiento autónomo.

Etapa 10) Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento

Para llevar a cabo un mantenimiento eficaz es importante mejorar las habilidades de los operarios de la empresa, es por ello que en el inicio del TPM se realiza un esfuerzo por formar a los empleados.

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

Esta etapa actúa desde el nacimiento del equipo y el proyecto inicial hasta su madurez. Implica la operación normal con producción estable de procesos y productos de calidad con cero defectos. Abarca también las fases de mantenimiento.

7.2.4 Fase de consolidación

Etapa 12) Consolidación del TPM y elevación de los objetivos

Mantener y perfeccionar las mejoras obtenidas a lo largo de cada una de las etapas anteriores. A partir de aquí se adopta una filosofía de mejora continua, revisando los objetivos propuestos y fijando otros más ambiciosos.

7.3 Las dieciséis grandes pérdidas de los equipos

Ya se han mencionado los principales objetivos de aplicar un programa de Mantenimiento Productivo Total en un área de trabajo; sin embargo, el objetivo fundamental del TPM es descubrir, clasificar y eliminar los principales factores que evitan que se den las condiciones operativas ideales de los equipos. (Cuatrecasas, 2010).

Los principales factores que impiden maximizar la eficiencia global de un equipo se han clasificado en dieciséis grupos, conocidos como las dieciséis grandes pérdidas. Han sido agrupadas en categorías tomando en cuenta el tipo de disminuciones o pérdidas que pueden representar para el rendimiento del sistema productivo.

Por lo tanto, antes de aplicar TPM en una empresa, se debe estudiar y clasificar las pérdidas que ocurren en el proceso productivo con el fin de atacar las causas de las mismas.

Las pérdidas están divididas en los siguientes tipos: eficiencia del equipo, eficiencia del trabajo de las personas o recurso humano y pérdidas adicionales que impiden el uso pleno de los recursos de producción:

Eficiencia del equipo
1- Fallas en los equipos
2- Cambios de producción
3- Ajustes
4- Puestas en marcha
5- Pérdidas de velocidad
6- Productos defectuosos
7- Paradas menores
8- Pérdidas por paradas programadas
Eficiencia de los recursos humanos
9- Dirección
10- Movimientos
11- Organización de las líneas de producción
12- Pérdidas resultantes por automatizar
13- Medidas y ajustes
Eficiencia del recurso de producción

14- Pérdidas por desperdicio de materiales e insumos
15- Pérdidas por energía
16- Pérdidas por herramientas

Tabla 7.3-1. Dieciséis grandes pérdidas de los equipos. Fuente: (Cuatrecasas, 2010).

7.4 Mantenimiento autónomo

Con la implementación del mantenimiento autónomo, el operario de producción asume tareas de Mantenimiento Productivo, incluidas la limpieza y otras tareas de Mantenimiento Preventivo.

La filosofía básica del Mantenimiento Autónomo es que la persona que opera con un equipo productivo, se ocupe también de su mantenimiento.

Anteriormente, debido a la sencillez de los equipos y a que los niveles de productividad y calidad no eran tan exigentes, se permitía que los propios operarios de los equipos se encargaran de su mantenimiento. Sin embargo, al aumentar las exigencias de producción y calidad debido a la creciente competitividad y al gran avance tecnológico de los equipos, fue necesario replantearse y fijar los objetivos en los equipos. Se definió que los operarios no debían descuidar su máquina, sino que debían de estar en constante inspección, ajustes, limpiezas y detección de fallas. Esto con el fin de disminuir las anomalías que podrían presentarse.

En el mantenimiento autónomo se requieren dos actividades para aumentar la efectividad del equipo:

1. Las actividades de mantenimiento, que previenen las averías y reparan los equipos averiados.
2. Las actividades de mejora, que alargan la vida útil del equipo, reducen el tiempo requerido para realizar el mantenimiento, y hacen que el mantenimiento sea innecesario.

7.4.1 Limpieza y pulcritud

Esto significa quitar todo tipo de suciedad del equipo. Ayuda también a que los operarios busquen defectos ocultos del equipo. Una mala limpieza puede provocar, por ejemplo, que ingresen partículas extrañas en las partes deslizantes de las máquinas o que los sistemas eléctricos generen resistencia por fricción, desgaste y otras anomalías. Asimismo puede suceder que la calidad del propio producto se vea afectada directamente.

La limpieza no solamente significa que el operario se asegure de que el equipo se vea limpio, sino que también toque y mire todas las partes de la máquina para detectar anomalías y defectos ocultos. Limpieza es también sinónimo de inspección.

Las actividades que conforman la limpieza de los equipos son:

- a) Limpiar cuerpo principal del equipo
- b) Limpiar equipo auxiliar
- c) Lubricar
- d) Limpiar alrededor del equipo
- e) Tratar causas de polvo, suciedad, fugas de aceite
- f) Mejorar acceso a puntos difíciles de alcanzar
- g) Cumplir con estándares de limpieza

7.4.2 Inspección general

En un programa de mantenimiento autónomo, se capacita a los operadores para que realicen inspecciones de rutina. Los fallos de las inspecciones se dan debido a que: no se estimula a los operarios para que prevengan el deterioro de los equipos, no se da el tiempo suficiente para que el operario lleve a cabo la inspección o no se adiestra adecuadamente a los operarios para que lleven a cabo la labor.

Los intervalos de inspección varían dependiendo del papel que tenga el equipo en la línea de producción, y de cómo esto afecte directamente la seguridad y calidad del producto. La necesidad de inspeccionar y el tiempo que se puede dedicar a cada elemento dependen del equipo y su entorno, así como de los intervalos de inspección.

7.4.3 Adiestramiento y formación para inspección autónoma

Un operario que ya conoce bien su equipo no necesita tener las destrezas en reparaciones de un encargado de mantenimiento como un mecánico. El operador más bien debe tener la capacidad de descubrir anomalías.

El material más importante para el adiestramiento son las hojas de chequeo de inspección general y los manuales. Antes de iniciar, se debe seleccionar los elementos que serán inspeccionados por los operadores utilizando sus sentidos. Se debe considerar qué información técnica necesitarán los operarios para saber cómo utilizar en la inspección la destreza adquirida.

7.4.4 Pasos del Mantenimiento Autónomo

- a) Limpieza inicial
- b) Eliminación de fuentes de contaminación y mejora del acceso a áreas inaccesibles
- c) Verificación de estándares de limpieza y lubricación
- d) Inspección general
- e) Inspección autónoma
- f) Organización y orden del lugar de trabajo
- g) Implantación plena del programa de Mantenimiento Autónomo

Todos los participantes deben comprender que las actividades de mantenimiento autónomo son obligatorias y necesarias, que son parte vital del trabajo diario. Su propósito es conseguir las metas de la empresa a través de la implantación del mantenimiento diario por parte del operador entendido, consiste en ajustes, limpieza e inspecciones y actividades de mejora en el equipo.

7.5 Cinco eses

Este sistema ayuda a optimizar y mejorar las áreas de trabajo en cuanto a orden, limpieza, seguridad del operario y del producto final. También busca un mejoramiento de la comodidad del operario en su ambiente de trabajo.

7.5.1 Organizar

Esta primer S se entiende como el descarte de los objetos que no son de uso en las actividades laborales diarias de los operarios de los equipos.

7.5.2 Ordenar

Los artículos que quedaron de la selección realizada en el área de trabajo deberán colocarse en un lugar adecuado, específico y demarcado de manera que facilite su localización y limpieza. Su colocación depende también de la frecuencia de uso de los mismos.

7.5.3 Limpiar

Se considera la limpieza visual y física, ya que ambas permiten corregir malas prácticas en el área de trabajo. Además, hace notar instantáneamente si algún objeto está perdido o colocado en otro lugar ajeno a su lugar especificado.

7.5.4 Estandarizar

Todos los procedimientos están elaborados de la misma manera, de forma que es fácil para cualquier miembro del grupo efectuar consultas.

7.5.5 Disciplinar

Esto se alcanza únicamente mediante la práctica de los procedimientos y estandarizaciones ya establecidas. Se debe medir los resultados a través de evaluaciones, de forma que permita a los supervisores definir cuáles son los puntos débiles y establecer decisiones para lograr mejoras.

7.6 Auditorías de 5 S

El programa de 5 S tiene un manual general que puede ser aplicado para cualquier área de la planta. Se hizo tan general como para que el mismo pudiera ser utilizado en distintos campos de la planta en Frutilight.

Que el programa de 5 S pueda alcanzar los objetivos esperados es más sencillo si se involucran más áreas de la empresa: extendiendo el plan a recibo de fruta, bodega de insumos, sala de máquinas y el área de producción de banano (por ser la línea de producción más crítica si se compara con la línea de piña). Sin embargo, el área que afecta directamente a la llenadora de puré es la bodega de insumos, por lo que se direcciona el programa de 5 S a dicha área.

Las áreas serán auditadas mensualmente, dichas auditorías siguen la norma ISO 19011:2011.

La norma ISO 19011 fue preparada por el Comité Técnico ISO/TC 176, Gestión Aseguramiento de la Calidad y el Subcomité SC 3, Tecnologías de Apoyo. Esta segunda edición cancela y reemplaza la primera edición (ISO 19011:2002), la cual ha sido revisada técnicamente.

En 2006, el Comité ISO, por evaluación de conformidad (CASCO) desarrolló ISO/IEC 17021, que establece los requisitos para la certificación de sistemas de gestión y que en parte se basó en los lineamientos contenidos en la primera edición de esta Norma Internacional. La segunda edición de ISO/IEC 17021, publicada en 2011, se extendió de manera tal que transformó los lineamientos ofrecidos en esta Norma Internacional en requisitos para las auditorías de certificación de sistemas de gestión. Es en este contexto que la segunda edición de esta Norma Internacional provee guía para todos los usuarios, incluyendo organizaciones pequeñas y medianas, y se concentra en lo que se conoce comúnmente como —auditorías internas (de primera parte) y —auditorías conducidas por parte de los clientes sobre sus proveedores (de segunda parte). Mientras que aquellos involucrados en auditorías de certificación de sistemas de gestión siguen los requisitos de ISO/IEC 17021:2011, y pueden hallar útiles también los lineamientos contenidos en esta Norma Internacional.

Se busca que esta Norma Internacional sea aplicable a un amplio rango de usuarios potenciales, incluyendo auditores, organizaciones que están implementando sistemas de gestión, y organizaciones que necesitan realizar auditorías a sus sistemas de gestión por razones contractuales o regulatorias. Sin embargo, los usuarios de esta

Norma Internacional pueden aplicar esta guía durante el desarrollo de sus propios requisitos de auditoría. La guía contenida en esta Norma Internacional también puede ser usada con el propósito de auto-declaración y puede resultar útil a organizaciones involucradas en entrenamiento de auditores o certificación de personal (ISO, Directrices para la auditoría de Sistemas de Gestión, 2011).

7.7 Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento es una inspección periódica para detectar condiciones de operación que puedan generar averías, detención de la producción o pérdidas que perjudiquen la función, el mantenimiento preventivo es la rápida detección y tratamiento de anomalías del equipo antes que causen defectos o pérdidas.

Las actividades de mantenimiento planificado son las siguientes: fijación de estándares de mantenimiento, preparación y ejecución de planes de mantenimiento, confección de registros de mantenimiento y realización de actividades programadas de restablecimiento de las condiciones de los equipos. Abarca, entre otras cosas: control de piezas de recambio, control de lubricación, y control de presupuestos de mantenimiento.

7.8 Eficiencia de los equipos

El TPM permite mejorar la eficacia con la que operan los equipos e instalaciones productivas, y como resultado de ellos puede aumentar considerablemente la eficiencia del sistema productivo. También se denomina eficiencia global de equipos (OEE).

Las posibles mejoras de los equipos se centran especialmente en las dieciséis grandes pérdidas. Su identificación y reducción será lo que permita progresar hacia el rendimiento óptimo del equipo en cuestión.

Es importante activar todos los recursos al alcance, considerando potenciar las tareas de mantenimiento llevadas a cabo por los operarios, el denominado auto mantenimiento: una implantación con éxito de las 5 S.

El tipo de deficiencias que tenga el equipo que se vaya a analizar en un proceso productivo es identificado por los siguientes coeficientes:



Figura 7.8-1. Diagrama de flujo de OEE.

El resultado obtenido para la eficiencia global será un porcentaje que deberá determinarse para poder así conocer cuál es el punto de partida del equipo cuya eficiencia quiere mejorarse, y cómo se va obteniendo la progresión de la eficiencia a medida que se implantan mejoras.

El TPM busca la máxima eficiencia del equipo mediante la puesta en práctica de actividades de mejora sobre cada uno de los factores que están implicados: disponibilidad, efectividad y calidad.

Capítulo 8

Desarrollo de la Metodología

8.1 Filosofía Kaizen

Debido a que el TPM responde a la idea de mejora continua, compromiso, disciplina, disminución de fallos, aumento de eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de averías en el equipo. Este proyecto se basa en la filosofía Kaizen, la cual utiliza el Círculo de Deming como herramienta de la mejora continua.



Figura 8.1-1. Filosofía Kaizen para el desarrollo del plan piloto de TPM. Fuente: <http://www.manufacturainteligente.com/>

Las actividades por desarrollar en cada una de las etapas de la filosofía de Kaizen son las siguientes:

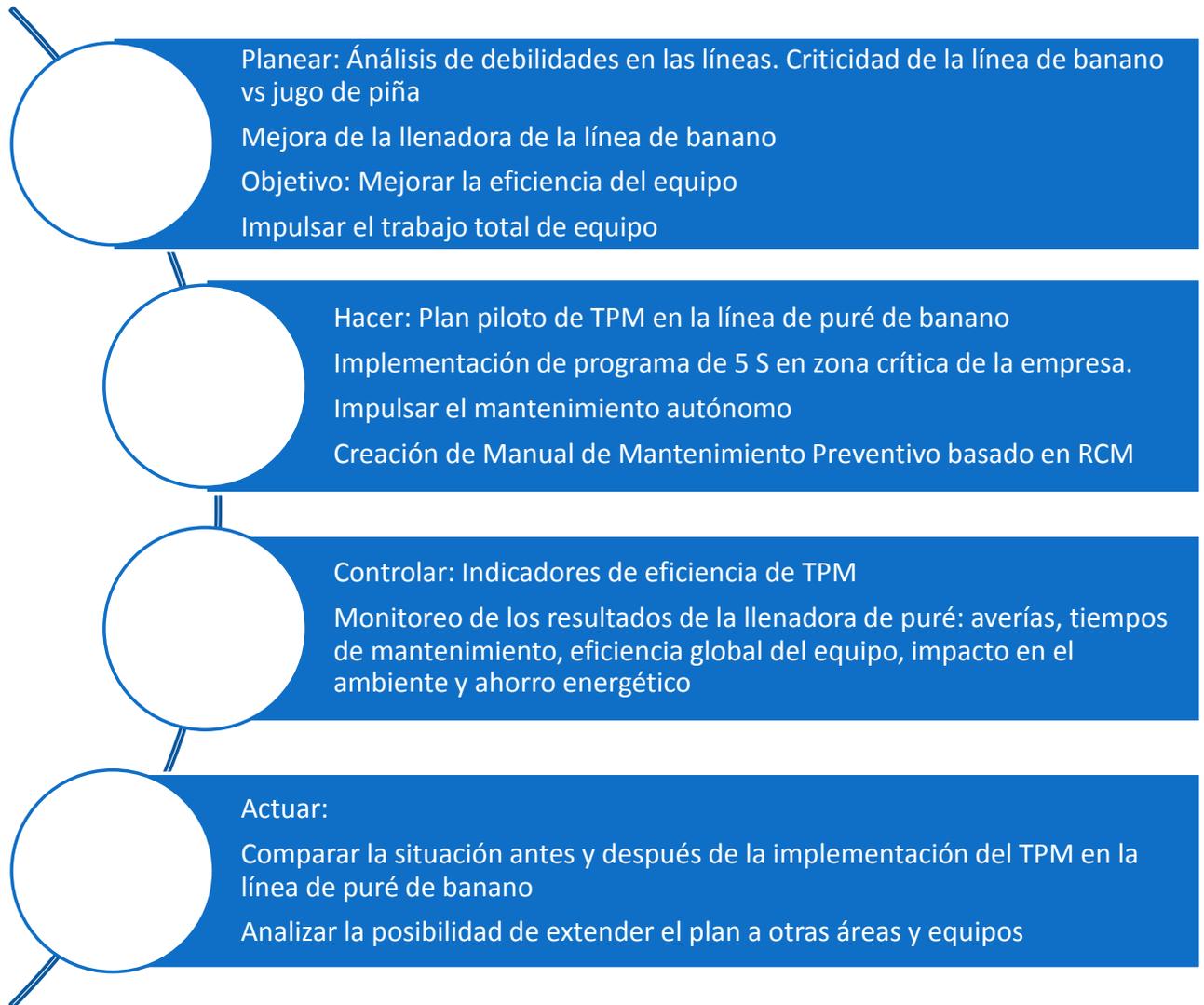


Figura 8.1-2. Etapas del ciclo de PDCA de la filosofía Kaizen. Fuente: <http://www.pdcahome.com/>.

El sistema de mejora continua del TPM se fundamenta en ocho pilares que al ser aplicados en una organización garantizan la obtención de mejoras en los sistemas productivos.

A continuación, la aplicación de los ocho pilares en Frutilight es:



Figura 8.1-3 . Pilares del Mantenimiento Productivo Total aplicados en Frutilight.

8.2 Preparación

Al seguir adecuadamente las etapas del Mantenimiento Productivo Total, se podrá tener una idea de qué acciones tomar en el campo en el que se aplique.

Con el fin de localizar una secuencia lógica de las causas y efectos en este proyecto para la aplicación del plan piloto de TPM en la línea de producción de puré de banano, se analiza la situación actual y se diseña el diagrama de Ishikawa para localizar el problema, el mismo se presenta en la siguiente figura:

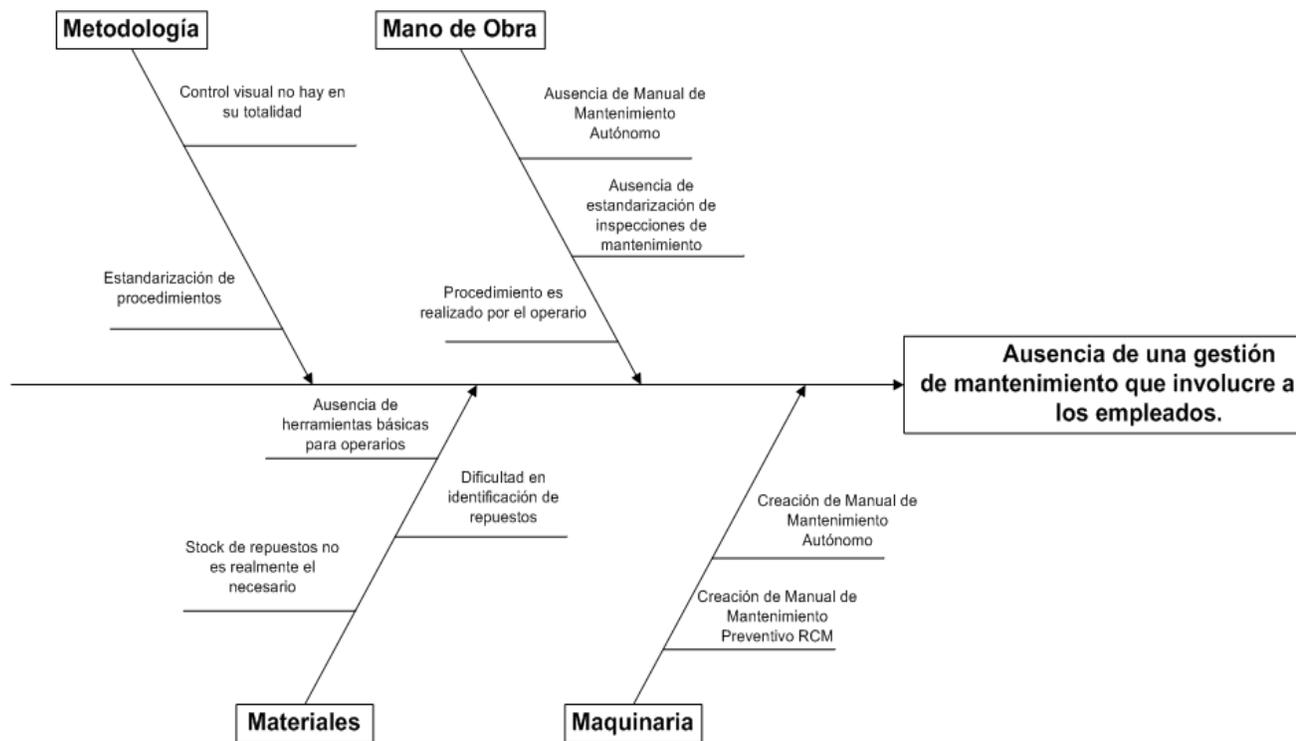


Figura 8.2-1. Diagrama de Ishikawa del problema que se desea atacar en la planta. Fuente: Propia

La etapa inicial del TPM es la preparación, en el que se tiene como idea dar a conocer de qué trata el Mantenimiento Productivo Total, los objetivos, los alcances, cuáles serán las zonas en las que se tome acción y cuál es el papel tan importante que toma el equipo de trabajo involucrado.

Algo importante es establecer el equipo promotor del TPM (tabla 8.2-1) en Frutilight que facilite estrategias eficaces para consolidar el TPM en la planta.

Nombre	Puesto
Hugo Leiva Araya	Gerente Producción
María Fernanda Barboza	Asistente de Producción
Iván Quesada	Jefe de Mantenimiento
Gustavo Solano	Jefe de Producción
Juan Pablo Arguedas	Calidad
Marcia Solís Blandón	Impulsora TPM

Tabla 8.2-1. Equipo promovedor del TPM. Fuente: 1. Propia

Debido a que el plan piloto de TPM busca promover el trabajo en conjunto, el equipo promotor debe ser multidisciplinario, para que esas estrategias del TPM y las mejorías del proceso cuenten con diferentes puntos de vista.

Por tanto, la estructura organizacional del programa de TPM ideal para Frutilight es aquella (fig. 8.2-2) que permita la comunicación continua entre departamentos, para que el programa de TPM continúe funcionando en la planta sin ningún obstáculo.

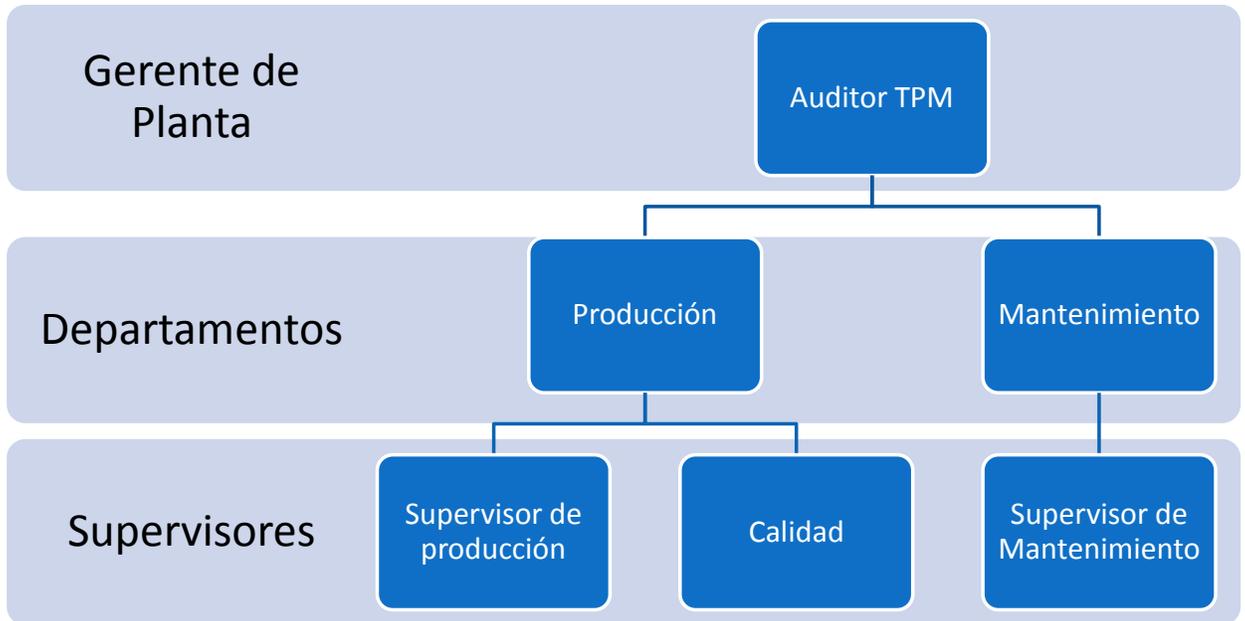


Figura 8.2-2. Estructura organizacional del TPM. Fuente: Propia.

En el siguiente diagrama de Gantt se observan las etapas en las que se dividió el proyecto de plan piloto de TPM.

Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	PLAN IMPLEMENTACIÓN TPM	97920 mins?	mié 8/13/14 9:00 AM	vie 5/22/15 7:00 PM
2	FASE DE INTRODUCCIÓN Y PREPARACIÓN	52110 mins	mié 8/13/14 9:00 AM	lun 1/12/15 3:30 PM
3	Etapa1) Proceso de aceptación de la alta dirección de aplicar TPM en Frutilight	2.15 mss	mié 8/13/14 9:00 AM	vie 10/10/14 7:00 PM
4	Etapa 2) Declaración de la Introducción del TPM: Fijación de objetivos y metas	0.95 mss	jue 11/13/14 9:00 AM	mar 12/9/14 7:00 PM
5	Etapa 3) Preparación del plan maestro para la implementación	0.95 mss	jue 11/13/14 9:00 AM	mar 12/9/14 7:00 PM
6	Etapa 4) Educación y Formación del TPM a operarios y equipo	30 mins	lun 1/12/15 3:00 PM	lun 1/12/15 3:30 PM
7	FASE DE INICIO	30 mins	lun 1/12/15 3:00 PM	lun 1/12/15 3:30 PM
8	Etapa 5) Lanzamiento del TPM	30 mins	lun 1/12/15 3:00 PM	lun 1/12/15 3:30 PM
9	FASE DE DESARROLLO	45240 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	vie 5/15/15 11:00 AM
10	Día de la gran limpieza	8 horas	sáb 1/24/15 9:00 AM	sáb 1/24/15 7:00 PM
11	Inicio Elaboración Manual 5's	360 mins?	vie 2/6/15 9:00 AM	vie 2/6/15 5:00 PM
12	Aplicación de cinco eses a la línea de banano	2 horas	sáb 1/24/15 9:00 AM	sáb 1/24/15 11:00 AM
13	Mantenimiento autónomo	480 mins?	jue 2/19/15 7:00 AM	jue 2/19/15 5:00 PM
14	Limpieza inicial	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM
15	Eliminación de focos de suciedad	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM
16	Establecer estándares	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM
17	Inspección general del equipo	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM
18	Inspección autónoma del equipo	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM
19	Organizar y ordenar el área de trabajo	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM
20	Completar la gestión autónoma de mantenimiento	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM
21	Mantenimiento Preventivo	34080 mins	mar 1/6/15 9:00 AM	lun 4/13/15 7:00 PM
22	Clasificación de las partes de la llenadora: sistema eléctrico, sistema mecánico, sistema neumático	180 mins	lun 4/13/15 4:00 PM	lun 4/13/15 7:00 PM
23	Análisis de todas las partes y su funcionamiento	200 mins	lun 4/13/15 3:40 PM	lun 4/13/15 7:00 PM
24	Realización del RCM	600 mins	lun 4/20/15 9:00 AM	mar 4/21/15 11:00 AM
25	Diseño de hoja de inspección	60 mins	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 10:00 AM
26	Estructuración y Administración del presupuesto	120 mins	vie 5/15/15 9:00 AM	vie 5/15/15 11:00 AM
27	FASE DE CONSOLIDACIÓN: BASE DE DATOS DE MANTENIMIENTO	2880 mins?	vie 5/15/15 9:00 AM	vie 5/22/15 7:00 PM
28	Verificar cuales son los pts a tomar en cuenta en el registro de equipos	480 mins?	vie 5/15/15 9:00 AM	vie 5/15/15 7:00 PM
29	Hacer el bosquejo de las columnas necesitadas en el programa	480 mins?	lun 5/18/15 9:00 AM	lun 5/18/15 7:00 PM
30	Evaluar cuál es el programa más idoneo para la base de datos	480 mins?	mié 5/20/15 9:00 AM	mié 5/20/15 7:00 PM
31	Iniciar el programa en access u otro paquete adecuado	480 mins?	mié 5/20/15 9:00 AM	mié 5/20/15 7:00 PM
32	Probarlo de manera que se agreguen equipos adicionales	480 mins?	vie 5/22/15 9:00 AM	vie 5/22/15 7:00 PM

Figura 8.2-3. Cronograma Gantt de actividades del plan piloto de TPM. Fuente: Propia.

La introducción se refiere al inicio real y puesta en marcha del TPM en la planta. Es la fase de implementación del TPM en la empresa.

Arranque del TPM

El proyecto inicia desde que se ofrece a la empresa Frutilight S.A la posibilidad de realizar proyecto de graduación enfocado en Gestión de Mantenimiento, de acuerdo con las necesidades que tenga la misma. Se hace el análisis correspondiente, y se llega a la conclusión de implementar el TPM en la planta, debido a las necesidades que se tenían tanto en el proceso de producción como en el Departamento de Mantenimiento. El propietario de la empresa accede a ello debido a que la planta tiene poco tiempo de haber arrancado y considera que es esencial la ayuda de un plan de gestión de mantenimiento adecuado que permita reordenar las tareas de mantenimiento y mejorar la eficiencia de los equipos mediante el monitoreo y mejora constante de las condiciones de operación. A continuación se muestra el análisis de por qué se elige el Mantenimiento Productivo Total.

8.2.1 Fase de implantación

Se procede a analizar qué equipo entre las dos líneas de producción existentes requiere de forma inmediata dicho plan piloto, partiendo del análisis de tres puntos:

- Costo de producción por tonelada métrica (comparación entre el jugo de piña y el puré de banano para evidenciar la criticidad de la línea de banano)
- Toneladas métricas de puré de banano y jugo de piña producidas por semana
- Tiempos perdidos entre ambas líneas

8.2.1.1 Costos de producción por línea

La tabla 8.2-2 de costos de producción por toneladas métrica por línea, evidencia que la línea más costosa es la de piña. A continuación se explica la razón.

COSTO PURE BANANO	Total	Costo TM	%
Materiales Específicos	\$103,855.31	\$63.60	16.6%
Materia Prima	\$236,821.33	\$145.03	37.8%
Costo MOD	\$107,190.06	\$65.64	17.1%
Costo MOI	\$36,007.62	\$22.05	5.7%
Costos Indirectos Fabricación	\$49,662.16	\$30.41	7.9%
Mantenimiento	\$30,076.37	\$18.42	4.8%
Máxima demanda	\$22,029.28	\$13.49	3.5%
Consumo de Gas	\$23,874.34	\$14.62	3.8%
Depreciaciones	\$17,179.34	\$10.52	2.7%
Costos Producción	\$626,695.80	\$383.79	100.0%

COSTO JUGO DE PIÑA	Total	Costo TM	%
Materiales Específicos	\$107,122.31	\$74.33	13.1%
Materia Prima	\$559,996.55	\$323.79	57.2%
Costo MOD	\$43,989.47	\$30.52	5.4%
Costo MOI	\$38,137.87	\$26.46	4.7%
Costos Indirectos Fabricación	\$52,600.23	\$36.50	6.4%
Mantenimiento	\$31,855.73	\$22.10	3.9%
Máxima demanda	\$23,332.55	\$16.19	2.9%
Consumo de Gas	\$25,286.78	\$17.54	3.1%
Depreciaciones	\$27,427.81	\$19.03	3.4%
Costos Producción	\$909,749.30	\$566.46	100.0%

Tabla 8.2-2. Costos de producción por línea para el mes de enero 2015. Fuente 1. Datos suministrados por el Departamento de Contabilidad de Frutilight, enero 2015.

En la tabla 8.2-2 se observa que el costo de producción de toneladas métricas totales de piña para el mes de enero es mayor que el de puré de banano debido a que el kilogramo de piña es hasta un 150% más caro que lo que cuesta un kilogramo de banano.

A pesar de lo anterior, el porcentaje de mantenimiento para el caso del puré de banano es de un 4.8% del total del costo producción versus el 3.9% del porcentaje de mantenimiento para el jugo de piña. Por ello se evidencia la necesidad de atacar este porcentaje, que corresponde a alrededor de \$30 076.37 mensuales, mediante el programa de Mantenimiento Productivo Total a través de manuales de mantenimiento preventivo y mantenimiento autónomo, además del monitoreo de índices, con el fin de reducir esos porcentajes.

En el siguiente gráfico, se observan las diferencias de costos de producción de toneladas métricas totales del mes de enero en dólares:

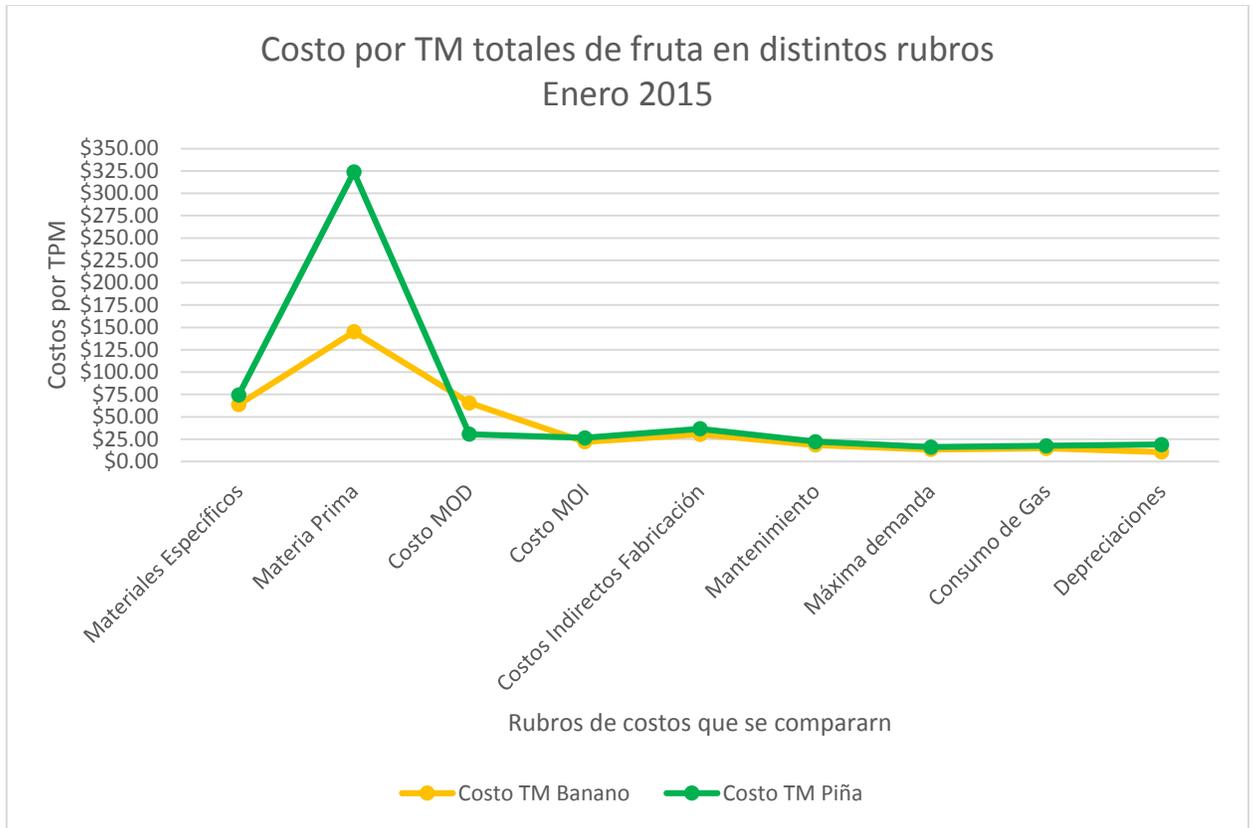


Figura 8.2-4. Costos de producción por línea. Fuente: Tabla 3.

En la figura 8.2-5 se observan los porcentajes que corresponden a cada rubro de los costos de producción para el jugo de piña y el puré de banano del total de toneladas métricas producidas en enero del 2015. Como ya se mencionó, en la figura 8.2-4 se evidencia que el costo de materia prima para el jugo de piña resulta ser mayor.

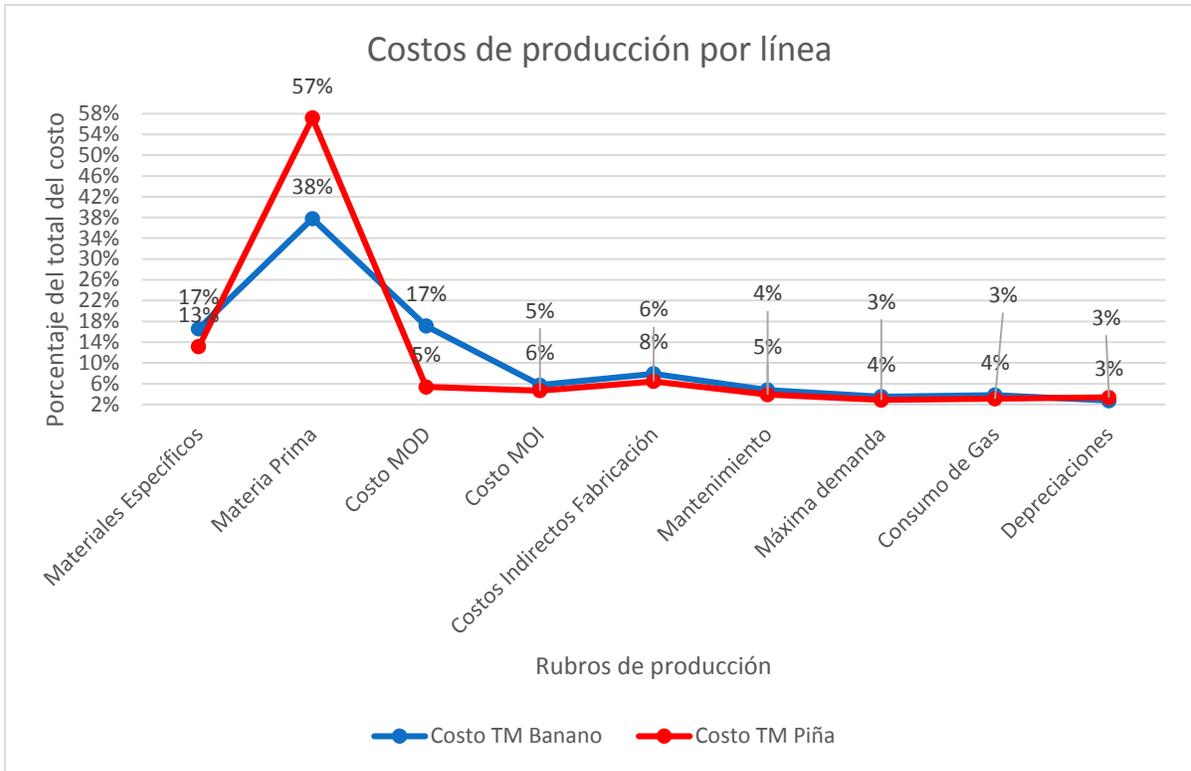


Figura 8.2-5. Porcentajes de costos de producción por línea de banano y piña del total de costo de producción.

Fuente 2: Tabla 3.

Sin embargo, el costo de mantenimiento sigue representando un porcentaje mayor del total de costos de producción para el caso de la línea de puré de banano. Esto se debe a la cantidad de equipos que se encuentran funcionando en la línea de banano diferente a los de la línea de piña, a continuación se presentan los equipos:

- Línea de banano:** 1) Volteador de bines, 2) tanque de almacenamiento, 3) elevador de fruta, 4) banda de producto con cáscara, 5) banda de producto limpio, 6) banda de desecho, 7) despulpador 1, 8) despulpador 2, 9) tolva de banano pelado, 10) termo enzimático 1, 11) termo enzimático 2, 12) termo enzimático 3, 13) desemillador, 14) tolva de semillas, 15) bomba tanque de balance, 16) bomba tanque de 8000 lts, 17) bomba de vacío, 18) homogenizador, 19) bomba de pistones, 20) termo de calentamiento SC 14, 21) termo de calentamiento SC 15, 22) termo de calentamiento SC 16, 23) termo de calentamiento SC 17, 24) termo

de calentamiento SC 18, 25) termo de calentamiento SC 19, 26) termo de calentamiento SC 20, 27) termo de calentamiento SC 21, 28) termo de calentamiento SC 22, 29) termo de calentamiento SC 23, 30) termo de calentamiento SC 24, 31) termo de calentamiento SC 25, 32) termo de calentamiento SC 26, 33) detector de metales, 34) triple tubo de enfriamiento, 35) sistema de limpieza CIP, 36) llenadora.

- **Línea de piña:** 1) Tanque de 400 l, 2) tanque de prensas, 3) tornillo de decanter, 4) tornillo de prensas, 5) tornillo de extractora, 6) tornillo de tolva de desecho, 7) extractora, 8) banda inclinada de pila, 9) banda de selección, 10) banda curva, 11) banda de cepillos, 12) banda inclinada, 13) prensa No.1, 14) prensa No.2, 15) transportador de cadenas #1 y #2, 16) rampa de camiones, 17) pila (bomba), 18) bomba de lóbulos, 19) bomba P01, 20) bomba de vacío P08, 21) bomba centrífuga P4, 22) bomba centrífuga P5, 23) bomba centrífuga P6, 24) bomba centrífuga P7, 25) detector de metales, 26) tanque de 10 000 l, 27) tanque Alrox, 28) llenadora de jugo de piña.

8.2.1.2 Toneladas métricas producidas por semana

Otro aspecto para analizar la criticidad de la línea de banano es la cantidad de toneladas métricas producidas. El siguiente gráfico muestra que de la semana 4 en adelante se produce mayor cantidad de toneladas de puré de banano que de jugo de piña. Esto evidencia que los equipos de la línea de banano son los que más cantidad de horas deben trabajar y que, por la naturaleza química del banano, son los que más se deterioran en su funcionamiento.

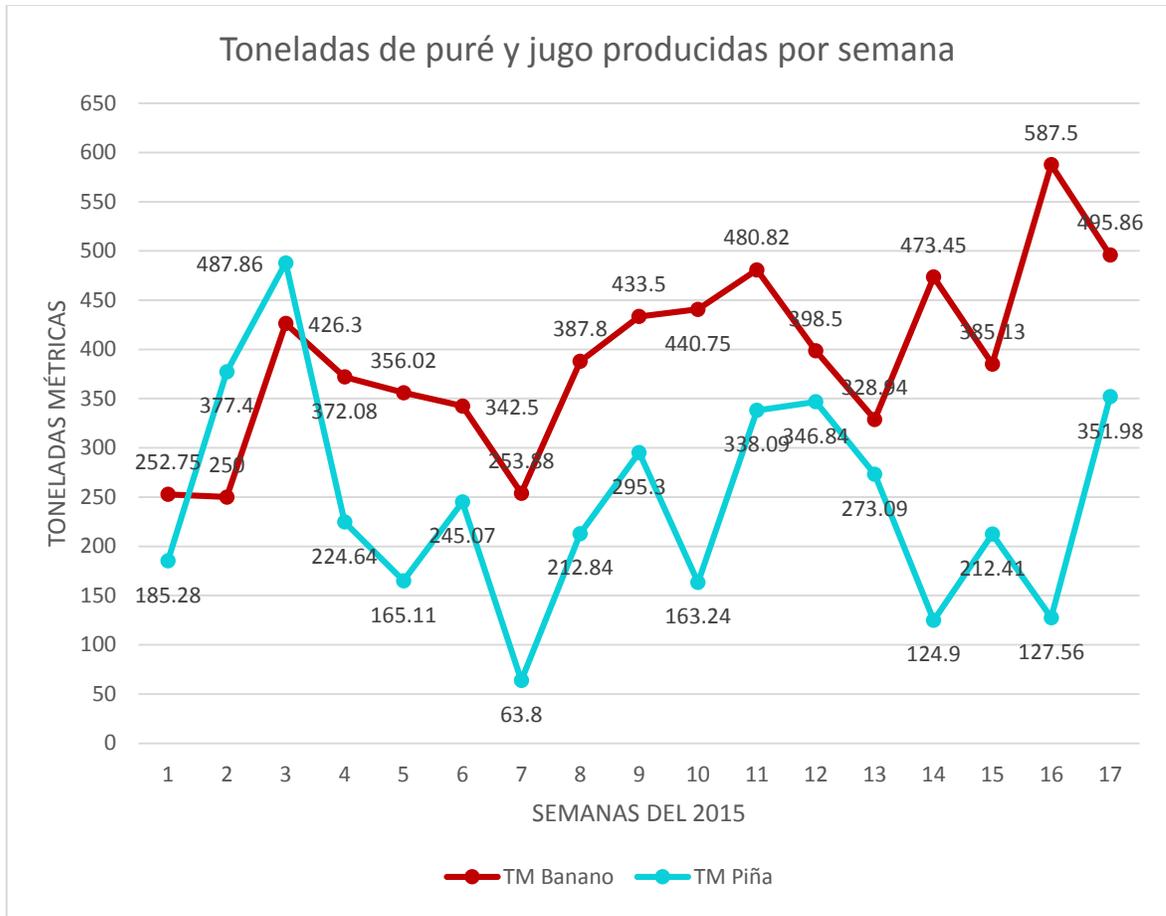


Figura 8.2-6. Gráfico de toneladas de puré de banano y jugo de piña de semana 1 a semana 17 de 2015. Fuente: Frutilight.

8.2.1.3 Tiempos perdidos

En la tabla 8.2-3, se toman los equipos más críticos en cuanto a cantidad de tiempos perdidos desde enero 2014 a octubre:

Tabla 8.2-3. Lista de equipos más críticos en la línea.

Equipo	Tiempos perdidos (min)
Desemillador	373
Llenadora Astepo	4676
Caldera	786
Peladora	928
Tornillo sin fin M112	65
Despulpadora	491
Homogenizadora	178
P03	189

Bomba mono	35
VLA	30
Extractora	1592
Bomba ácido ascórbico	45
Prensas	2372
Decanter	346
V-20	47
Bomba P-04	42
P-01	492
Bomba de vacío	477
Chiller	16

Fuente 3: Datos suministrados por el Departamento de Mantenimiento.

El resultado del análisis realizado con Pareto es el siguiente:

Tabla 8.2-4. Resultado de análisis de Pareto.

Equipo	Tiempo (min)	Tiempos acumulados (min)	% Total	% Acumulado
Llenadora de banano	4676	4676	35.478	35.478
Prensas	2372	7048	17.997	53.475
Extractora	1592	8640	12.079	65.554
Peladora	928	9568	7.041	72.595
Caldera	786	10354	5.964	78.558
P-01	492	10846	3.733	82.291
Despulpadora	491	11337	3.725	86.017
Bomba de vacío	477	11814	3.619	89.636
Desemillador	373	12187	2.830	92.466
Decanter	346	12533	2.625	95.091
P03	189	12722	1.434	96.525
Homogenizadora	178	12900	1.351	97.876
Tornillo sinfín	65	12965	0.493	98.369
V-20	47	13012	0.357	98.725
Bomba ácido ascórbico	45	13057	0.341	99.067
Bomba P-04	42	13099	0.319	99.385
Bomba mono	35	13134	0.266	99.651
VLA	30	13164	0.228	99.879
Chiller	16	13180	0.121	100
Total	13180			

Fuente 4. Datos suministrados por parte del Departamento de Mantenimiento.

El gráfico del análisis de Pareto se muestra a continuación:

Análisis de Pareto del equipo crítico de las dos líneas: banano y piña.

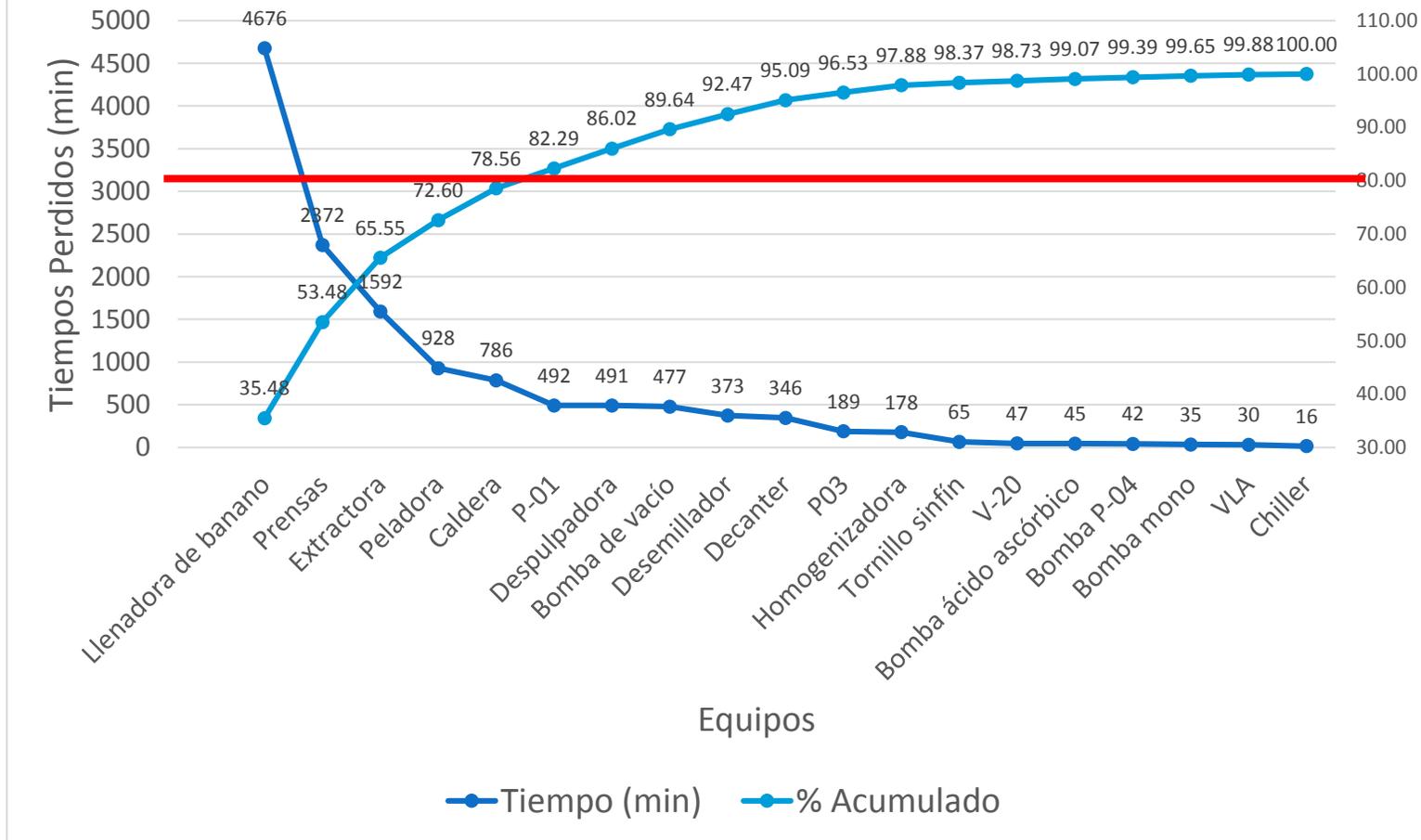


Figura 8.2-7. Análisis de Pareto de equipos de la línea de banano. Fuente: Propia,

Los tres análisis anteriores evidencian la criticidad de la línea de banano en cuanto a tiempos perdidos, toneladas métricas de producto obtenidas por semana y costos de producción y porcentaje de costo de mantenimiento.

Por lo anterior, se toman los equipos de la línea de banano y se analiza su criticidad mediante tablas que muestra la incidencia que tienen los mismos en cuanto a calidad del producto, impacto ambiental, impacto en la línea de producción, impacto en la línea total, etc.

A continuación, se explica el análisis que justifica por qué este proyecto se basa en la llenadora ASTEPO como parte del equipo crítico de la línea de producción de puré de banano.

8.2.1.4 Determinación de criticidad de equipos



Figura 8.2-8. Diagrama de flujo del proceso de puré de banana. Fuente: Frutilight S. A. Diseño: propio.

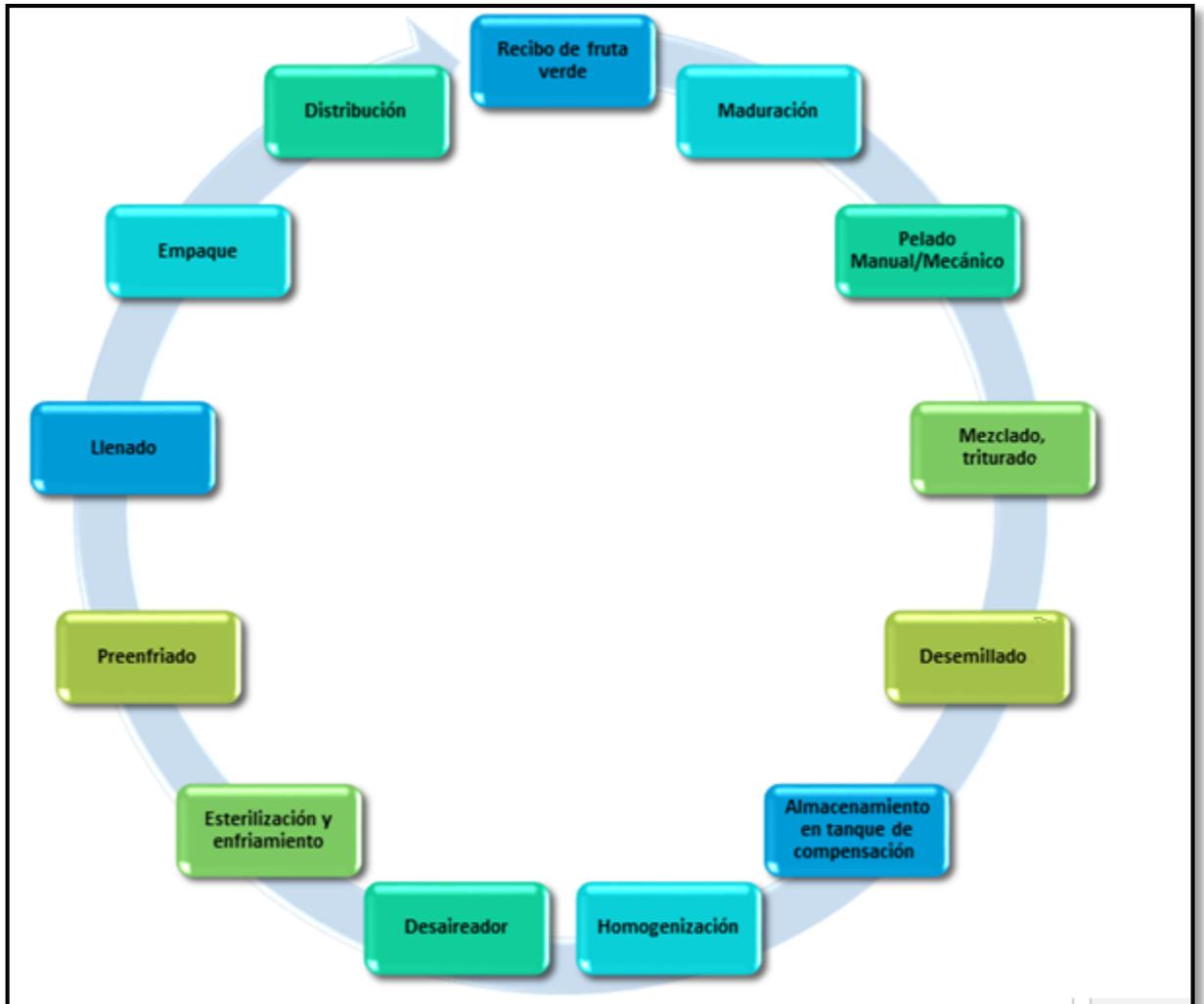


Figura 8.2-9. Ciclo de producción de la línea de producción de puré de banana. Fuente: Propia.

El diagrama de flujo anterior muestra las etapas por las que pasa el banana desde su recepción hasta su transformación en puré. En el siguiente esquema se muestran los equipos que intervienen:

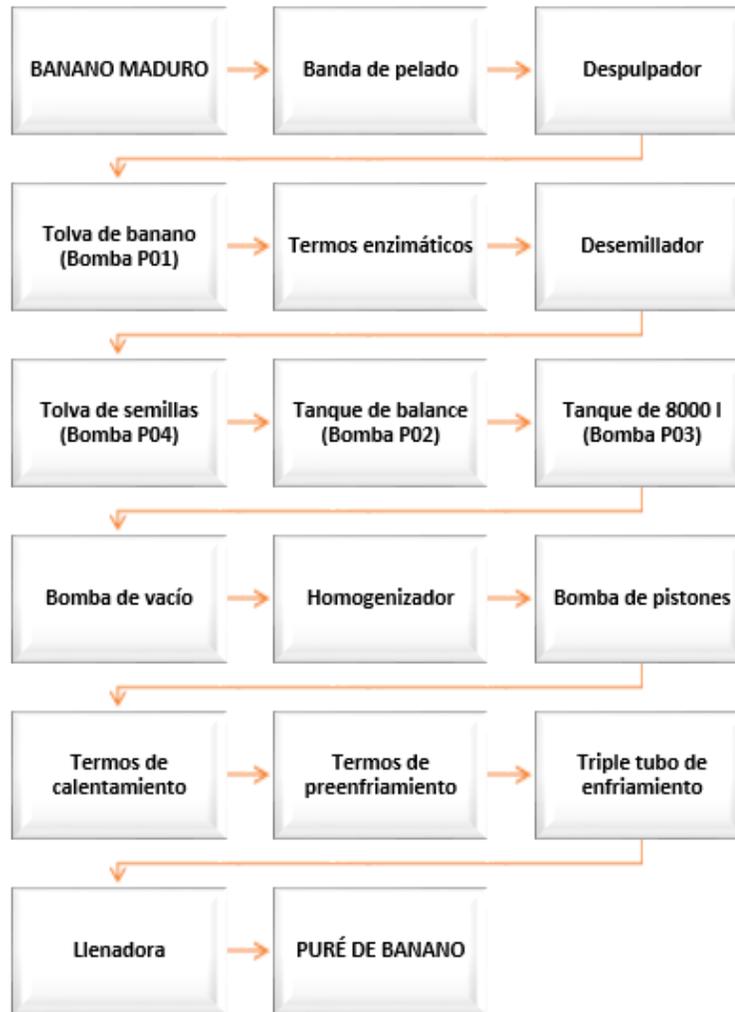


Figura 8.2-10. Diagrama de flujo de los equipos que intervienen en el proceso de puré de banano. Fuente: Propia.

Los equipos anteriores son los que intervienen en el proceso de puré de banano. Se establece la criticidad de los mismos de la siguiente manera:

Tabla 8.2-5. Criterios de evaluación de criticidad de equipos

Criterios de evaluación		Definición
A	Impacto en la seguridad	Medida en que una falla provoca la exposición a riesgos en salud e higiene ocupacional, tanto a los colaboradores como a la comunidad.
B	Impacto en el medio ambiente	Medida en que una falla produce emanaciones de gases, partículas en suspensión, derrames químicos, contaminación de aguas y tierra.
C	Impacto en la producción total	Medida en que su falla provoca el riesgo de un paro TOTAL de la planta de producción.
D	Impacto en la producción de línea	La falla del equipo provoca el riesgo de un paro total a la línea específica de producción donde se encuentra este equipo.
F	Impacto en la integridad de otros equipos	Por su inadecuada operación provoca daños a otros equipos.
G	Impacto en la calidad	Provoca una alteración directa en la calidad de los procesos productivos, no cumpliéndose los parámetros de calidad e inocuidad establecidos por Frutilight.
H	Valor económico	Precio de la máquina.
	Dificultad de adquisición	Su disponibilidad de repuestos no es inmediata y la importación del equipo o instalación requiere de un tiempo prolongado.

Fuente 5. Programa de mantenimiento Irex Costa Rica.

Para la tabla de criticidad de los equipos, se toman todos los equipos presentes en la línea de banano (esto porque es la línea en la que mayor cantidad de horas deben trabajar los equipos: 8 turnos semanales de 8 horas cada uno: 64 horas en total).

La escala de calificación para los criterios de evaluación es la siguiente:

- 0 = Nada importante.
- 1 = Poco importante
- 2 = Importante.
- 3 = Muy importante.

Se considera un equipo crítico si la calificación es igual o mayor que 12 puntos, y no crítico si la calificación es menor que 12.

También se considera crítico si obtiene una puntuación de tres en el criterio de producción total o en el criterio de impacto en la producción de línea.

Con los criterios anteriores, se toman en cuenta todos los equipos de la línea de puré de banano que se muestran en la tabla 6 de estudio de criticidad de los equipos:

Tabla 8.2-6. Estudio de criticidad de los equipos de la línea de puré de banano.

Equipos		A	B	C	D	E	F	G	H	Suma
1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	0	0	1	1	0	1	2	1	6
2	VOLTEADOR DE BINES	0	0	1	1	0	0	1	0	3
2	ELEVADOR DE FRUTA	0	0	1	1	0	0	1	1	4
4	BANDAS DE PELADO	0	0	3	3	1	2	1	1	11
5	DESPULPADOR	0	0	2	2	1	3	1	1	10
6	TOLVA BANANO PELADO (P-01)	0	0	3	3	1	2	2	2	13
7	TERMOS ENZIMÁTICOS	1	0	1	1	2	3	3	3	14
8	DESEMILLADOR	1	0	3	3	2	3	1	1	14
9	TOLVA DE SEMILLAS (P-04)	0	0	3	3	2	3	1	1	13

10	BOMBA TANQUE DE BALANCE (P-02)	1	0	3	3	2	3	2	2	16
11	BOMBA TANQUE DE 8000 LTS (P-03)	1	0	3	3	2	3	2	2	16
12	BOMBA DE VACIO	0	0	3	3	3	3	2	2	16
13	HOMOGENIZADOR FBF	0	0	3	3	3	3	2	2	16
14	BOMBA DE PISTONES	0	0	3	3	3	3	2	2	16
15	VOTATOR-TERMOS CALENTAMIENTO	0	0	1	1	3	3	3	3	14
16	VOTATOR-TERMOS PREENFRIAMIENTO	0	0	1	1	3	3	3	3	14
17	TRIPLE-TUBO ENFRIAMIENTO	0	0	3	3	3	3	3	2	17
18	LIMPIEZA C I P	0	2	1	1	2	3	2	2	13
19	BOMBA ÁCIDO CÍTRICO	2	2	2	1	1	3	3	3	17
20	BOMBA ÁCIDO ASCÓRBICO	2	2	2	1	1	3	3	3	17
21	LLENADORA ASTEPO	0	0	3	3	0	3	3	3	15

Fuente 6. Propia.

El TPM tiene entre sus objetivos el de mejorar la efectividad del equipo. Por ello, a partir de datos de tiempos perdidos manejados por el departamento de mantenimiento, y relacionando dichos datos con los costos de producción, se toman los equipos de la línea de banano y se analiza mediante Pareto los equipos más importantes que requieren la aplicación de un plan de mantenimiento.

En la tabla 6 se muestra que, debido a la naturaleza de la línea de producción, varios de los equipos de la tabla 7 resultaron ser críticos. Así, para tomar el 20% de ellos que provoca el 80% de las consecuencias negativas en la producción, se toman en cuenta los tiempos perdidos que hayan ocurrido en alguno de ellos en un período de tres meses; específicamente, de noviembre del 2014 a enero del 2015.

Tabla 8.2-7. Lista de equipos más críticos en la línea.

Equipo	Tiempos perdidos (min)
Llenadora	1430
Sistema aséptico	1128
Peladoras	520

Bandas de selección	302
Termos enzimáticos	223
Homogenizadora	85
Desemilladora	65
Bomba de vacío	65
Bomba P02	54
Bomba P03	40
Bomba ácido ascórbico	30

Fuente 7. Datos suministrados por el Departamento de Mantenimiento.

El resultado del análisis realizado con Pareto es el siguiente:

Tabla 8.2-8. Resultado de análisis de Pareto a los equipos con calificación igual o mayor de 12 en su criticidad.

Equipo	Tiempos perdidos (min)	Tiempos acumulados (min)	%Total	% Acumulado
Llenadora	1430	1430	0.3628	0.3628
Sistema aséptico	1128	2558	0.2861	0.6489
Peladoras	520	3078	0.1319	0.7808
Bandas de selección	302	3380	0.07661	0.8574
Termos enzimáticos	223	3603	0.05657	0.9140
Homogenizadora	85	3688	0.02156	0.9356
Desemilladora	65	3753	0.01648	0.9520
Bomba de vacío	65	3818	0.01648	0.9685
Bomba P02	54	3872	0.01369	0.9822
Bomba P03	40	3912	0.01014	0.9924
Bomba ácido ascórbico	30	3942	0.00761	1
Total	3942			

Fuente 8. Diseño y análisis realizado por la autora con datos tomados de la tabla 4.

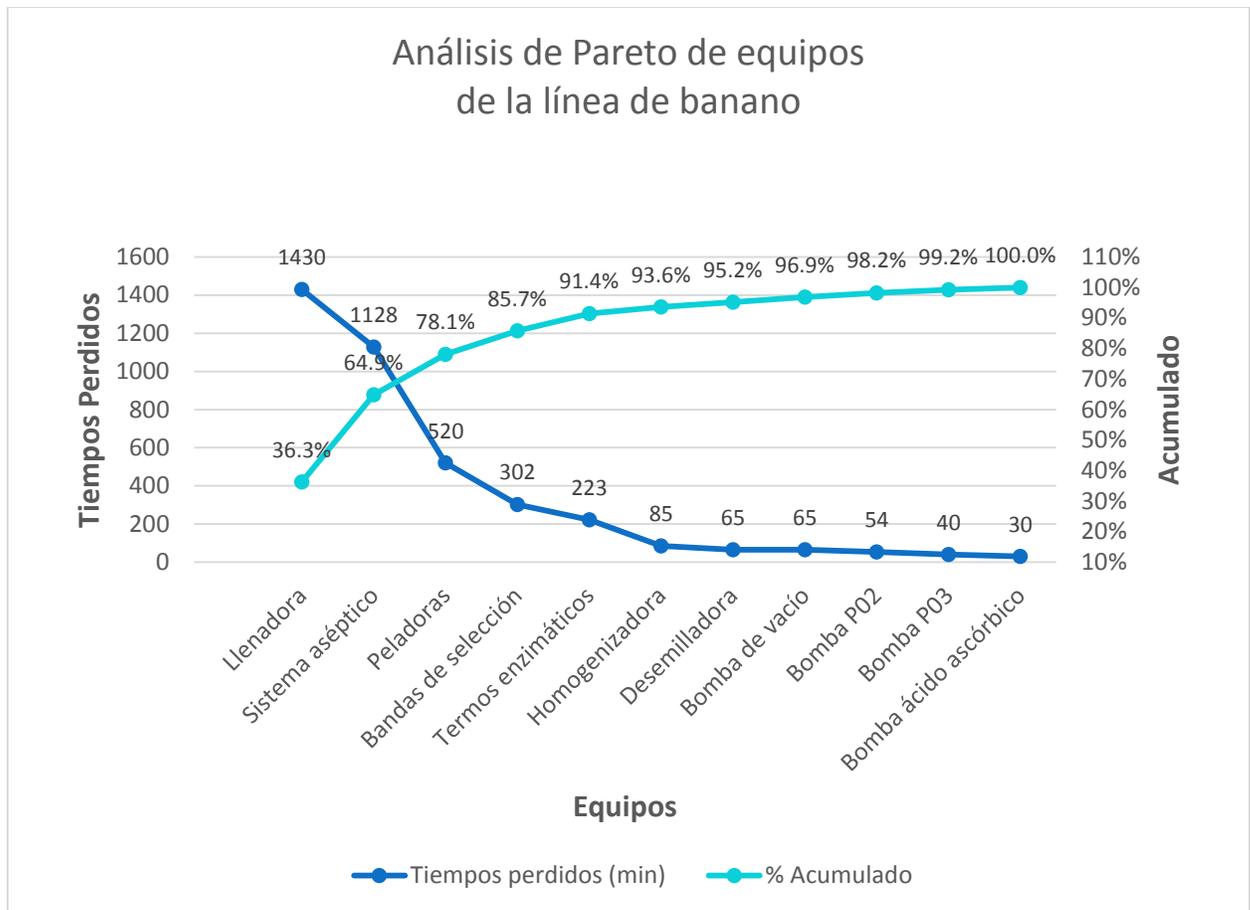


Figura 8.2-11. Análisis de Pareto de equipos de la línea de banano. Fuente: Propia.

El resultado de la tabla 8 de análisis de Pareto indica que, de la tabla 5 sobre el estudio de criticidad de los equipos de la línea de puré de banano, los que deben considerarse como críticos son: la llenadora de puré, el sistema aséptico y las peladoras mecánicas, ya que estos provocan el 80% de los tiempos perdidos. Sin embargo, el equipo en el cual se va a aplicar el plan piloto de TPM con el fin de mejorar la productividad de la línea es la llenadora de puré de banano.

Condiciones de la llenadora de puré de banano:

- Requiere de dos operarios.
- Se procesa banano generalmente 8 turnos semanales (total 64 horas/semana).

- El costo de tener a dos operarios en el equipo es en total de ₡4250 por hora (₡2125 hora/operario).
- El costo de venta por tonelada métrica para jugo de piña y puré de banano es la siguiente:

Tabla 8.2-9. Costo de venta unitario por tonelada métrica de puré de banano y de jugo de piña.

Mes	Noviembre	Diciembre	Enero	Promedio
Costo Unidad Venta. Piña TM	\$675.04	\$620.12	\$713.82	\$669.66
Costo Unidad Venta. Banano TM	\$495.12	\$466.53	\$471.84	\$469.19

Fuente 9. Datos suministrados por el Departamento de Contabilidad.

- La llenadora cuenta con dos cabezales, los cuales, por la naturaleza de su diseño, trabajan de forma intercalada: con un flujo de producto promedio de 8000 kg/hr toda la llenadora despacha 8 toneladas, lo que quiere decir que son 4 toneladas por cada cabezal.

Debido a que el flujo promedio que se maneja en la línea de puré de banano es de 8000 kg/hr, si uno de los cabezales de la llenadora (figura 18) se encuentra detenido por alguna falla eléctrica o mecánica, esto implica un bajo flujo del producto. Si se detienen los dos cabezales, el llenado se suspende por completo. Los costos y análisis de estos eventos se observan en las tablas 8.2-10 y 8.2-11 a continuación:

Tabla 8.2-10. Toneladas métricas por hora despachadas a un flujo máximo de puré en la línea utilizando uno o los dos cabezales de la llenadora

Flujo de puré de banano (kg/hr)	Producto despachado con los dos cabezales funcionando. (TM/hr)	Producto despachado con un cabezal funcionando (TM/hr)	Rendimiento del despacho de TM. (%)
8000	8	4	50

Fuente 10. Información suministrada por departamento de producción.



Figura 8.2-12. Llenadora ASTEPO. Fuente: Manual de uso y Mantenimiento de Alfa Laval.

- Considerando lo anterior, el costo de que el llenado esté detenido en la línea de puré de banano es el siguiente:

Tabla 8.2-11. Costo total de que la llenadora de puré de banano se encuentre detenida una hora

Gasto	Costo llenadora funcionando con un cabezal		Costo llenadora detenida 100%	
	Cantidad	Costo total (₡)	Cantidad	Costo total (₡)
Operarios totales de la línea	211	1,031,653.76	211	1,031,653.76
TM banano/hora despachadas	4	1,013,450.4	0	2,030,654.32
Costo Total (₡)	2,045,104.16		3,062,308.08	

Fuente 11. Tabla 8.

La tabla 8.2-11 explica la criticidad y severidad de que la llenadora realice un 50% o 0% de su operación normal. El TPM busca erradicar esas consecuencias que en registro de tiempos perdidos han sucedido por las razones que a continuación se explican.

El registro de las causas de los equipos críticos en la línea se muestra a continuación, mediante datos tomados de tiempos perdidos de noviembre del 2014 a enero del 2015, con el fin de y evidenciar cuáles son los puntos débiles de la planta que afectan el funcionamiento de la llenadora de puré de banano, así como el aporte que el TPM puede hacer para mermar esos problemas.

Tabla 8.2-12. Tiempos perdidos, causas y consecuencias en la llenadora

Semana	Fecha	Turno	TP (min)	TP (horas)	Tipo	Causa	Consecuencia
45	2-Nov	I	30	0.5	Falla de equipo	Problemas con cabezal No.2, no despata los tapones de la bolsa	Bajo flujo
45	3-Nov	I	15	0.3	Falla de equipo	Problemas con conveyor de llenadora No.1	Bajo flujo
45	4-Nov	II	75	1.3	Falla de equipo	Problemas con cabezal No.2, las pinzas que saca el tapón se quebró la base que sujeta resorte	Bajo flujo
45	4-Nov	II	80	1.3	Falla de equipo	Problemas con cabezal No.1, problemas con mordazas, agarra tapón y lo rompe	Bajo flujo
45	5-Nov	II	85	1.4	Falla de equipo	Se quiebran mordazas de cabezal No.1, Llenadora #2	Bajo flujo
45	6-Nov	I	35	0.6	Falla de equipo	Problemas con cabezal No.1, llenadora #1	Bajo flujo
45	7-Nov	I	25	0.4	Falla de equipo	Problemas con llenadora #1, cabezal No.1 problemas con destapadora	Bajo flujo
46	12-Nov	II	60	1.0	Falla de Equipo	Problemas con sensor de cabezal No.2 de llenadora #1	Bajo flujo
46	12-Nov	III	90	1.5	Falla de Equipo	Problemas con llenadora #2, cabezales no abren válvula de llenado	Esterilizando ambos cabezales
46	13-Nov	II	120	2.0	Falla de equipo	Problemas con mordazas de llenadora #2	Bajo flujo
46	13-Nov	III	180	3.0	Falla de equipo	Problemas con mordazas de llenadora #2	Bajo flujo
47	17-Nov	I	35	0.6	Falla de equipo	Problemas con llenadora #1, cabezal No.2 se le quebró tornillo de las mordazas	Bajo flujo
47	17-Nov	III	110	1.8	Mala operación	Llenadora no daba aprobación de llenado, esto porque el operación no había subido presión de aire, además fuga en sms de tubería de retorno	Esterilizando llenadora
47	18-Nov	I	60	1.0	Falla de equipo	Problemas con la destapadora, llenadora No.1, cabezal No.2	Inicia llenado
47	18-Nov	II	110	1.8	Falla de equipo	Problemas con cabezal No.2 mordazas flojas, llenadora #1	Bajo flujo

47	20-Nov	I	35	0.6	Falla de equipo	Problemas con mordazas de cabezal No.1	Bajo flujo
47	20-Nov	II	10	0.2	Falla de equipo	Problemas con cabezal No.2, problemas con mordazas	bajo flujo
48	26-Nov	II	72	1.2	Falla de equipo	Problemas con mordazas de cabezal No.2	Esterilizando cabezal
51	16-Dec	I	25	0.4	Falla de equipo	Problemas con llenadora, no quita la tapa en ninguna de las 2 cámaras	Llenado detenido
51	18-Dec	I	15	0.3	Falla de equipo	Cámara No.2 no tapa bien las bolsas	Salen estañones a reproceso
52	21-Dec	I	45	0.8	Falla de equipo	Se llena con sólo cámara No.2, ya que la No.1 tiene en mal estado el roscador de peróxido	Bajo flujo
52	27-Dec	I	30	0.5	Falla de equipo	Problemas con cámara No.1 con mordazas	Bajo flujo
1	30-Dec	II	20	0.3	Falla de equipo	Problemas eléctricos con motores de llenadora	Llenado detenido
1	3-Jan	III	13	0.22	Falla de equipo	Se bajan las barreras de vapor de cámara No.2	Llenado detenido
1	3-Jan	III	20	0.33	Falla de equipo	Problemas con cámara No.2	Bajo flujo
3	13-Jan	II	10	0.2	Falla de equipo	Problemas con cámara No.1	Bajo flujo
5	28-Jan	I	25	0.4	Falla de equipo	Problemas con cámara No.2, mucha presión de vapor	Bajo flujo
		Total	1430	minutos	Minutos promedio por mes	476.67	
			23.83	horas	Horas promedio por mes	7.94	
					Costo 2 operarios/mes	50308.19	

. Fuente 12. Datos suministrados por el Dpto de Mantenimiento de Frutilight.

8.2.1.5 Matriz de las 16 grandes pérdidas

La mejora de la efectividad de los equipos se logra eliminando las 16 grandes pérdidas. A partir de la tabla 12 de las causas y consecuencias de tiempos perdidos en la llenadora de puré de banano, se diseña la siguiente matriz de 16 grandes pérdidas que permite localizar los puntos débiles que provocan una baja efectividad en la producción.

Tabla 8.2.1.5-1. Matriz de las 16 grandes pérdidas en la llenadora de puré de banano.

	Pérdidas					
	Pérdidas por avería	Mediciones y Ajustes	Pérdidas por arranques	Organización de la línea	Pérdidas por defectos de calidad y retrabajos	Herramientas, moldes, accesorios
Descripción de falla	Problemas con sensor saca tapón de cabezales	Calibración y ajuste de saca tapón de cabezales	Sensor de conveyors	Orden y organización del área	Pérdida de esterilidad	Ausencia de establecimiento de stock de repuestos
Producción	Operarios no están capacitados en la resolución de ajustes mínimos en el equipo.	1) Ausencia total de parámetros de ajustes. Falta de estandarización de procedimiento. Personal rota. 2) Personal operativo carece de capacitación. 3) Operarios no cuentan con herramientas mínimas para dichos ajustes. 4) La información de los parámetros límites permitidos de temperaturas y presiones en el sistema no se	1) Pérdida de tiempo: planificación inadecuada de las labores de mantenimiento en la llenadora. 2) Realización de chequeos de estado de producción al inicio de cada turno.	1) Personal de la línea no tiene la cultura de ordenar, limpiar su área de trabajo por iniciativa propia. 2) Ausencia de documentación y estandarización de labores.	En el panel de la llenadora no se controla la temperatura de llenado, sólo se chequea y se abre la válvula principal en caso de necesitar más vapor.	Los operarios tampoco cuentan con las herramientas para los ajustes e inspecciones mínimas del equipo. Los técnicos mecánicos y eléctricos deben trabajar con los repuestos que

		encuentran indicados en el área de trabajo.				haya, no con los necesarios.
	Pérdidas por avería	Mediciones y Ajustes	Pérdidas por arranques	Organización de la línea	Pérdidas por defectos de calidad y retrabajos	Herramientas, moldes, accesorios
Mantenimiento	Debido a falta de stock de repuestos, la calidad del mantenimiento no es adecuada.	Ausencia de un programa de mantenimiento autónomo detallado en el que el operario también se involucre.	Priorización adecuada de los trabajos de mantenimiento en la llenadora.	Ausencia de un programa de control de ordenamiento y limpieza de áreas que mejore el ambiente de trabajo.	Ausencia de mantenimiento preventivo con una frecuencia adecuada (o-rings)	Debido a que no se encuentran disponibles todos los repuestos, los técnicos deben realizar mantenimientos "a medias" o reparaciones temporales sin atacar definitivamente el problema.

Calidad	El mantenimiento inadecuado y sin planificar provoca que la llenadora no destape adecuadamente.	Esta falla ocasiona que se dañen y derritan los tapones de las diferentes bolsas de llenado.	El mal funcionamiento de los sensores provoca que los operarios manejen los conveyors manualmente.	Áreas de trabajo obstruidas ocasionalmente por objetos innecesarios, suciedad en las zonas.	Al perder esterilidad el llenado se detiene, ausencia de vapor provoca reprocesos por contaminación del producto.	Ausencia de repuestos provoca que la calidad con la que trabaja la llenadora no sea la idónea y que la disponibilidad baje debido a tiempos perdidos.
	Pérdidas por avería	Mediciones y Ajustes	Pérdidas por arranques	Organización de la línea	Pérdidas por defectos de calidad y retrabajos	Herramientas, moldes, accesorios
Costo	Pérdida de tiempo porque evita que se cumpla la producción semanal planificada.	Debido a la esterilidad tan estricta que debe tener el producto, lo anterior provoca que deba desecharse la bolsa y si ya la bolsa está llena de producto se reprocesa.	Pérdida de tiempo productivo en mano de obra directa por realización de trabajos de mantenimiento.	Al no limpiar con mayor frecuencia y no mantener ordenadas las áreas, influye en un requerimiento mayor de tiempo, personal y materiales para dichas labores.	Implica costo adicional de tiempo, de mano de obra y de producto y materiales adicionales que se necesiten.	Se incide en costos de producción, pues el equipo va sufrir averías por reparaciones temporales, horas de mano de obra debido a que los técnicos deberán intervenir.

Entrega	Atrasos en el llenado de producto, bajo flujo y velocidad de llenado.	Reparación provoca indisponibilidad del equipo y por ende baja eficiencia de despacho de producto a almacenamiento.	Atrasos pues provoca que el despacho de producto pierda velocidad.	Lo anterior provoca mayor tiempo de movimientos	El tiempo se alarga, por atrasos. Tiempo de despacho se alarga y el rendimiento de producción baja.	Atrasos en el llenado, bajo flujo por averías en alguno de los cabezales. En la bodega de insumos hay retrasos de despacho de repuestos por desconocimiento y desorden.
	Pérdidas por avería	Mediciones y Ajustes	Pérdidas por arranques	Organización de la línea	Pérdidas por defectos de calidad y retrabajos	Herramientas, moldes, accesorios
Seguridad y Ambiente	No aplica.	No aplica.	No aplica.	La seguridad de los operarios y personas que transiten en las áreas se ve afectada por obstaculización.	No aplica.	No aplica.
Moral	1) Existe un desfase en el rendimiento de la producción del banano versus lo proyectado semanalmente. 2) Frustración a los operarios por ser una falla recurrente.	Preocupación a los llenadores de turno debido a la constancia de las fallas.	Frustración en los trabajadores pues se altera su operación normal.	N/A	Metas de producción no se ven alcanzadas en cuanto al porcentaje de rendimiento de banano establecido (42% convencional y 48% orgánico)	N/A

Imagen	Indiferencia de lo anterior pues es un problema que tiene meses de ocurrir.	Imagen de los operarios afectada. Fallas crónicas.	El equipo de mantenimiento ve afectada su imagen.	El ambiente laboral no es el adecuado: desorden y suciedad inciden en la eficiencia de los trabajos.	Imagen de departamentos de producción y mantenimiento se ven afectados.	Imagen del departamento de mantenimiento deteriorada.
--------	---	--	---	--	---	---

Fuente: 2. Matriz diseñada por la autora.

El análisis de la matriz anterior de las 16 grandes pérdidas de la tabla 8.2.1.5-2 en la línea de banano evidencia la necesidad de aplicar un programa de Mantenimiento Productivo Total, para eliminar esas dificultades. Para lograr lo anterior, se requiere la aplicación de técnicas y disciplinas organizacionales, que deben ser fundamentadas en la conservación del equipo, su mantenibilidad y su diseño:

- a) La tabla 8.2.1.5-3 de las 16 grandes pérdidas, demuestran la necesidad de implementar un Manual de Mantenimiento Preventivo mediante RCM, ya que las fallas principales son del equipo.

En entrevistas hechas a mecánicos, a operarios de la llenadora y al gerente de producción, coinciden en que se necesita un manual lo suficientemente detallado en el que se muestren los diferentes sistemas en los que se divide el equipo. También es necesario que se describa las formas en las que podría fallar y las acciones por tomar en cada caso. Lo anterior es necesario porque el equipo es bastante sofisticado y nuevo, lo cual provoca que exista desconocimiento por parte de técnicos eléctricos y mecánicos; además de que el plan de mantenimiento preventivo actual se basa en chequeos generales. El manual diseñado permite también planificar las actividades de mantenimiento en la llenadora y establecer los costos de implementación y operación normal del TPM a través del establecimiento de un stock mínimo de repuestos necesario.

- b) En la tabla 8.2-12 de tiempos perdidos, causas y consecuencias en la llenadora, se demuestra que la razón más recurrente de indisponibilidad de la llenadora en un 100% consiste en problemas en las cámaras de llenado o en las mordazas que retiran el tapón de las bolsas asépticas, debido a que el tornillo de las mordazas se ha quebrado. Esto se evidencia en la tabla 8.2.1.5-4, donde lo anterior corresponde a una pérdida de mediciones y ajustes en la llenadora.

Debido a lo anterior, es esencial que los operarios tengan el conocimiento mínimo de los sistemas eléctricos y mecánicos de la llenadora, sin convertirse necesariamente en mecánicos ni eléctricos, para agilizar la intervención de mantenimiento mediante el manual de Mantenimiento Autónomo. Esto porque, cuando se da una falla como las mencionadas, los operarios informan al

departamento de mantenimiento y esperan hasta que el mismo intervenga o, incluso, han empeorado las averías al tratar de solucionarlas por sí mismos. Este tipo de mantenimiento permitiría mejoras en la puesta en marcha de la llenadora, así como una reducción de averías, ya que el operario podría darle seguimiento e inspección al equipo a través del conocimiento básico que se le proporcione. Esto evitaría los tiempos perdidos que se muestran en la tabla 8.2-12.

c) El programa de 5 S es direccionado a la Bodega de Insumos debido a que una de las dificultades es la que experimentan los empleados de la bodega en el momento de buscar repuestos que soliciten los técnicos. Esto sucede por la falta de rotulación, espacio y conocimiento de dichos repuestos. Los problemas que presenta la bodega de insumos y que evidencian la necesidad de aplicación de 5 S son los siguientes:

a) En la bodega de insumos y materiales ya no hay espacio y cada día siguen ingresando productos nuevos y mercadería nueva. Esto provoca que se improvise para organizar un espacio que realmente no se tiene.

b) Lo anterior trae la consecuencia de que el material o producto se dañe, ya que se debe manipular y mover de un lugar a otro para buscarle acomodo.

c) Esto puede ocasionar accidentes dentro del ámbito laboral tanto a los bodegueros como a los visitantes que muy a menudo recibe la empresa.

d) Los estantes en la bodega de químicos no están diseñados para soportar el peso que actualmente soportan.

En la siguiente tabla se observan las pérdidas mencionadas en la tabla 8.2.1.5-5 y cómo afectan la efectividad de la llenadora en distintas categorías:

Tabla 8.2.1.5-6. Pérdidas por categoría.

Categoría	Tipo de pérdidas	Características
Disponibilidad del equipo	Fallos de equipos esporádicos y crónicos. (En este caso problemas de repuestos, ajustes)	Pérdidas que impiden que se utilice la totalidad del tiempo asignado para producir.
Rendimiento del equipo	Pérdidas de velocidad, falta de materiales (repuestos), ajustes e inspecciones necesarias hechas por el operario.	Pérdidas que impiden que el equipo pueda operar al máximo nivel debido a la ausencia de repuestos que permita un mantenimiento preventivo frecuente.
Índices de calidad	Reprocesos de puré debido a fallas en las secciones de sistema aséptico de la llenadora.	Pérdidas de tiempo de operación del equipo, al fabricar puré que no cumple con las normas de calidad e inocuidad de Frutilight.

Fuente 13. Tabla diseñada por la autora.

La tabla anterior corresponde a los índices en los que mediante TPM se erradicará las pérdidas presentadas en la llenadora de puré de banano, logrando impactar de manera positiva la eficiencia global del equipo (OEE) y cumpliendo con las normativas de calidad e inocuidad.

8.3 Eficiencia Global de los Equipos

El cálculo de la Eficiencia Global de los Equipos permite iniciar con la intervención de los equipos y realizar las mejoras enfocadas. La eficiencia global de los equipos, obtenida a partir del producto de disponibilidad, rendimiento y calidad, demuestra la relación que existe entre los departamentos de mantenimiento, producción y calidad respectivamente. Por lo anterior, el cálculo de OEE es una medida que refleja el uso adecuado o inadecuado del equipo y si verdaderamente está haciendo lo que se espera de él.

Este proyecto pretende la obtención no solamente de estos indicadores iniciales del TPM, sino de otros, como costos de mantenimiento preventivo, eficiencia de trabajos de mantenimiento preventivo y tiempo medio entre fallas; de tal forma que Frutilight inicie con el registro, mantenimiento correctivo versus preventivo, análisis y control de esta información para estudiar los puntos de mejora y focalizarse en las acciones correctivas. Cualquier esfuerzo para mejorar alguno de estos coeficientes significa una mejora en la eficiencia global del equipo. El TPM no sólo se centrará en la reducción de averías, sino atacará cualquier elemento o falta que reste eficacia al equipo, intentando llevarlo a término al mínimo coste.

8.3.1 Disponibilidad de la llenadora

La disponibilidad se ve afectada por los siguientes tiempos que afectan al equipo:

- a) Tiempo operativo por:
 - Averías y reparaciones en el equipo.
 - Preparaciones y ajustes.
- b) Tiempo de carga:
 - Tiempo muerto de descanso y paro previsto (almuerzo 30 min, pelado manual, el cual es programado, arranque de línea a un máximo de 45 min por turno, para un total de 75 min).
 - Tiempo muerto previsto por mantenimiento preventivo y productivo (se toma un promedio de 60 min según registros de mantenimiento).

$$D = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo de carga}}$$

El tiempo de carga considera los paros previstos en la línea de producción, por lo que el tiempo operativo -que considera el tiempo disponible menos los paros previstos y las averías- debe ser el mayor posible. Esto significa que el tiempo de averías y fallas en la llenadora debe ser cero o cercano a cero, lo que se logra con un mantenimiento autónomo adecuado y un plan de mantenimiento preventivo basado en RCM que permita la planificación y frecuencias adecuadas en la llenadora de puré de acuerdo con la matriz de las 16 grandes pérdidas en la llenadora. Cero averías implican una disponibilidad del 100%. El porcentaje aceptado en los equipos para considerarlos eficientes es de un 96% o mayor.

El comportamiento de la disponibilidad ha sido el siguiente:

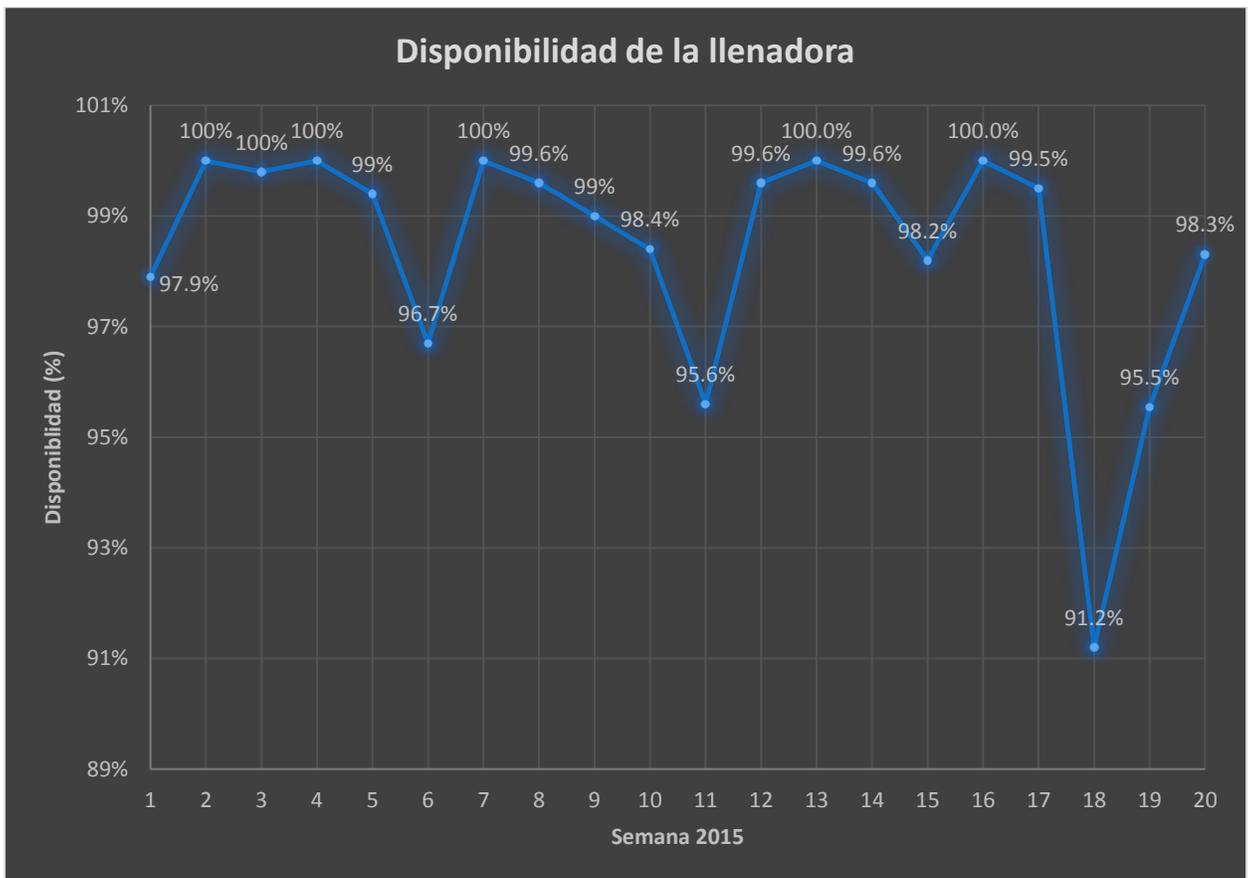


Figura 8.3-1. Disponibilidad de la Llenadora durante las semanas 2015. Fuente: Datos calculados por la autora.

De acuerdo con lo anterior, el tiempo de descanso y paro previstos permitido es de 75 minutos por turno (45 minutos de arranque de línea y 30 minutos de tiempo de comida). El tiempo de mantenimiento preventivo permitido es de 60 min para el equipo. El TPM tratará de disminuir los tiempos de averías y paros en la llenadora, los cuales significarían costos de mano de obra, energía y materia prima.

La disponibilidad deseada y la aceptada en la llenadora es la siguiente:

Tabla 8.3-1. Disponibilidad deseada y aceptada en la llenadora para un turno de 8 horas. Fuente: 3. Establecimiento de límites deseados y aceptados

Cálculo de Disponibilidad Deseada		Cálculo de Disponibilidad Aceptada	
D=TO/TC		D=TO/TC	
TO=TD-TC-Tpo averías-Tpo ajustes		TO=TD-TC-Tpo averías-Tpo ajustes	
TC=TD-Tpo descanso y previsto-mto preventivo		TC=TD-Tpo descanso y previsto-mto preventivo	
Tiempo disponible del equipo	3840	Tiempo disponible del equipo	3840.00
Descansos y paros previstos	75	Descansos y paros previstos	75.00
Mantenimiento Preventivo	60	Mantenimiento Preventivo	60.00
Averías y reparaciones	0.00	Averías y reparaciones	75.00
Pérdidas velocidad por ajustes	0.00	Pérdidas velocidad por ajustes	75.00
Tiempo Operativo TO	3705	Tiempo Operativo TO	3555.00
Tiempo de Carga TC	3705	Tiempo de Carga TC	3705.00
Pérdidas de velocidad por paradas cortas y reducciones de velocidad	0	Pérdidas de velocidad por paradas cortas y reducciones de velocidad	0.00
Tiempo operativo real: TOR=TO-Paradas cortas-pérdidas velocidad	3705	Tiempo operativo real: TOR=TO-Paradas cortas-pérdidas velocidad	3555.00
Disponibilidad	100%	Disponibilidad	96%

Propia. Datos tomados del equipo.

El TPM busca eliminar tiempos perdidos por averías y ajustes, con ello el tiempo operativo y el tiempo de carga son iguales, logrando una disponibilidad del 100%. Debido a lo anterior, una disponibilidad menor a la deseada en la llenadora incurre en los siguientes gastos (con flujo de 8 ton/hr):

Tabla 8.3-2. Gastos de operación de la llenadora de banano por bajo flujo en una hora. Fuente: 4. Datos del departamento de contabilidad. Cálculos por la autora. Considerar costo de litro de GLP en ¢262.31. Vapor producido: 3660 kg/hr. Con un flujo de producto de 8000 kg/hr.

Tipo de Gasto	Cantidad	Costo total (¢)
TM sin procesar (por bajo flujo)	4	1 009 696.88
Empleados	211	1,031,653.76
Vapor (litros de GLP)	36.32 (l/TM total)	76,216.79
Tratamiento caldera	¢56/l	204,960
KWH	470	94,000
TOTAL		2,416,527.43

Fuente 14. Datos suministrados por el departamento de producción y de mantenimiento de Frutilight.

Tabla 8.3-3. Gastos cuando se detiene por una hora la llenadora de banano. Fuente: 5. Datos del departamento de contabilidad. Cálculos por la autora. Considerar costo de litro de GLP en ¢262.31. Vapor producido: 3660 kg/hr. Con un flujo de producto de 8000 kg/hr.

Tipo de Gasto	Cantidad	Costo total (¢)
TM sin procesar	8	2,019,393.76
Empleados	211	1,031,653.76
Vapor (litros de GLP)	36.32 (l/TM total)	76,216.79
Tratamiento caldera	¢56/l	204,960
KWH	470	94,000
TOTAL		3,426,224.31

Fuente 15. Datos suministrados por el departamento de producción y de mantenimiento de Frutilight.

El TPM no solamente solventa la disponibilidad del equipo para que realice lo que se espera de él -llenar puré aséptico en diferentes presentaciones según el cliente- sino que también logra ahorros energéticos y financieros (tabla 16 y tabla 17).

8.3.2 Rendimiento

El rendimiento en la llenadora es afectado por caídas en la velocidad del equipo. Es importante recordar que en la planta se procesan diferentes tipos de banano en los que el rendimiento meta es distinto, y ello afectará la efectividad del equipo:

Tabla 8.3-4. Rendimientos aceptados de los tipos de banano que se procesan en Frutilight

Producto	Rendimiento aceptado
Banano convencional	48%
Banano orgánico	42%

Fuente 16. Datos suministrados por el departamento de producción.

Tabla 8.3-5. Efectividad de la llenadora procesando banano convencional.

Cálculo de Efectividad Aceptada		Cálculo de Efectividad Deseada	
E=OCxOP		E=OCxOP	
Producción ideal toneladas	769.08	Producción ideal toneladas	769.080
Tiempo de carga TC	3705	Tiempo de carga TC	3705
CI=Ciclo Ideal	4.817	CI=Ciclo Ideal	4.817
TOR=Tiempo operativo Real	3555	TOR=Tiempo operativo Real	3705
OP=Operatividad por paros	1	OP=Operatividad por paros	1.000
Producción real en toneladas	380	Producción real en toneladas	380
CR=Ciclo real	9.355	CR=Ciclo real	9.750
OC=Coficiente operatividad	0.515	OC=Coficiente operatividad	0.494
Efectividad	51.5%	Efectividad	49.4%
Rendimiento de producción	49.41%	Rendimiento de producción	49.41%
Disponibilidad	96%	Disponibilidad	100%

Fuente 17. Cálculos propios de la autora, con datos de la tabla 15.

El TPM busca una disponibilidad del 100% mediante el objetivo de cero averías. Logrando esto, se mejora la efectividad de la llenadora permitiendo mayor cantidad de toneladas métricas de puré de banano producidas por hora, pues la efectividad del equipo es afectada por el Tiempo Operativo Real (TOR), que considera todos los tiempos perdidos y paradas cortas en el equipo.

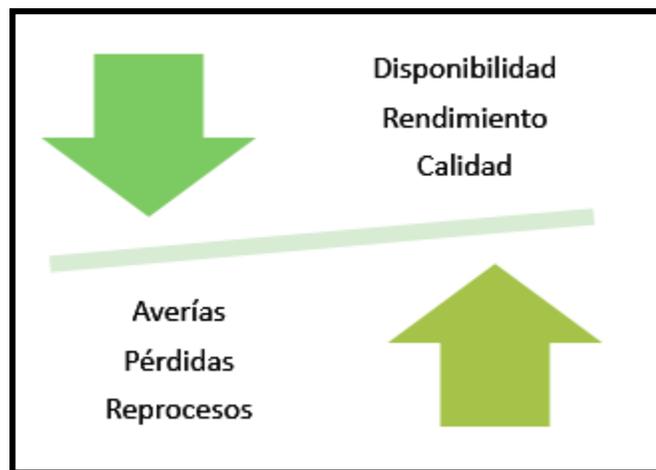


Figura 8.3-2. Relación entre la eliminación de averías y la calidad y ciclo de vida del equipo. Fuente: Propia.

Se monitoreó la efectividad de la llenadora y se obtuvo el siguiente resultado:

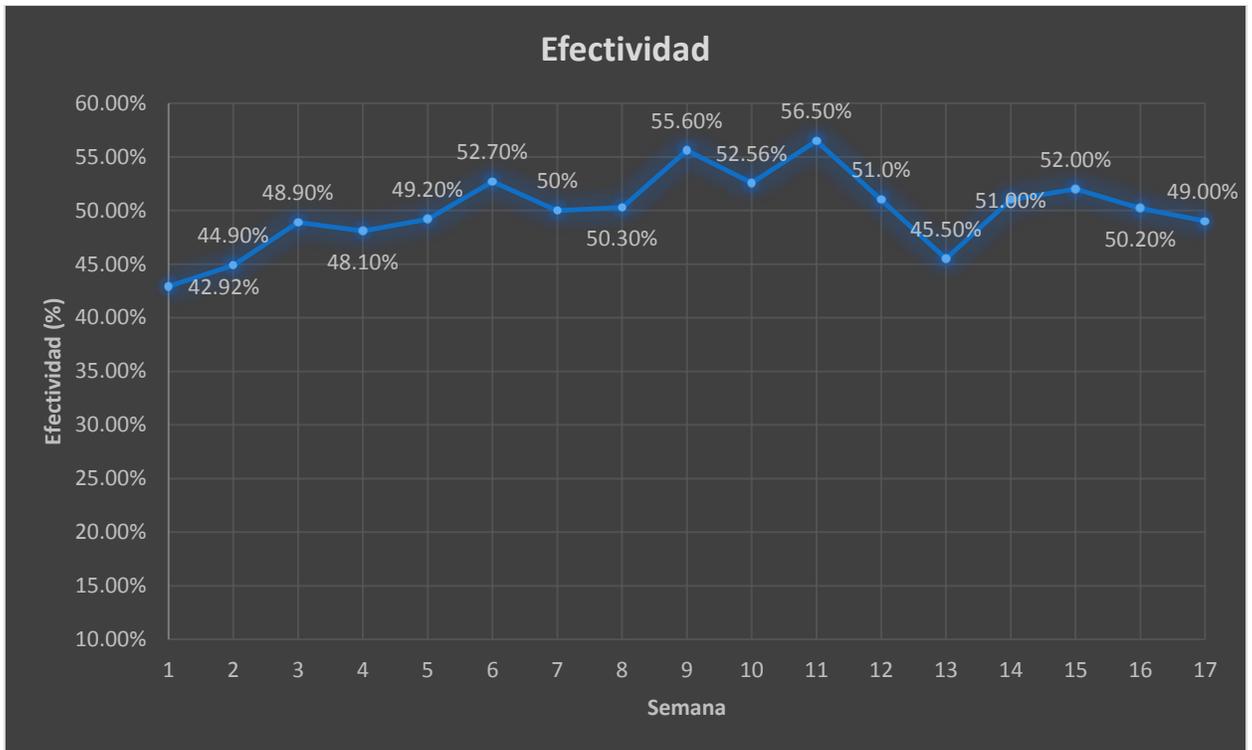


Figura 8.3-3. Gráfico de efectividad presentada en la llenadora. Fuente: Propia.

8.3.3 Calidad

Este coeficiente tiene en cuenta las pérdidas derivadas de la elaboración de productos con calidad inferior a la esperada; es decir, el tiempo para la recuperación o procesado de estos productos y las pérdidas que ocurren durante la puesta en marcha de la maquinaria.

Para cumplir con la política de inocuidad alimentaria de Frutilight, se debe cumplir con el marco legal de leyes, regulaciones y normativas de calidad e inocuidad nacionales e internacionales. Es por esto que cuenta con las siguientes certificaciones:

Tabla 8.3-6. Certificaciones de Frutilight.

Global GAP.	AIJN	ROSHER	CFR	ISO 22000-1
FS IRMA	USDA	FDA	Rainforest	FSSC 22000

Fuente 18. Datos del Departamento de Aseguramiento de Calidad.



Figura 8.3-4. Certificaciones y membresías de Frutilight. Fuente: Frutilight.

8.3.3.1 Reclamos del mercado por productos defectuosos

Frutilight, por medio del departamento de Aseguramiento de Calidad, monitorea las características necesarias del producto para que este satisfaga las necesidades del cliente. Además de esos controles, se realizan auditorías externas (figura 22) con el fin de evidenciar la capacidad de la empresa de producir puré de banano de calidad.

Las siguientes son algunas averías que suceden en la llenadora de puré y que provocarían una alteración en la calidad e inocuidad del producto y harían que Frutilight no cumpliera con sus políticas de calidad e inocuidad:

1) Fugas de vapor por desgaste en o-rings

Los pasos a seguir en la llenadora son los siguientes:

- a) Detener el llenado.
- b) Reparar las fugas.
- c) La bolsa no debe quedar a medio llenar ni continuarse llenando a pesar de las fugas, porque pueden ingresar microorganismos en el puré y puede ocurrir que el producto se infle tiempo después dependiendo de la carga microbiológica.

2) Falla mecánica: El tapón no cierra, la mordaza no funciona o está floja

Los pasos a seguir cuando esto ocurre en el equipo son los siguientes:

- Se debe abrir la cámara de llenado.
- El producto que ha sido llenado debe ser reprocesado pues puede existir contacto del puré con el medio provocando que ingresen microorganismos.

3) Los cabezales no suben ni bajan

Una vez llenada la bolsa de puré de banano, la llenadora puede colocar el tapón, pero el cabezal no sube ni baja.

- En este caso no hay problemas con la inocuidad del puré pues el producto ya queda estéril en el embalaje. Se procede a analizar un testigo del puré que ya se empacó y el bin se coloca en hold (cuarentena) con una etiqueta que dice “posible contaminación (falla mecánica)”.
- El segundo caso puede suceder que el cabezal no sube ni baja, ni tapa la bolsa cuando esta ya se ha llenado de puré. En este caso debe reprocesarse el producto.

4) ¿Qué se debería hacer luego de un trabajo de mantenimiento?

Si cuando se realizó alguna reparación en la llenadora fue necesario abrir la cámara de llenado, debería esterilizarse (en este caso el llenado debe detenerse) para evitar residuos o virutas en la misma, así como el ingreso de bacterias que puedan contaminar el puré durante su embalaje.

5) Falla en el sistema de peróxido

Si el sistema de peróxido no funciona correctamente, puede suceder que el mismo quede dentro del puré y este puede volverse negro, lo cual incide en los estándares de calidad. Dichos estándares de calidad dependen de qué solicite el cliente. Es importante que el nivel de peróxido sea el adecuado para evitar lo anterior, por eso la bomba debe estar siempre en excelentes condiciones y funcionar adecuadamente.

ISO 22000:2005

Si sucede alguna de las eventualidades anteriormente mencionadas, no se está cumpliendo con la parte 7 de planificación y realización de productos inocuos, sección 7.2.3 incisos e, g, h los cuales dicen que la organización debe considerar lo siguiente al establecer los puntos críticos de control:

- a) La idoneidad de los equipos y su accesibilidad para la limpieza, el mantenimiento y el mantenimiento preventivo.
- b) Las medidas para prevenir la contaminación cruzada.
- c) La limpieza y la desinfección.

Además de la sección 7.1, en donde dice que la organización debe planificar y desarrollar los procesos necesarios para la realización de productos inocuos, la organización también debe implementar, operar y asegurar la eficacia de las actividades planificadas, esto conlleva a que la llenadora de puré debe encontrarse en las condiciones óptimas de operación, de manera tal que no afecte la inocuidad del puré, incumpliendo con la norma ISO 22000.

ISO 22000-1

Programas pre-requisitos de seguridad alimentaria

En el capítulo 8 idoneidad de los equipos, limpieza y mantenimiento en las partes 8.4, “Control de temperatura y equipos de monitoreo”, dice que el equipo utilizado debe ser capaz de cumplir con las condiciones de control de temperatura dadas en las respectivas especificaciones del producto, por ello no puede suceder que el sistema aséptico de la llenadora no funcione, pues alteraría y afectaría la calidad e inocuidad del puré.

En la parte 8.6, “Mantenimiento preventivo y correctivo”, dice que los arreglos temporales no deben poner en riesgo la seguridad del producto. Asimismo dice que, el procedimiento para el retorno a la producción del equipo luego de su mantenimiento debe incluir limpieza y desinfección si así lo especifican los procedimientos del proceso de desinfección. Además indica que debe dársele prioridad a las solicitudes de mantenimiento que tengan impacto en la seguridad alimentaria. Esto demuestra la necesidad de que exista un programa de mantenimiento preventivo basado en RCM en la llenadora con el fin de que su frecuencia sea la requerida.

Tabla 8.3-7. Calidad Aceptada y Deseada en la llenadora de puré de banano.

Cálculo de Calidad Aceptada		Cálculo de Calidad Deseada	
C=TOE/TOR		C=TOE/TOR	
TOR=tiempo operativo real		TOR=tiempo operativo real	
TOE=tiempo operativo eficiente		TOE=tiempo operativo eficiente	
Flujo promedio semanal (ton/hr)	6.68	Flujo promedio semanal (ton/hr)	6.68
Toneladas reprocessadas	16.7	Toneladas reprocessadas	0
Tiempo por reproceso semanal total (min)	150	Tiempo por reproceso semanal total (min)	0
Tiempo por reproceso semanal total (hrs)	2.5	Tiempo por reproceso semanal total (hrs)	0
TOR	3555	TOR	3555
Tiempo para correcta puesta en marcha	9.35	Tiempo para correcta puesta en marcha	9.35
Tiempo producción de defectuosos por avería o fallos	150	Tiempo producción de defectuosos por avería o fallos	0
TOE=tiempo operativo eficiente	3245.65	TOE=tiempo operativo eficiente	3545.65
CALIDAD	91.3%	CALIDAD	99.7%

Fuente: 6. Datos tomados del departamento de mantenimiento.

35484-MINAET Resolución COMIECO N°243-2009 del RTCA 67.04.50:2008. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos

Es sumamente importante que todos los equipos -y en especial la llenadora de puré- funcionen correctamente en cuanto a su sistema aséptico, con el fin de evitar el incumplimiento tanto de las leyes internacionales como leyes aplicadas en el país, como lo es 35484-MINAET Resolución COMIECO N°243-2009 del RTCA 67.04.50:2008. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos, en su capítulo 7, sección 7.2 en la cual dice que si se detecta la presencia de un microorganismo patógeno no contemplado en la siguiente lista, la autoridad sanitaria lo considerará como producto contaminado, provocando además mala imagen para Frutilight y poniendo en peligro la salud del cliente. (Ministros, 2009)

4.2 Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas procesadas			
4.2.1 Frutas y hortalizas congeladas			
Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	5	B	< 3 NMP/g
<i>Salmonella ssp./25 g</i>	10		Ausencia
<i>Listeria monocytogenes/25 g</i>	10		Ausencia

Figura 8.3-5. Criterios microbiológicos para registro. Fuente 19. (Ministros, 2009)

Alimentos Procesados. Licencia Sanitaria. Otorgar Registro Sanitario y Inscripción Sanitaria. Importación Alimentos Procesados. Resolución 176-2006 (COMIECOXXXVIII)

5.6.1 Programa de limpieza y desinfección

Deben utilizarse métodos de limpieza y desinfección del equipo, separados o conjuntamente. Debe existir un programa escrito que regule la limpieza y desinfección del equipo y utensilios que considere para este proyecto. El Mantenimiento Autónomo responde a:

- a. Distribución de limpieza por áreas
- b. Responsable de tareas específicas
- c. Método y frecuencia de limpieza
- d. Medidas de vigilancia
- e. Ruta de recolección y transporte de los desechos

En el capítulo 6 de “Condiciones de los equipos y Utensilios”, la sección 6.2 el Manual de Mantenimiento Preventivo de la llenadora respondería adecuadamente a lo que estipula dicha ley:

6.2. Debe existir un programa escrito de mantenimiento preventivo, a fin de asegurar el correcto funcionamiento del equipo. Dicho programa debe incluir especificaciones del equipo, el registro de las reparaciones y condiciones. Estos registros

deben estar actualizados y a disposición para el control oficial. (Presidente de la república, 2006).

La calidad de la llenadora ha sido monitoreada también, con el fin de detectar anomalías, tomando como punto de referencia los límites establecidos para la calidad (tabla 20):

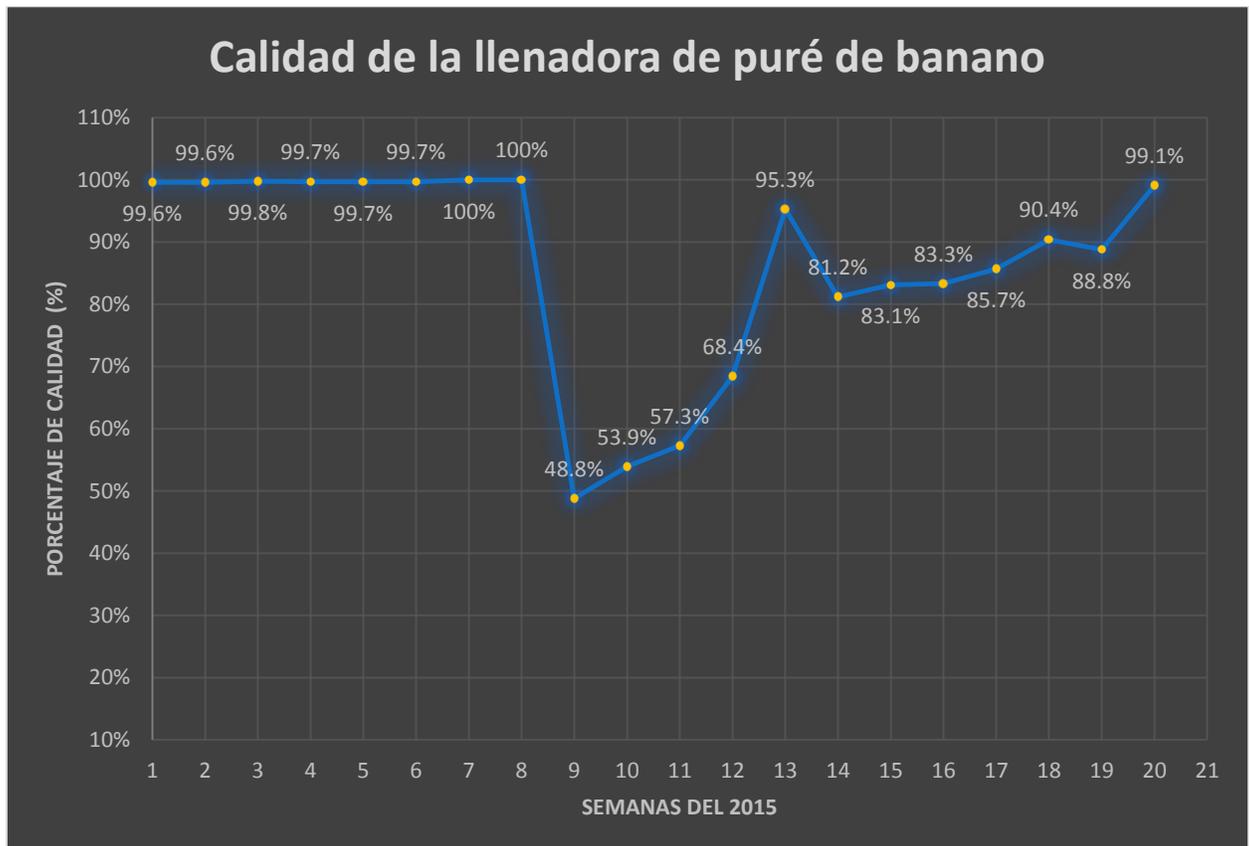


Figura 8.3-6. Gráfico de calidad presentada en la llenadora. Fuente: Propia.

8.3.4 Establecimiento de niveles del OEE (Eficiencia Global del Equipo)

Para establecer las metas de las dos líneas, se hace una toma de datos con la finalidad de elaborar una tendencia para cada uno de los índices por máquina de las líneas de banano y piña. De esta forma, se conoce el comportamiento normal del equipo y las condiciones de producción ya mencionadas. Así, a partir de la tendencia de los datos encontrada, se pueden tomar decisiones sobre tiempos de operación, sustitución o mantenimiento de los equipos.

El período de toma de datos de los índices fue de un mes, con esto ya se muestra la tendencia que han tenido los equipos a lo largo de cuatro semanas.

De acuerdo con el análisis anterior, los niveles de OEE en Frutilight aceptados versus los deseados son:

Tabla 8.3-8. Niveles de Eficiencia Global del Equipo aceptados para Frutilight.

	Valor Aceptado	Valor deseado
Disponibilidad	96%	100%
Rendimiento	49.4%	100%
Calidad	91.3%	100%
OEE aceptado	43.29%	
OEE deseado	100%	

Fuente 20. Análisis y cálculos realizados por la autora.

8.3.4.1 ¿Importancia del TPM? Impacto del TPM

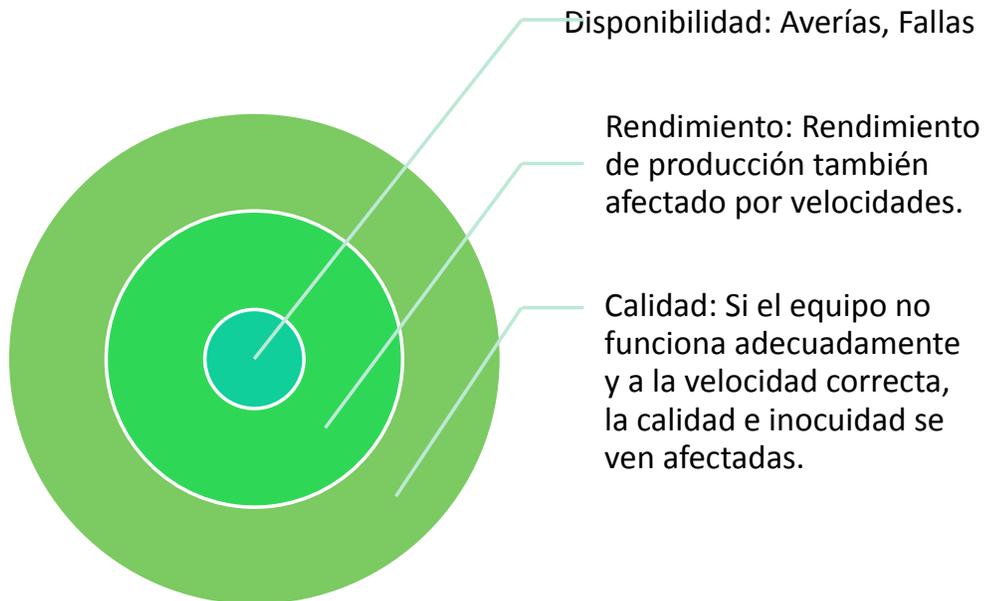


Figura 8.3.4.1-1. Importancia del monitoreo de la eficiencia global de la llenadora como parte inicial del TPM. Fuente: Propia.

8.4 Blanced Scorecard

Es un modelo de gestión que traduce la estrategia del programa de TPM en objetivos relacionados entre sí, medidos a través de indicadores y ligados a unos planes de acción que permiten alinear el comportamiento de los miembros de la empresa. Además, permite una mejor comunicación de la estrategia a implementar. La medición es el componente clave para controlar y tomar decisiones acertadas sobre el equipo, puesto que relaciona los objetivos, misión, visión y valores de la empresa a cinco medidas de desempeño.

El mapa estratégico que se muestra a continuación ayudará a enlazar los elementos que coadyuvan a adecuar el comportamiento de los empleados en este plan de gestión de mantenimiento.

El BSC está basado en cinco principios:

a) Liderazgo del equipo ejecutivo para movilizar el cambio estratégico

El equipo de mantenimiento y de producción en conjunto con áreas como bodega de insumos y recibo de fruta, están conscientes de que la implementación del TPM es un proceso de cambio, compromiso y trabajo en equipo. Por ello se creó el comité de TPM necesario para el éxito de su implementación.

b) Traducir la estrategia en términos operacionales

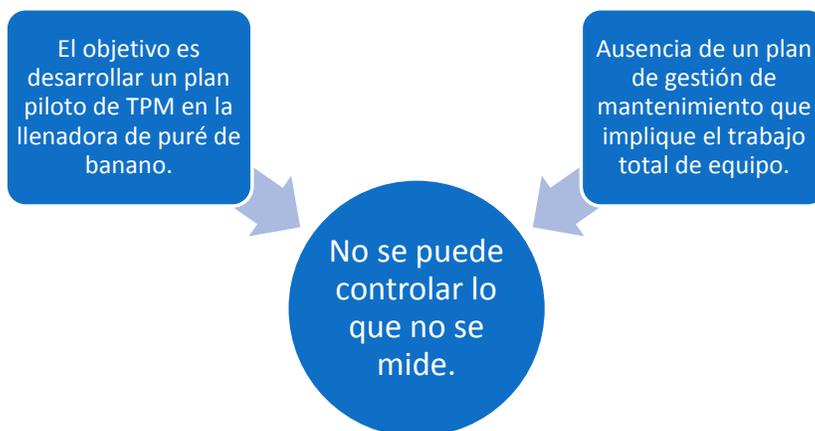


Figura 8.4-1. Estrategia del Balanced ScoreCard traducida en términos operacionales.

c) Vincular y alinear la organización entorno a la estrategia

El valor para la empresa se crea de dos maneras distintas:

Valor Originado por el cliente

- Productos confiables, de alta calidad e inocuidad.
- Productos cumplen con marco legal y normativas de calidad e inocuidad nacionales e internacionales.
- Comprometidos con mejora continua y eficacia de los procesos logrando un producto aséptico.



Valor Originado por la Organización

- Frutilight tiene procesos y productos competentes.
- Procesos y productos certificados mundialmente.
- El personal es capacitado continuamente en sus áreas.
- Equipo de trabajo comprometido y unido en sus labores, comunicados en todo momento.

d) Lograr que todos en la Organización trabajen en la estrategia.

Debido a que el TPM es una filosofía que enfatiza y alcanza aspectos como la participación de todo el personal: dirección de la empresa, trabajo en equipo, colaboración entre todos los departamentos, colaboración estrecha con operarios de producción y mantenimiento y la orientación a la mejora del proceso, es que el TPM ha logrado involucrar a las personas, el primer paso desarrollado para esta implementación de TPM en Frutilight fue el siguiente:

Charla informativa a los trabajadores de la planta

Un programa de Mantenimiento Productivo Total en cualquier tipo de empresa o proceso productivo no puede iniciar antes de informar a todos los empleados involucrados en cada etapa, ya que su colaboración es vital para lograr el éxito.

Para facilitar la comprensión de los conceptos del Mantenimiento Productivo Total en los operadores, se realizó una presentación (anexos 1, 2 y 3), con el fin de transmitir lo estrictamente necesario y captar la atención de los trabajadores, dejando la inquietud de la necesidad del TPM y las ventajas que ofrece aplicar este programa en equipo, logrando la mejora continua en el proceso crítico de Frutilight.

La charla se realizó en dos grupos: el primero, formado únicamente por equipo de la línea de producción (operadores de los equipos); el segundo, con la participación de técnicos mecánicos, eléctricos y de servicios de la planta (servicios de gas, agua, etc). La importancia de ambas áreas es que los operarios de cada equipo comprenderán lo necesario de aplicar TPM en la línea y la gran ventaja que conlleva poder extender el programa al resto de los equipos, los beneficios en cuanto a estandarización de los procedimientos de mantenimiento autónomo y del mantenimiento preventivo con el fin de inspeccionar posibles anomalías en el equipo y evitar que cualquier diferencia en el equipo conlleve a la falla. Los técnicos mecánicos y eléctricos serán la fuente de información necesaria para el estudio del equipo en su totalidad.

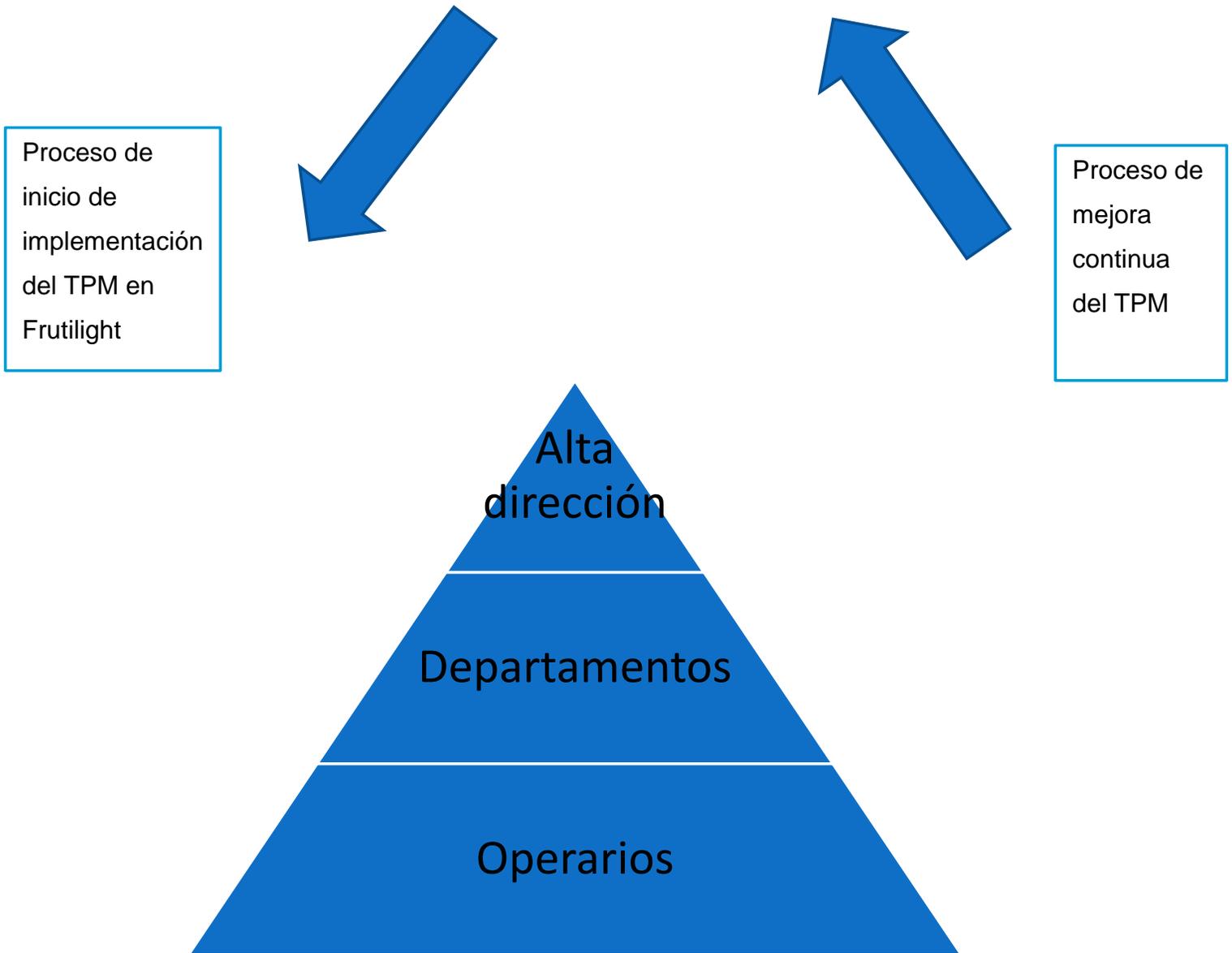


Figura 8.4-2. Disposición de la estrategia de trabajo de TPM. Fuente: Propia.

La imagen anterior muestra el proceso de inicio de implementación del TPM, el cual inició con la alta dirección. La dirección sabe de la necesidad de un ordenamiento de la gestión de mantenimiento actual que permita una participación total de los operarios para alcanzar la eficiencia total de la línea de producción.

El siguiente paso de la estrategia de TPM es informar a los operarios sobre el programa con el fin de involucrarlos y de que se identifiquen con el trabajo total y la

importancia de su compromiso para lograr los objetivos: eficiencia total, cero averías, cero defectos, trabajo en equipo y mejora continua.

e) Hacer de la estrategia un proceso continuo



Figura 8.4-3. Visión y estrategias del Balanced Scorecard. Fuente: Propia.

8.5 IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA DE 5 S

¿Por qué 5 S?

Este programa responde a las necesidades que existen en el área de mantenimiento. Se identifica que la sección de la empresa que más afecta mantenimiento es la bodega de insumos. De igual manera, este programa fortalece y apoya el programa de Buenas Prácticas de Manufactura y las certificaciones con las que cuenta Frutilight, que son ISO 22000:2005 en conjunto con el programa prerrequisitos de seguridad alimentaria ISO/TS 22002:1. Asimismo, existen referencias cruzadas entre la norma ISO 9001:2008 y los de la norma ISO 22000:2005.

Cinco eses

Como parte del procedimiento que debe seguirse de un plan de cinco eses en Frutilight, los pasos a seguir son:

8.5.1 Paso 1: Organizar materiales

Es importante asignar en un lugar específico, el material que sirva de información para el que requiera acceder al programa de 5 S, los documentos de medición y evaluación de estándares en los lugares de trabajo, toda documentación que pueda respaldar el avance y mejora de aplicar el programa de 5 S. Se va clasificar e identificar mediante etiquetas, los folders o carpetas que se utilicen para dicho fin, y las hojas en las que se tendrá tabuladas las 5 S y la calificación que se le vaya dando de acuerdo con lo que se tenga en el lugar de trabajo de los operarios.

Se debe escribir en pizarras los detalles que deban mejorarse. En este caso, la información en carpetas se encontrará en la oficina de producción que es compartida con mantenimiento.

8.5.2 Paso 2: Coordinar las actividades

El objetivo de este paso es que siempre exista una comunicación continua entre el equipo de 5 S, y los departamentos de Frutilight.

La identificación de los objetos, tuberías y zonas será más sencilla si se utilizan distintivos de colores y rotulado.

Por ejemplo, indicar mediante los colores qué tan frecuente es el uso de cada equipo, ya sean herramientas o equipo de limpieza de los operarios, con el fin de establecer aquellos elementos que sí sean estrictamente necesarios.

Tabla 8.5-1. Tabla de colores de los elementos innecesarios en la zona de trabajo.

De acuerdo con la frecuencia de uso	Color de la etiqueta
Siempre	Verde
A veces	Celeste
Rara vez	Amarillo
Nunca	Rojo

Fuente 21. Tabla diseñada por la autora.

Se deberá indicar con tarjeta roja sobre aquellos objetos cuya ubicación esté en duda. Por medio de lo anterior, los encargados de cada espacio de trabajo deberán tener responsabilidad de estos objetos innecesarios y colocarlos en el lugar respectivo para evitar que se afecte la seguridad, no solo de los operarios sino de las personas de la planta que puedan transitar por esas zonas.

8.5.2.1 Actividades de 5 S

Algunas de las actividades que serán importantes:

- f) Evaluación de la situación actual de la línea de banano y el área que afecte directamente el equipo crítico en la línea.

- g) Nombramiento de los comités de trabajo para el plan de 5 S.
- h) Anuncio del plan piloto del programa de 5 S a la gerencia.
- i) Tomar fotografías para demostrar el antes y el después de la implementación del programa de 5 S en la línea.
- j) Establecer objetivos y alcances del programa.
- k) Capacitaciones continuas de forma que se pueda evacuar dudas de los operarios, eliminar debilidades en ellos y en la implementación del programa.
- l) Gran día de la limpieza en el área piloto de implementación.
- m) Almacenamiento y seguimiento de la información de cinco eses en lo que respecta a las tablas de evaluación tanto de organizar, ordenar, limpiar, estandarizar y comprometerse. Estas tablas serán completadas por los mismos operarios de la zona de trabajo.
- n) Las tablas de evaluación de las metas que han de alcanzarse en los puestos evaluados, deberá dársele seguimiento al menos cada mes (en cada auditoría), con el fin de observar mejorías o, en caso contrario, ver cuáles son los puntos débiles, controlarlos, y atacarlos.

8.5.2.2 Evaluación de la situación actual de la línea de banano

En la línea de banano, que corresponde desde la línea de pelado hasta la sección en donde se da el llenado y empaque del puré para su almacenamiento en la zona de producto terminado, no se ha implementado nunca un plan de 5 S. La limpieza en las zonas se controla mediante una hoja elaborada por el Departamento de calidad (anexo 8) y las indicaciones se realizan verbalmente a los operarios y personas encargadas de la limpieza.

8.5.2.3 Evaluación de la situación actual de la bodega de insumos

La bodega de insumos es la zona en la que se impacta directamente el funcionamiento de la llenadora de puré de banano. Algunas de las anomalías y debilidades que evidencian la necesidad de un programa de 5 S son:

- a) Ya no hay espacio, pero cada día siguen ingresando mercadería y productos nuevos, por lo que se debe improvisar para acomodarlos sin disponer del espacio necesario.
- b) Lo anterior trae la consecuencia de que el material o producto se dañe, ya que se debe manipular y mover de un lugar a otro para buscarle acomodo.
- c) Esto puede ocasionar incidentes (accidentes) dentro del ámbito laboral tanto como a los bodegueros o visitas que recibe la empresa muy a menudo.
- d) Los estantes de químicos no están soportando el peso de los químicos y no se tiene espacio, lo cual se observa a continuación:



Figura 8.5-1. Situación de los químicos en bodega de insumos. Fuente: Bodega de insumos Frutilight.



Figura 8.5-2. Consecuencia de la falta de espacio y ausencia de un programa de 5 S en la bodega de insumos. Fuente: Bodega de insumos Frutilight.

El problema principal no es la falta de espacio, sino la falta del ordenamiento adecuado de los insumos, de manera que se separen los mismos dependiendo del área

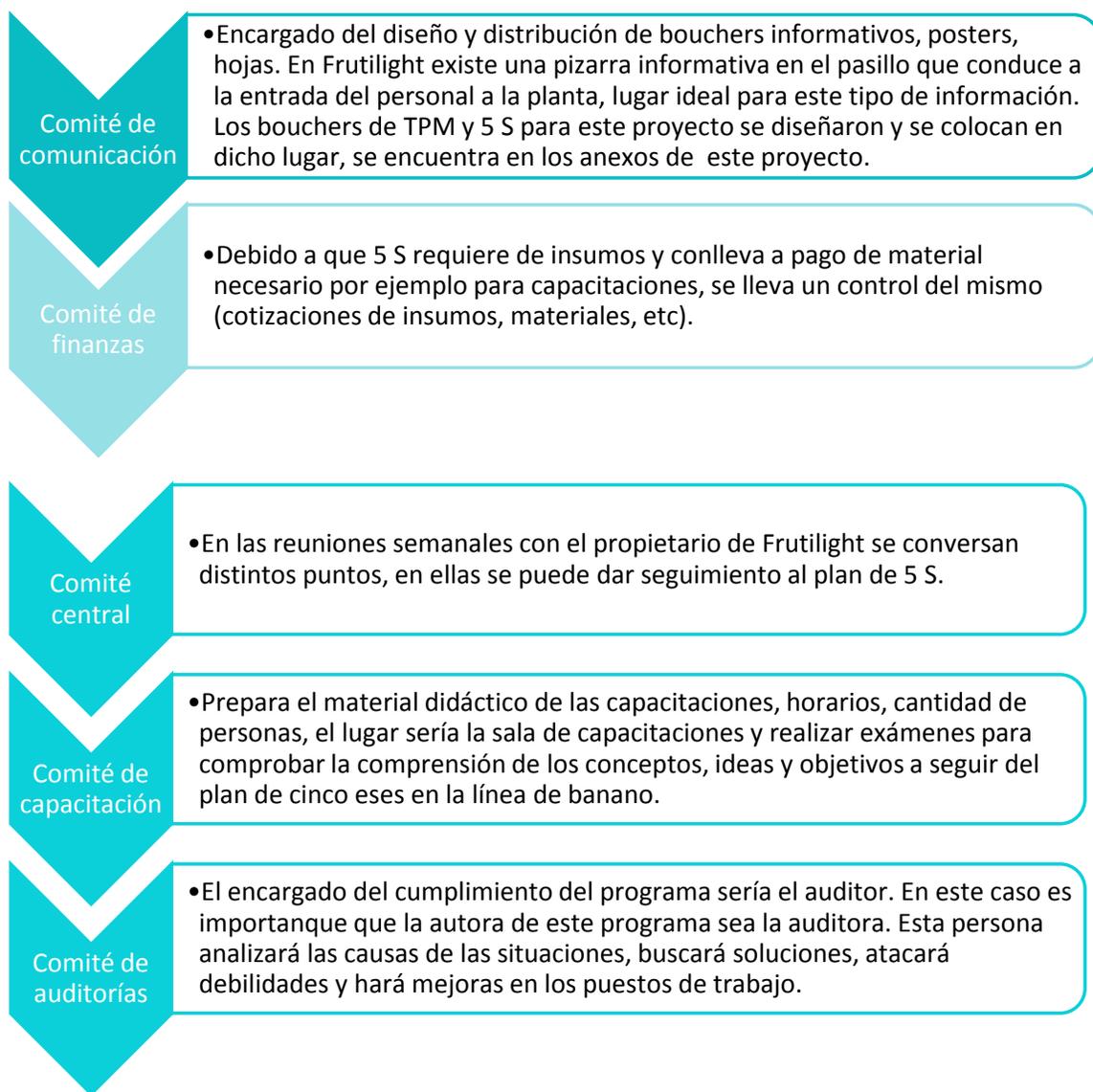
del repuesto y tipo de producto. También se debe separar aquellos insumos de uso más frecuente en la planta y etiquetarlos para distinguir los repuestos de los insumos.

8.5.2.4 Toma de fotografías del antes y después de la implementación del plan de cinco eses

En el manual de cinco eses se observan las fotografías tomadas antes del programa de cinco eses, con el fin de visualizar las ventajas que trae implementar el programa y validar la necesidad de darle seguimiento a todo el programa y asimismo al plan piloto de TPM.

8.5.3 Paso 4: Determinar los equipos de 5´S

El equipo se conforma de tal manera que las características de los integrantes aseguren el éxito de la implementación de cinco eses en la línea de banano y el área que de mayor impacto: la llenadora.



8.5.4 Paso 5: Establecer una forma visible de comunicación

Debido a que es importante que el equipo esté informado sobre los avances del programa, se realizarán reuniones constantes en las que se comunique y divulgue en el equipo de trabajo, mediante bitácoras de los mismos técnicos, operarios, y con fotografías, qué está sucediendo y cómo erradicar los casos en los que se presenten situaciones ajenas al programa de 5 S en la línea de banano.

8.5.5 Paso 6: Presentar el plan a la gerencia

La ventaja de un programa como el TPM es que se cuenta con el apoyo del Gerente de la Planta, por lo que la aprobación de la gerencia culminó con éxito debido a

que el Gerente de Planta recalcó la importancia de aplicar todo el programa de TPM al área piloto. En la sección siguiente, donde se desarrolla el manual de 5 S, se verá el plan que se diseñará para la línea de banano, que es el área donde se encuentra la llenadora ASTEPO y la zona crítica que afecta el equipo, en este caso, la bodega de insumos.

8.6 Gran día de la limpieza

Como toda actividad que deba realizarse, el gran día de la limpieza (actividad anterior a la puesta en marcha del programa de cinco eses) tiene los siguientes objetivos en la línea de banano en la empresa:

8.6.1 Objetivo general

Diseñar un programa que permita implementar el Día de la Gran Limpieza.

8.6.2 Objetivos específicos

- a) Realizar una división de la línea de banano para facilitar la distribución de personal y recursos.
- b) Involucrar al personal de la línea.
- c) Sentar las bases para poder realizar una eficiente, y fluida implementación de las 5 S.
- d) Determinar los costos totales de la realización del gran día de la limpieza.

8.6.3 Inicio de la implementación del gran día de la limpieza

El planteamiento de las actividades del gran día de la limpieza deber ser construido para que las gestiones sean ordenadas y sincrónicas, fijándose las asignaciones de los integrantes. Para el caso de la línea de banano, en la que se iniciará con el gran día de la limpieza, se involucrará a la cantidad de operarios necesarios para que la culminación de este día requiera la menor cantidad de tiempo y a la vez se realice eficazmente.

No se requiere la suspensión de las actividades de la planta; sino que, en coordinación con el Departamento de Producción, se fija un día en el que la cantidad de fruta a procesar sea tal que permita que el personal trabaje en la limpieza y ordenamiento del lugar.

La idea no es aplazar las actividades sino abarcar en su totalidad todas las tareas de limpieza, ordenamiento de las zonas de la línea: pelado, extracción de semillas, área aséptica y área de llenado.

Con las definiciones anteriores, se observa que es importante que los involucrados en la línea participen en dicho evento y que además de ello no se interrumpan las actividades que se dan en cuanto a producción y mantenimiento. En estrecha comunicación con Producción, se fija el día sábado 24 de enero del 2015 a las 7 a. m. Se establece el día lo más rápido posible para aprovechar el bajo flujo de fruta de la semana y evitar interrupciones de actividades en la planta.

8.6.4 Divulgación del día de la gran limpieza

Por ser un acontecimiento vital para que las 5 S inicien correctamente, este día debe originar buenas perspectivas, por lo que en el anexo 7 se observa el cartel que a modo de invitación se coloca en la pizarra de avisos de la empresa, de tal forma que todos pudieran leer que se realizaría dicho evento.

Debido a la naturaleza del proceso de la planta, debía aprovecharse la oportunidad en la que el flujo de fruta fuera bajo, de modo que los operarios pudieran

colaborar con el gran día de la limpieza en el área, para que así la limpieza se diera de forma rápida.

Distribución de las áreas



Figura 8.6.3-1. Distribución de áreas para el gran día de la limpieza. Fuente: Propia de la autora.

La planta de Frutilight está formada por tres naves: nave A, nave B y nave C, donde la nave B es la que es de interés para este proyecto.

Este edificio es bastante extenso, por lo que para poder realizar esta actividad de la gran limpieza antes de que las 5 S puedan ser implementadas para el plan piloto de TPM en dicho edificio, se debe delimitar por áreas para que de esa manera el equipo de trabajo pueda ser mejor distribuido, para evitar atrasos y garantizar la eficiencia de que en el tiempo programado se finalizará la gran limpieza.

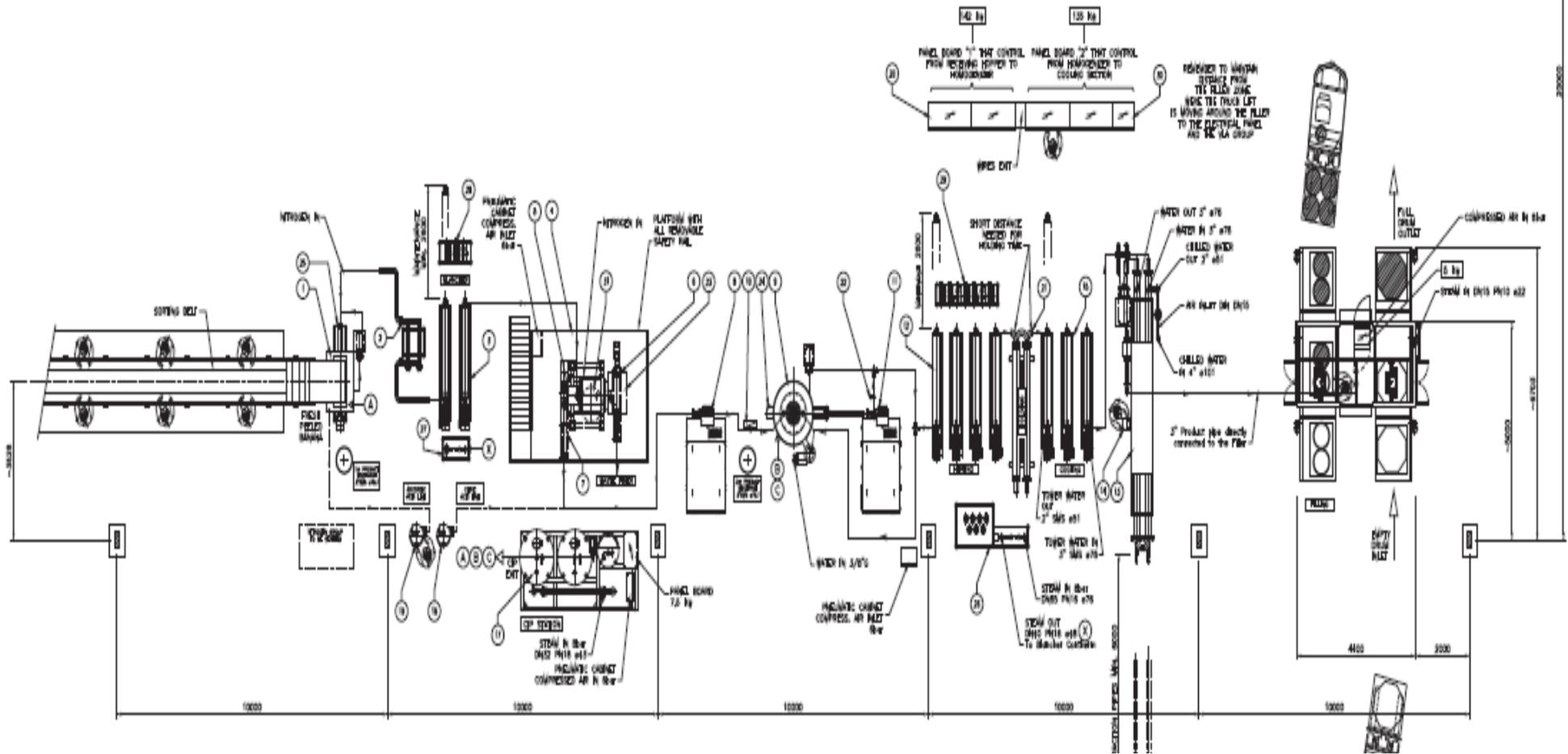


Figura 8.6.3-2. Línea de producción de puré de banana. Fuente: Frutilight S.A.

8.6.5 Formación de equipos

Debido a la importancia de la formación de equipos de acuerdo con los conocimientos de cada una de las áreas es que se reúne el personal idóneo para el gran día de la limpieza.

En la siguiente tabla se muestran las personas encargadas de cada sección y los equipos involucrados en cada área:

Tabla 8.6.3-1. Personas involucradas en el gran día de la limpieza

Encargados	Área	Equipos cerca de la zona
Maryelin Rojas Gonzáles Fabián Quesada Rodríguez	Desemilladora	Desemilladora
		Tolva
		Bombas
		Motores
Dalila Liria Urvina Elvis Machado Rojas	Pelado	Bandas
	Pelado	Motores
		Peladora Mecánica
		Bomba
Leonel Cordero Quesada	Llenado	Llenadoras Astepo, Intercambiadores

Fuente: Propia.

Las fotografías de comprobación del antes y del después del gran día de la limpieza se muestran en la sección de anexos. Estas permiten verificar el cambio ventajoso que se obtuvo en la línea de banano.

Con lo anterior, se realiza un control del equipo de limpieza requerido para este día, el cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8.6.3-2. Equipo utilizado en el gran día de la limpieza en la línea de banano

Área	Implementos de limpieza utilizados	
Pelado	Hidrolavadora	Botas
	Manguera	Delantal
	Solución de Sodio	Gorro
	Lentes de seguridad	Guantes
	Esponja	Tapa Bocas
Desemilladora	Manguera	Botas
	Solución de Sodio	Delantal
	Guantes	Escurreidor
	Gorro	Trapeador
	Lentes de seguridad	Cubo con ruedas y prensa tipo palanca
Aséptica	Manguera	Guantes
	Botas	Escurreidor
	Cubo con ruedas y palanca	Trapeador
Llenado	Cubo con ruedas y palanca	Trapeador
	Botas	Guantes

Fuente: Propia.

8.6.6 Costos del gran día de la limpieza

Involucra tanto los costos del personal que asiste la actividad como los implementos de limpieza que fueron requeridos. Se inicia de 7 a. m. a 9 a. m. En el caso de Frutilight ya se contaba con equipos como hidrolavadora, mangueras, y demás. Sin embargo, para el cálculo del costo de materiales, se supone que estos tuvieran que comprarse, de manera que los costos serían los siguientes:

Tabla 8.6.3-3. Costos totales del gran día de la Limpieza.



COSTOS GRAN DÍA DE LA LIMPIEZA

Área	Encargado	Costo de Materiales	Turno	Horas laboradas	Costo hr ord	Costo mano de obra total
Pelado	Dalila Liria Urvina	¢625.910,80	1	6	¢1.188,00	¢7.128,00
Pelado	Elvis Machado Rojas		1	6	¢1.188,00	¢7.128,00
Desemilladora	Maryelin Rojas Gonzáles		1	6	¢1.188,00	¢7.128,00
Aséptica	Fabián Quesada Rodríguez		1	6	¢1.188,00	¢7.128,00
Llenado	Leonel Cordero Quesada		1	6	¢1.188,00	¢7.128,00
	Total materiales:	¢625.910,80			Total MO=	¢35.640,00

Costo total de Gran día de Limpieza: Materiales+Mano de Obra	¢661.550,80
--	-------------

Fuente: Costo de los equipos proporcionados por el Depto. De compras, cálculos propios de la autora.

Tabla 8.6.3-4. Costo de materiales utilizados en el gran día de la limpieza.

Materiales		
delantal	2	₡5.300,00
cubo		₡ 45.200,00
guantes	10 pares	₡ 10.350,00
escurridor	2	₡ 18.758,00
tapa bocas	2	₡ 72,00
manguera	3	₡ 60.000,00
hidrolavadora	1	₡ 459.309,00
trapeador	3	₡32.221,80
total		₡ 625.910,80

Fuente: Costo de los equipos proporcionados por el Depto. De compras, cálculos propios de la autora.

De acuerdo con los datos del Departamento de Contabilidad de Frutilight, la siguiente tabla refleja los gastos de mantenimiento mensuales desde enero 2014 a diciembre 2014, cuyo año fue el primero para la planta:

Tabla 8.6.3-5. Gastos de Mantenimiento Promedio, año 2014.

GASTOS DE MANTENIMIENTO	Promedio anual	Costo por TM total
Materiales para mantenimiento	₡ 11,271,428.10	₡ 11,576.13
Mantenimiento Maquinaria	₡ 13,304,698.12	
Total	₡ 24,576,126.22	

Fuente: Departamento de Contabilidad.

Por lo que los gastos del gran día de la limpieza corresponderían a un 2.692 % del total de lo que actual se gasta en Mantenimiento. Lo anterior constituye que el gran día de la limpieza puede aplicarse a cualquier otra área que ello no sobrepasaría ni siquiera el 5% del costo total de Mantenimiento.

8.6.7 Instrucciones de limpieza

Tabla 8.6.3-6. Instrucciones para el gran día de la limpieza.

Número de instrucción	Descripción de la instrucción
1	Utilizar el equipo adecuado de limpieza.
2	Se respetará la ubicación de los basureros en todos los recintos. (Como anexos se observan los croquis de todas las secciones del edificio, donde se observan los basureros y disposición de la basura de manera temporal. En el anexo hay un antes y un después de las ubicaciones).
3	Se etiquetarán tuberías de la línea de banano en cuanto a servicios como agua, vapor y producto para facilitar el control visual.
4	El equipo de limpieza se colocará en el lugar respectivo en el que fue encontrado inicialmente (mangueras, baldes, guantes, etc.)
5	Todo el reciclaje recolectado durante la limpieza se dispondrá en el lugar adecuado en la planta.
6	Se dispondrán los bins y otros estañones que no deban estar en las áreas mencionadas inicialmente, en un lugar temporal y un montacarguista los llevará al lugar correspondiente en el área de recibo de fruta
7	Se tendrá especial cuidado de las zonas en las en las que haya equipo eléctrico, utilizando bolsas que los tapen totalmente para evitar mojarlos.
8	Continuar con la cultura de limpieza y orden continuo en las zonas de trabajo.

Fuente: Autora.

8.6.8 Resultados

Antes de iniciar con el gran día de la limpieza, se dividió el personal en distintas zonas, de manera que se abarcara la limpieza total y el ordenamiento de la línea de banano. Los resultados de esto se observan en la tabla 28.

En el anexo 6, se observan las diferencias que se obtuvieron del antes y del después del gran día de la limpieza en la línea de banano, que contemplaba cuatro distintas áreas y que abarcó todo alrededor de las mismas, de forma que se separaran los elementos de manera temporal en una zona y luego fueran dispuestos en los lugares respectivos con la ayuda de un montacargas.

Finalizada la actividad, se dio una pequeña charla sobre la importancia de la implementación de este proyecto en el área de banano y el papel esencial que juegan los trabajadores; tanto para la seguridad, calidad y eficiencia de los equipos, como para su propia seguridad en las horas de trabajo y fuera de ellas. Las personas que se llamaron para el gran día de la limpieza finalmente fueron 5 trabajadores para el turno de la mañana, iniciando el sábado 24 de enero del 2015 de 7 am y finalizando a las 2 p. m. con una hora de almuerzo. Se les recalcó no solo la importancia de colocar todos los bines, estañones y demás equipo en los lugares especificados para ellos, de forma que no obstaculice las zonas de trabajo y de paso en la planta; sino también de lo esencial que es realizar una adecuada limpieza, cuidando que los equipos como motores, bombas y otros no sufran daños ni sean humedecidos en los momentos de limpieza.

En los siguientes croquis se muestra la situación del antes y del después del gran día de la limpieza en la nave B, que corresponde a parte del área de banano, sin considerar la parte de volteo y recibo de fruta:

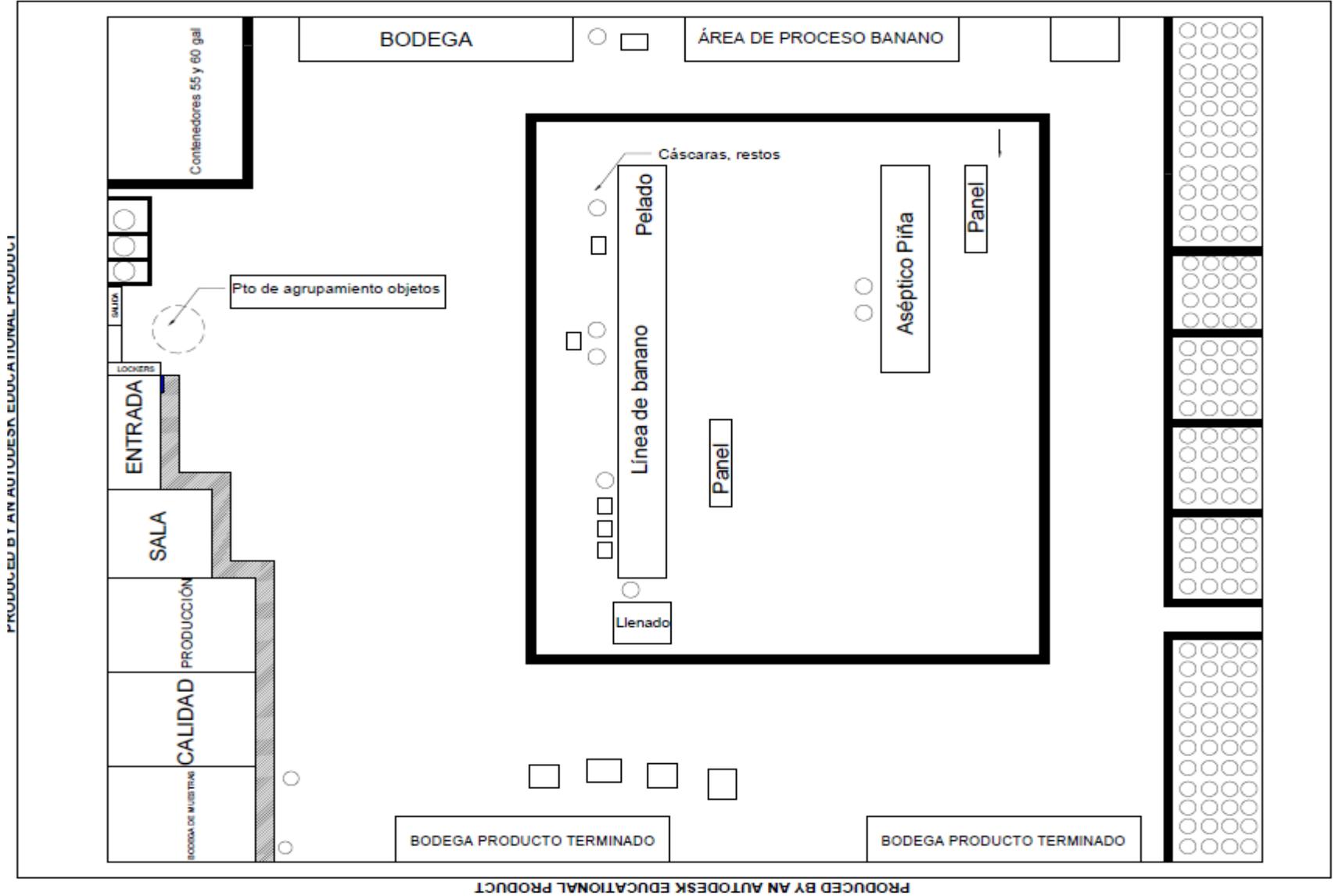


Figura 8.6.3-3. Situación antes del gran día de la limpieza en la línea de banana, nave B. Fuente: Propia.

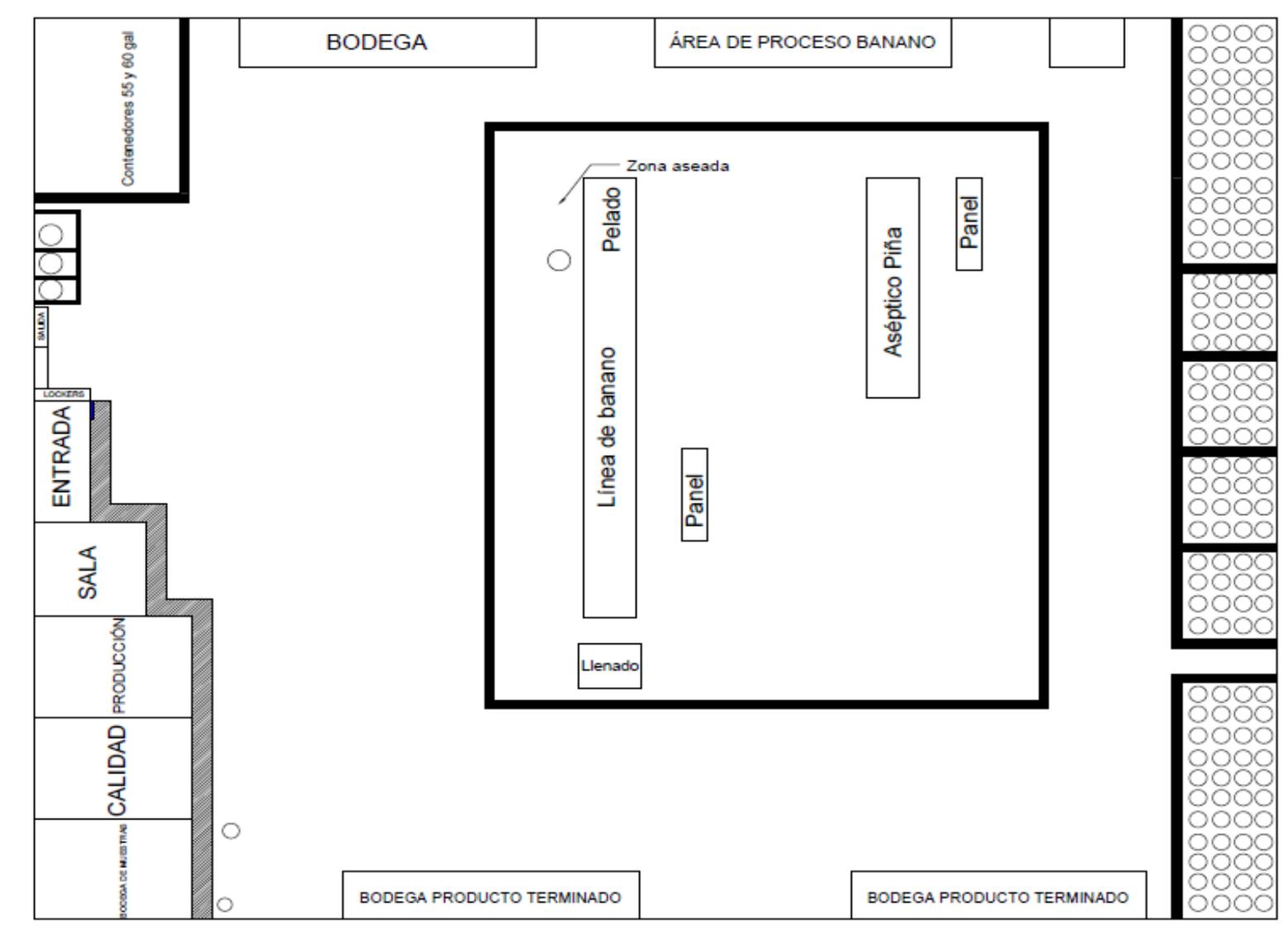


Figura 8.6.3-4. Situación antes del gran día de la limpieza en la línea de banano, nave B. Fuente: Propia.

1-1-2015

MANUAL DE CINCO ESES

MANUAL DE 5 S LÍNEA DE
BANANO

Marcia Solís Blandón
FRUTILIGHT S.A COSTA RICA

8.7 Objetivo General

Desarrollar un manual de 5 S en las áreas de impacto en la producción.

8.7.1 Objetivos específicos

- a) Comparar la situación actual con los beneficios de aplicar 5 S.
- b) Establecer un control de limpieza en áreas cerca de equipos eléctricos.
- c) Mencionar las ventajas y resultados de la aplicación del programa de 5 S.
- d) Monitorear mediante auditorías mensuales las áreas.
- e) Promover y fortalecer el trabajo en equipo en conjunto con todas las áreas.

8.7.2 Alcance

El siguiente manual de cinco eses abarca inicialmente solo la línea de banano, desde el área de pelado hasta finalizar con el envasado en la llenadora aséptica y la bodega de insumos, como la zona que impacta directamente el funcionamiento de la llenadora.

Es importante recalcar que este manual debe ser acatado por todos los empleados involucrados en la producción de puré de banano. Es decir, por el equipo de recibo y maduración de fruta, el Departamento de Producción, el Departamento de Calidad y el Departamento de Mantenimiento, con el fin de lograr los resultados deseados, que son: contar con un área de trabajo segura, ordenada de tal forma que pueda ser sencillo la localización e identificación de áreas que conforman la línea de banano, ya que finalmente dichos resultados competen a todos.

8.7.3 Responsabilidades

Es responsabilidad de los operarios y/o personas encargadas de la limpieza en la línea, mecánicos y electricistas, acatar las normas que se establecen en este manual con el fin de que los equipos no se vean perjudicados en cuanto a su disponibilidad pero principalmente que se pueda garantizar la seguridad tanto de los empleados como del

producto final. Y de los supervisores verificar que dichas normas se sigan al pie de la letra y se logre el compromiso de los empleados por mejorar continuamente.

8.7.4 Características de 5 S

- Debido a que este programa es aplicable para cualquier área de la organización, este manual tiene la finalidad de utilizarse de manera paulatina no solamente en el área de producción de puré de banano y bodega de insumos, sino en las distintas áreas que conforman toda la planta de Frutilight.
- Involucran la participación de todos los trabajadores de las áreas.
- La principal idea del programa de 5 S es convertir las áreas de trabajo en lugares más seguros, limpios y ordenados tanto para los operarios como para cualquier persona que visite la planta.
- No es un programa de limpieza, es un programa que debe aplicarse y cumplirse todos los días de trabajo en la planta.
- No es un programa que hace que el lugar de trabajo se vea estético, sino que es un asunto de eficacia para los trabajadores y personas involucradas en la planta.
- Al implantar mejoras basadas en un método de trabajo que perdure después de que se haya arrancado la implantación del programa, propicia que la empresa y su personal lo adopten como suyo.

Capítulo 9 Beneficios

- Se reducen los desperdicios de material.
- Se reducen los accidentes.
- Se reducen los movimientos y traslados inútiles.
- Se reduce el tiempo requerido para localizar herramientas y equipo.
- Mejora el área de trabajo, la vuelve un lugar más seguro y ordenado.
- Promueve el trabajo constante en equipo.
- Se promueven mejores equipos de trabajo.

8.7.5 Cronograma de Actividades

En la figura 8.7.5-1 se muestra el calendario de actividades del programa de 5 S, en el cual se incluyen las reuniones realizadas con el equipo de trabajo que forma parte de los comités. Se vuelve importante recalcar que las reuniones se establecen, generalmente, en el horario de 9 a. m., debido a que a esa hora son realizadas las reuniones operativas en la planta, por ello se aprovechan para retomar el proyecto.

		Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1			<input type="checkbox"/> Actividades de Seiton y Seiso	8 horas	sáb 1/24/15 6:00 AM	sáb 1/24/15 2:00 PM
2			Organización del gran día de la limpieza	8 horas	sáb 1/24/15 6:00 AM	sáb 1/24/15 2:00 PM
3			<input type="checkbox"/> Preparativos	1 hora	lun 2/2/15 8:30 AM	lun 2/2/15 9:30 AM
4			Reunión con el equipo	30 mins	lun 2/2/15 9:00 AM	lun 2/2/15 9:30 AM
5			Organización de los comités de trabajo	30 mins	lun 2/2/15 9:00 AM	lun 2/2/15 9:30 AM
6			Capacitación de los facilitadores y practicantes	1 hora	lun 2/2/15 9:00 AM	lun 2/2/15 10:00 AM
7			<input type="checkbox"/> Aviso Oficial del programa	1 hora	lun 2/2/15 9:00 AM	lun 2/2/15 10:00 AM
8			Publicación del diagrama organizacional y división de áreas	10 mins	lun 2/2/15 9:00 AM	lun 2/2/15 9:10 AM
9			<input type="checkbox"/> Iniciación del Seiri	1 hora	vie 2/6/15 9:00 AM	vie 2/6/15 10:00 AM
10			Normas de desecho	15 mins	vie 2/6/15 9:00 AM	vie 2/6/15 9:15 AM
11			Descarte de cosas innecesarias	45 mins	vie 2/6/15 9:00 AM	vie 2/6/15 9:45 AM
12			<input type="checkbox"/> Reunión con el equipo sobre el manual	60 mins	lun 2/9/15 9:00 AM	lun 2/9/15 10:00 AM
13			Se levanta lista de los encargados de áreas a capacitar en 5's	60 mins	lun 2/9/15 9:00 AM	lun 2/9/15 10:00 AM
14			Capacitación de 5'S	1 hora	mar 2/24/15 2:00 PM	mar 2/24/15 3:00 PM
15			<input type="checkbox"/> Arranque de 5'S		mar 2/24/15 6:00 AM	
16			Calificación y monitoreo mensual	8 horas	mar 2/24/15 6:00 AM	mar 2/24/15 4:00 PM
17			<input type="checkbox"/> Auditorías periódicas de 5 s	8 horas	lun 3/23/15 6:00 AM	lun 3/23/15 4:00 PM

Figura 8.7.5-1. Cronograma de actividades del programa de 5 S. Fuente: propia.

Además, según se observa en la figura 8.7.5-1, se realiza una capacitación sobre el programa de 5 S en el que participan los empleados recomendados por el comité de auditorías (figura 8.7.6-1). Las personas participantes de dicha capacitación tienen la ventaja de que debido a sus habilidades, pueden colaborar en el proceso futuro de extensión del programa de 5 S a las áreas de: recibo de fruta, sala de máquinas (taller) y la línea de producción de banano, adonde va enfocado este proyecto; así como a la bodega de insumos.

8.7.6 Comités de cinco eses



Figura 8.7.6-1. Comités de 5 S. Fuente: (Brenes, 2014).

A continuación, se muestran los comités de 5 S. El primer nivel es el comité central, seguido por el comité de capacitación, que tiene la idea de recibir la información de la evaluación mensual del programa de 5 S. Está conformado por personas de distintas áreas de la planta, es decir, con distintos conocimientos y experiencias pueden aportar al programa de 5 S como parte del Mantenimiento Productivo Total.

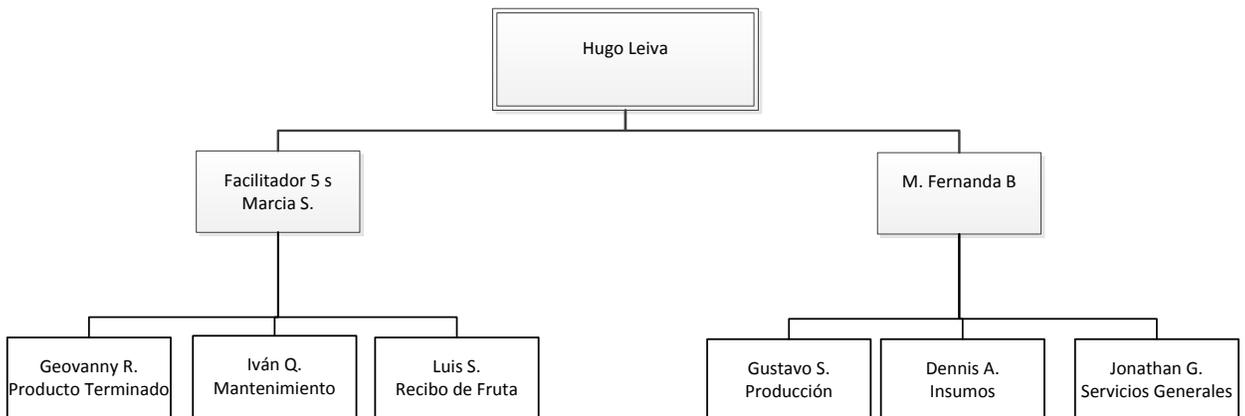


Figura 8.7.6-2. Comité de 5 S. Fuente: Propia.

Lo anterior se establece de esa manera debido a la experiencia que ya tienen las personas mencionadas, por su influencia en las distintas áreas de la planta, y como recomendación del equipo presente en la reunión de Aviso Oficial del Programa (figura 8.7.5-1). Ya que es importante que existan personas de las distintas áreas de la planta para que el programa de 5 S y el plan piloto de TPM puedan desarrollarse sin obstáculos.

El grupo responsable del programa de 5 S es una estructura distinta de la estructura organizacional de Frutilight. En ella se debe tener una excelente comunicación entre las diferentes personas, con el fin de evitar confusiones para los empleados de la planta.

8.7.7 Consideraciones del programa

a) Los encargados de cada una de las áreas, en conjunto con las personas que de acuerdo con sus características pueden contribuir a la mejora continua, tienen la responsabilidad de evaluar mensualmente su zona de trabajo con las tablas de 5 S que se presentan más adelante. Se considera una competencia entre áreas que promueve y fortalece el trabajo en equipo y el deseo de mejorar.

b) Se determinó que la frecuencia sea mensual, debido a que se quiere evitar más documentación para el departamento de mantenimiento. Sin embargo ya se les indicó a los supervisores y encargados de las áreas que durante el mes previo a la fecha de la auditoría final trabajaran en equipo de manera que constantemente se estén realizando mejoras y atacando los puntos débiles.

c) Las tablas de evaluación de puesta en marcha de cada una de las S, las tablas de Guía de evaluación de organización de áreas de trabajo en la línea de banano y las tablas de calificación final de las áreas, serán entregadas físicamente al finalizar el mes en conjunto con una auditoría interna, a las personas que conforman el comité de capacitación. Finalmente, se le da seguimiento al avance del programa mediante reuniones con el comité.

8.7.8 Evaluación del área de trabajo

Cada supervisor (figura 8.7.6-2) debe evaluar el área de trabajo en el que se vaya implementar este manual. Por tanto, se recomienda a los mismos, elaborar un mapa del área de trabajo para que de esta forma queden clarificadas las fronteras. Esto ayuda en la asignación de responsabilidades y la división de las actividades en tareas manejables.

Se recomienda también rotular cada sección y contar con procedimientos de toda el área de trabajo. Se debe fotografiar la zona de manera que quede una evidencia del antes y el después de aplicar 5 S. En los resultados de la aplicación de 5 S se muestran las imágenes del antes y del después.

En la línea de procesamiento de puré de banano se aplicará también el programa de 5 S, sin embargo, será aplicado solamente en el área piloto que inicia en el área de pelado, esto se evaluó debido a que es desde esa área donde parece más importante la aplicación de esta parte del TPM, debido a lo crítico de los equipos; así como en la bodega de insumos, ya que esta zona incide en las actividades de mantenimiento.

El siguiente mapa muestra las etapas del proceso de puré de banano, de manera que se tomen en cuenta los equipos que intervienen en cada una de las etapas del proceso. Por ello, la evaluación es sumamente importante: en el área de pelado manual deben considerarse las personas, su ergonomía (es ahí donde debe siempre impactar el programa de 5 S) y la eficiencia y seguridad de los equipos.

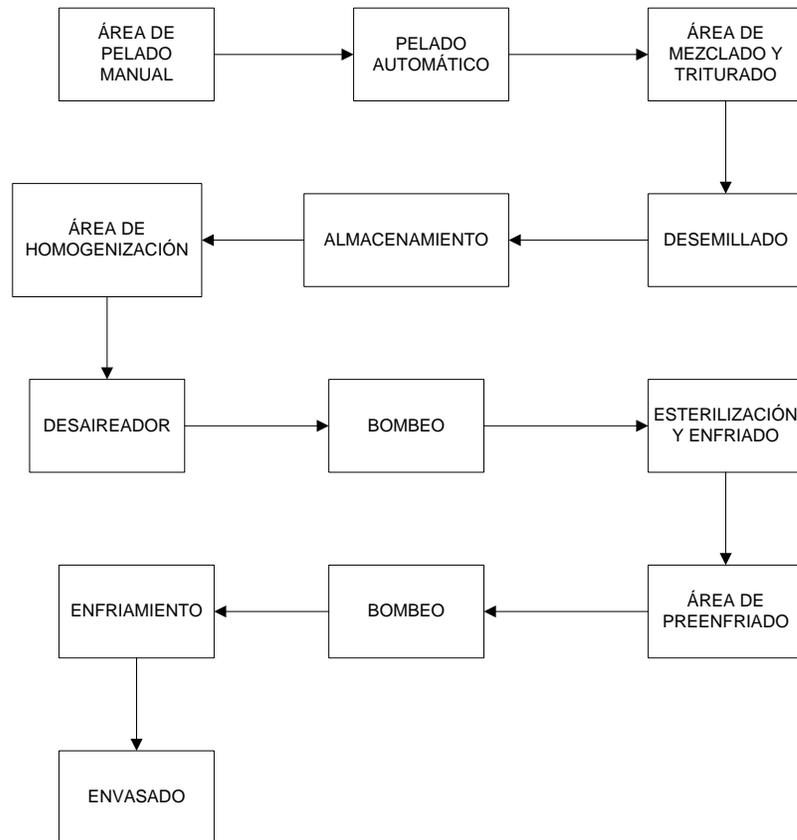


Figura 8.7.8-1. División de áreas de trabajo para la evaluación de 5 S

Más adelante en este manual se pueden observar las fotografías del antes y después de la aplicación de 5´S y lo que respecta a control visual en zonas importantes como tuberías, reconocimiento de fugas, averías y fallas en equipos; en las que es necesaria la identificación y dirección de los flujos que se maneja en el proceso para orientar a los trabajadores durante las reparaciones y en cuanto a reconocimiento de fallas para ubicar las anomalías en el sistema de una manera más rápida, segura y eficiente.

8.7.8.1 Área de trabajo y sus vecinos

Al coordinarse el área de trabajo y sus vecinos, será más sencillo definir quién es responsable de cada parte, y con ello hacer más eficiente la implementación del programa.

En la línea de banano se tienen tres grandes secciones:



Figura 8.7.8-2. Áreas de trabajo en la línea de banano.

8.7.9 Seiri: Organizar

Para iniciar con esta primera S del programa, debe seguirse una serie de evaluaciones que permite a los trabajadores de las áreas, determinar cuándo un objeto es necesario en el área de trabajo y cuándo no, además de qué aspectos tomar en cuenta para realizar dicha selección. Lo anterior se observa en el flujograma de la figura 8.7.9-5 que se muestra más adelante.

En Frutilight puede observarse que toda la línea de banano cuenta con el equipo necesario. Sin embargo, en la siguiente fotografía se observa que debajo de la banda de línea de banano se encuentran baldes que se utilizan para recoger el drenado, por ejemplo, cuando se deben drenar el sistema aséptico. También se encuentran baldes para recoger basura o plásticos que se encuentren en la zona. Esto no se regula mediante ninguna tabulación. Por tanto, se propone inspeccionar constantemente las zonas de trabajo; de manera que, una vez que se hayan dejado de utilizar, se regresen al lugar adecuado. Así no dificultarán el tránsito tanto de los operarios ni de cualquier otra persona que esté evaluando la planta.

En el panel de la llenadora sí es esencial que haya una bitácora en la que se anoten datos importantes del equipo: momento de homogenización, esterilización, llenado y otras eventualidades que puedan ser tomadas en cuenta en los planes de mantenimiento preventivo.



Figura 8.7.9-1. Baldes en la línea de banano.

Además, cuando debe drenarse en algún punto de la línea en donde la calidad verifica si se debe reprocesar el puré de banano, debido por ejemplo a semillas o a que el color no era el adecuado, se retorna a la línea mediante bombeo para que no se desperdicie dicho puré. Para esa labor, se utilizan contenedores cuadrados blancos, pero la primer S del programa pretende controlar que dichos elementos sean evacuados apenas dejen de utilizarse, de forma que no obstaculice el camino. Esa situación se observa en la siguiente imagen:



Figura 8.7.9-2. Contenedores utilizados para drenado en la línea de banano, sección CIP.

Lo anterior se da porque debido al proceso alimenticio, debe limpiarse el sistema de tuberías mediante el CIP que se tiene en la línea con el fin de eliminar suciedad y microorganismos en las superficies de las tuberías por donde circula el producto.



Figura 8.7.9-3. Línea de pelado: residuos de cáscaras.



Figura 8.7.9-4. Contenedor para basura durante limpieza.

En el caso en el que se encuentre un artículo innecesario en los puestos de trabajo, se marcará con una tarjeta roja (anexo 9) en la que se dé a entender que ese objeto no debe estar en ese lugar. También se realizará un seguimiento, de modo se sabrá si se están almacenando muchas tarjetas rojas: en dado caso, significa que no se están mejorando los puntos que se supone deben ser controlados.

[¿Cómo se distinguen los objetos necesarios de los innecesarios?](#)

De acuerdo con las necesidades que se han observado en la línea de banano, se considerarán innecesarios los objetos que tengan las siguientes características:

- a) No se utilizan para las labores de la línea de banano o tienen una frecuencia muy baja de uso. Si no es frecuente que se utilicen no es necesario que estén en los puestos de trabajo.
- b) Fueron colocados en la línea de banano para alguna función específica (por ejemplo, los baldes para drenado) pero concluida esta eventualidad, deben reubicarse en otro sitio.

8.7.9.1 Criterio de selección de los objetos innecesarios

- a) Elementos descompuestos o dañados: se desechan.
- b) Elementos obsoletos: se desechan.
- c) Elementos de más: se pondrán en el lugar correcto de nuevo.
- d) Elementos que dependiendo de su frecuencia de uso deben estar en el área de trabajo: se analiza la frecuencia de uso y se procede a disponerlo de vuelta a su lugar.
- e) Ningún objeto personal se dejará en el lugar de trabajo.

La tarjeta roja diseñada por la autora (ver anexo 9), se utilizará para identificar un objeto innecesario en la zona de trabajo y, posteriormente, se tomará una acción correctiva.

La tabla 8.7.9-1 de Criterios de ubicación de los elementos de las zonas de trabajo permite que, una vez diferenciados los objetos necesarios de los innecesarios, se pueda establecer la ubicación estrictamente requerida de acuerdo con su frecuencia de uso:

Tabla 8.7.9-1. Criterios de ubicación de los elementos en las zonas de trabajo.

FRECUENCIA DE USO	CRITERIO DE UBICACIÓN
Siempre	Colocararlo junto a la persona
Varias veces al día	Colocararlo cerca de los trabajadores
Varias veces a la semana	Colocararlo cerca del área de trabajo.
Algunas veces al mes	Colocararlo en áreas comunes
Algunas veces al año	Disponer otro lugar
Posiblemente no se use	Desechar u otra medida

Fuente: Diseño propio de la autora.

De acuerdo con lo anterior, se diseña el siguiente diagrama de flujo, que permite a los trabajadores y supervisores tener los criterios para seleccionar y diferenciar los objetos necesarios de los innecesarios en las áreas de trabajo. Dicho diagrama de flujo se muestra en la figura 8.7.9-5 y se colocará en pizarras informativas y otros lugares

visibles para todos los trabajadores, de manera que puedan guiarse en los momentos de desarrollo de las 5 S.

Diagrama de flujo de Seiri: Organizar.
Separe las cosas innecesarias del lugar de trabajo deséchelas y/o dispóngalas en su adecuado lugar.

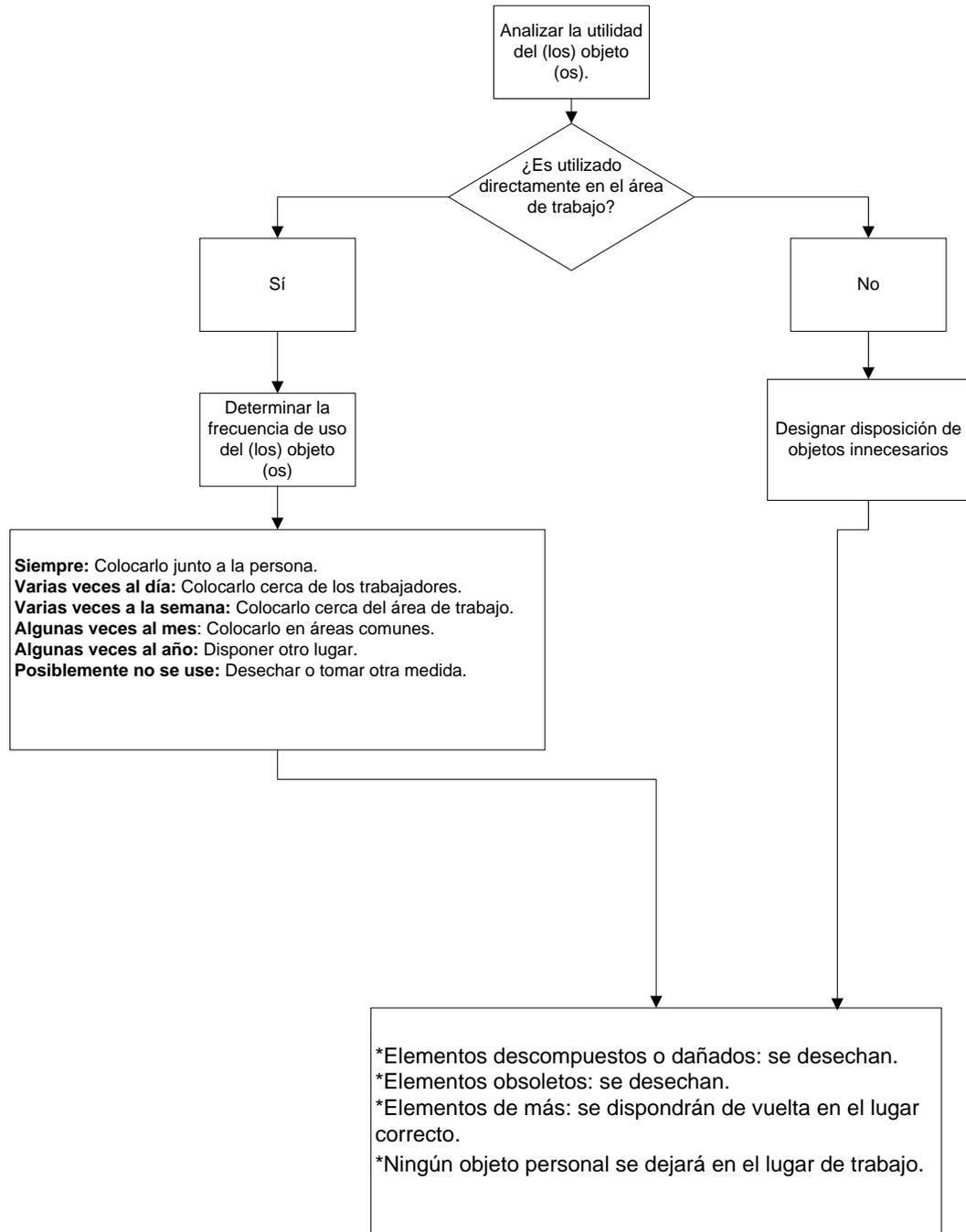


Figura 8.7.9-5. Diagrama de flujo de Seiri. Fuente: Propia.

Una vez que esté claro el procedimiento, siguiendo el diagrama de flujo de cómo determinar aquellos objetos necesarios de las áreas de trabajo, el encargado de la zona de trabajo evaluará la puesta en marcha de la primera S del programa: organizar.

La tabla 8.7.9-2 de evaluación de aplicación de organización permite al encargado de cada zona de trabajo evaluar la primer S de organización, conocer la situación y determinar qué puntos deben mejorarse.

Tabla 8.7.9-2. . Evaluación de la puesta en marcha de Organizar.

Aspecto a evaluar	Sí	No
¿Todos saben por qué se desea implementar este programa?		
¿Se han removido los artículos innecesarios del área?		
¿Entienden los empleados las ventajas del programa?		
¿Se han implementado los criterios para remover artículos innecesarios?		
¿Los empleados acatan las instrucciones de este programa?		

Fuente: Propia.

La tabla 8.7.9-3 de Guía de evaluación de Organización, evalúa el proceso en el que se va implementando el programa de cinco eses en la línea de banano. Por eso también es importante evaluar la situación de las áreas de trabajo ya diferenciadas con antelación, para así monitorear puntos débiles que puedan mejorarse.

Tabla 8.7.9-3. Guía de evaluación de Organización de áreas de trabajo en la línea de banano

Aspecto a considerar	Fecha	Semana
Artículos necesarios e innecesarios se han separado.		
Se removieron los objetos innecesarios del área		

Se reduce la cantidad de tarjetas rojas de objetos innecesarios en las zonas.		
---	--	--

Fuente: Propia.

Con el fin de calificar cada zona de trabajo, se diseña la tabla 8.7.9-4, que da una idea de cómo se encuentran las zonas de trabajo a través de una puntuación final. Así no se generará tanta documentación para el departamento. El sondeo se realizará cada mes.

Tabla 8.7.9-4. Evaluación de Organizar.

		Evaluación de 5 S				
Nom bre de S	Evaluación			Puntuación		
		Aspectos	¿Qué verificar?	MB	R	M
Organizar	A	Objetos presentes y sin uso en el área	Herramientas u otros objetos innecesarios			
	B	Objetos personales	Se encuentran constantemente			
	C	Identificación de los objetos innecesarios de los necesarios	Objetos colocados en su lugar respectivo			
	Detalle de calificación		Datos del área			
	3 pts	Muy bien				
	2 pts	Regular	Área			
	1 pt	Mal	Calificación			

Fuente: Propia.

8.7.10 Seiton: Ordenar

La finalidad de esta segunda S es que, una vez que se tienen controladas las áreas de trabajo de producción, panel y llenado en cuanto a los objetos que sean estrictamente necesarios, se le asigne a los elementos un único lugar en el que localizarlos sea sencillo para el operario.

Los mecánicos y técnicos eléctricos portan sus herramientas en cada sitio en el que deban hacerse reparaciones, en esta parte son cuidadosos en cuanto a sus pertenencias y están al tanto de qué herramienta falta y a quién fue prestada. Entonces, la idea es llevarlas de vuelta a su sitio.

En el croquis de la figura 8.6.3-4, se muestra la disposición de cada una de las áreas divididas y cómo es lo deseado.

La tabla 8.7.10-1 de Guía de evaluación del Orden, evalúa el proceso en el que se va implementando el programa de cinco eses en la línea de banano. Por eso es importante también evaluar la situación de las áreas de trabajo ya diferenciadas con antelación, para monitorear puntos débiles que puedan mejorarse.

Tabla 8.7.10-1. . Guía de evaluación del orden en las áreas de trabajo.

Aspecto por considerar	Fecha	Semana
¿Se han colocado todos los objetos en el lugar asignado?		
¿La demarcación de las áreas de trabajo se encuentra en buena condición?		
¿Es sencillo ubicar los elementos que se necesiten en el área?		

Fuente: Propia.

Con el fin de calificar cada zona de trabajo, se diseña la tabla 8.7.10-2, que con una puntuación final da una idea de cómo se encuentran las zonas de trabajo. Para que no se genere tanta documentación para el departamento, el sondeo se realizará cada mes.



Evaluación de 5 S

Nombre De S	Evaluación			Puntuación		
		Aspectos	¿Qué verificar?	MB		
Orden	A	Detección de equipo faltante	Indicación de equipo faltante			
	B	Lugares específicos para objetos y herramientas	Lugares específicos para objetos y herramientas			
	c	Orden en instalaciones, rotulación y demarcación de zonas	Estado del control visual en el área			
	Detalle de calificación			Datos del área		
	3 pts	Muy Bien				
	2 pts	Regular	Área			
	1 pt	Mal	Calificación			

Tabla 8.7.10-2. Evaluación del Orden. Fuente: Propia.

8.7.11 Seiso: Limpieza

Con este paso del programa de cinco eses se pretende guiar a los operarios de la línea en cuanto a control visual: el fin es identificar más rápidamente la ubicación de los elementos necesarios para trabajar o realizar limpieza.

En el área de pelado, dependiendo qué tan alta sea la cantidad de toneladas de banano que deban procesarse, los trabajadores del área se encargan de realizar la

limpieza en los sectores. Cuando es muy alta, la persona que opera la banda transportadora del banano a la peladora automática limpia al mismo tiempo las zonas que se encuentren sucias. A pesar de que la limpieza se realiza, la misma no es evaluada exactamente con documentación que logre proteger y monitorear cómo se está realizando la limpieza en las zonas cercanas a equipos como bombas y motores. Por esto se diseña, de acuerdo con las necesidades de las áreas en la línea de banano, la siguiente tabla de evaluación de la limpieza con el fin de evitar daños a los equipos.

Situación actual

Algo importante por considerar es que se notó que en la planta hay ocasiones en las que se utiliza más de una persona para limpiar una zona que podría ser aseada por un solo trabajador, por lo que se habla de sobreuso de personal, algo que debe erradicarse con el fin de que no hayan más personas de las necesarias trabajando en una zona.

Otro punto que se observa es que las personas que se encargan de la limpieza del área cuando, por ejemplo ocurre un derrame de producto, fugas o algún otro inconveniente, olvidan proteger los equipos con bolsas plásticas (ya que utilizan mangueras) y, en algunos casos, olvidan remover dichas bolsas plásticas después de haber finalizado la limpieza.

Las instrucciones de cómo limpiar la línea de banano son dadas únicamente de forma verbal y ellos acatan a medias dichas instrucciones. En este punto, no solo se hace referencia a limpieza de pisos, sino a verificación en cuanto a si algún equipo está goteando aceite, producto, agua o algún otro fluido con el que se pueda alertar al Departamento de Mantenimiento sobre algún problema que pueda darse en el equipo y corregir inmediatamente.

Situación deseada

Lo que se pretende es que exista un control minucioso de los pasos a seguir en cuanto a limpieza de zonas de trabajo de la línea de banano en la que se haya dado algún derrame de producto u otro fluido.

Debido a que toda la planta cuenta con equipos eléctricos es importante recalcar que dicho control no solo podría aplicarse en la línea de banano sino en otras zonas en las que se requiera.

Actualmente, la planta cuenta con una hoja de verificación visual de limpieza en la línea en cada área: área de proceso, área aséptica y área de llenado. Es importante establecer una hoja de monitoreo de procedimientos con el fin de indicar a los operarios en caso de que se esté dando una mala praxis y se pueda corregir inmediatamente.

Asimismo, se desea que la cantidad de personas que se encuentren limpiando en una zona específica sea estrictamente la necesaria con el fin de agilizar el trabajo y evitar retrasos.

La tabla 8.7.11-1 de Guía de evaluación del Limpieza, evalúa el proceso en el que se va implementando el programa de cinco eses en la línea de banano. Por eso, es importante también evaluar la situación de las áreas de trabajo ya diferenciadas con antelación, para monitorear puntos débiles que puedan mejorarse.

Tabla 8.7.11-1. Guía de evaluación de la limpieza en las áreas de trabajo.

Aspecto a evaluar	SÍ	NO	Fecha
¿Las zonas se encuentran limpias?			
¿Se ha utilizado el equipo adecuado de limpieza?			
Duración de limpieza			
Cantidad de trabajadores limpiando			
Zona a limpiar			
¿Coloca cobertor a los equipos que lo requiera?			
¿Retira la protección (bolsa plástica, cobertores, mantas) a los equipos después de realizada la limpieza?			

Fuente: Propia

En la tabla 8.7.11-2, se muestra la evaluación de la limpieza de las áreas de la línea de banano, con el fin de calificar dichas áreas.

Tabla 8.7.11-2. . Evaluación de la limpieza.



Evaluación de 5 S

Nombre De S	Evaluación			Puntuación		
		Aspectos	¿Qué verificar?	MB	R	M
Limpieza	A	Suciedad en el área de trabajo	Verificar en pisos y áreas de trabajo			
	B	Control de equipo de limpieza	Equipo de limpieza sucio en los alrededores			
	C	Limpieza diaria	Verificar el control de aseo de pisos, equipos			
	Detalle de calificación			Datos del área		
	3 pts	Muy Bien				
	2 pts	Regular	Área			
	1 pt	Mal	Calificación			

Fuente: Propia.

8.7.12 Seiketsu: Estandarización

Esta S es sumamente importante para que el éxito del programa pueda realizarse. En el caso de Frutilight y de acuerdo con la información que pudo tomarse de las dos capacitaciones que se realizaron como introducción al programa de Mantenimiento Productivo Total, la estandarización no es algo que se lleve a cabo por parte de los mecánicos, eléctricos y los colaboradores de servicios de la planta (gas, agua, etc). Esto debido a que todos tienen maneras distintas de hacer las labores, indicaron que la

estandarización no es algo que se dé a pesar de que ya saben la importancia que tiene llevarla a cabo.

Para monitorear y evaluar la aplicación de las 5 S y la mejora continua, se muestra la siguiente tabla para verificar puntos débiles en cuanto a qué trabajo se realiza y cómo se está haciendo.

La tabla 8.7.12-1 de Guía de evaluación de la Estandarización, evalúa el proceso en el que se va implementando el programa de cinco eses en la línea de banano. Por eso es importante también evaluar la situación de las áreas de trabajo ya diferenciadas con antelación, para monitorear puntos débiles que puedan mejorarse.

Tabla 8.7.12-1. Guía de evaluación de la estandarización en las áreas de trabajo.

Aspecto a evaluar	Sí	No
¿Se observan cambios, pero no se ha documentado?		
¿Los empleados buscan cómo eliminar desperdicios, información es documentada y compartida por todos?		
¿Los empleados están enterados del programa?		
¿Los empelados comprenden la importancia del programa?		

Fuente 22. Tabla diseñada por la autora.

En la tabla 8.7.12-2 se muestra la evaluación de la estandarización en las áreas de la línea de banano, con el fin de calificar dichas áreas.

Tabla 8.7.12-2. Evaluación de la estandarización.



Evaluación de 5 S

Nombre De S	Evaluación			Puntuación		
		Aspectos	¿Qué verificar?	MB	R	M
Estandarizar	A	Procedimiento de limpieza	Controles de limpieza			
	B	Procedimientos de trabajo	Seguir los procedimientos de trabajo de 5'S.			
	c	Uso de ropa y equipo adecuado	¿Se está utilizando la ropa adecuada y el equipo idóneo?			
	Detalle de calificación			Datos del área		
	3 pts	Muy Bien				
	2 pts	Regular	Área			
	1 pt	Mal	Calificación			

Fuente: Propia.

En Frutilight limpieza es controlada por cada supervisor de área, es decir: el supervisor de recibo de fruta, los supervisores de producción y los supervisores de mantenimiento (taller por ejemplo).

8.7.13 Shitsuke: Disciplina

Debido a que los mismos mecánicos y eléctricos de la planta indicaron la ausencia de estandarización en las labores diarias, la disciplina es un punto un tanto difícil. Por lo anterior se monitoreará con el fin de que los grupos de la planta le den seguimiento a las actividades como lo son la organización, el orden, la limpieza y la estandarización, y no sólo eso, sino que el programa sea aceptado y comprendido tanto por los operarios de

los equipos de las distintas áreas de la línea de banano como por los mecánicos, eléctricos y aquellos que laboran en el área de servicios. Parte de la charla de introducción del TPM que se realizó consistía en puntualizar la importancia que hay en el Mantenimiento Productivo Total, y no sólo eso sino que todos trabajadores de la planta en conjunto sigan los procedimientos.

La tabla 8.7.13-1 de Guía de evaluación de la Disciplina, evalúa el proceso en el que se va implementando el programa de cinco eses en la línea de banano. Por eso es importante también evaluar la situación de las áreas de trabajo ya diferenciadas con antelación, para monitorear puntos débiles que puedan mejorarse.

Tabla 8.7.13-1. Guía de evaluación de la disciplina en las áreas de trabajo.

Aspecto a evaluar	SÍ	NO
¿Quedan las áreas limpias después de su uso?		
¿Los empleados ponen en práctica los procedimientos?		
¿Se entiende el programa de 5 S y es seguido por los empleados?		

Fuente: Propia.

Para que el programa de 5 S en el área de banano de la planta de Frutilight tenga resultados continuos, debe respetarse el siguiente ciclo:

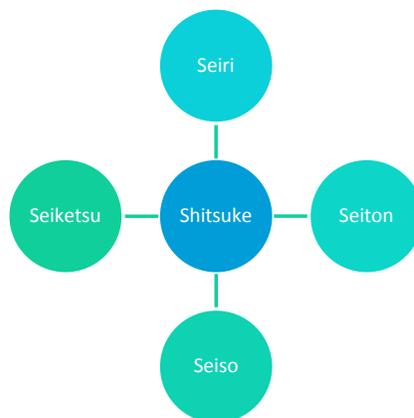


Figura 8.7.13-1. Clave del éxito del programa de 5´S.Fuente: Propia.

Para la comprensión de todo el equipo de cada área con respecto al programa de 5 S, en el anexo 11 se muestra el brochure informativo del programa de 5 S, de modo que todos los empleados estén constantemente enterados del desarrollo del plan. El mismo fue colocado en pizarras informativas en el área de recibo de fruta, bodega de insumos, y sala de máquinas.

8.7.14 Medición del impacto de las 5 S en la llenadora de puré

a) No solamente es importante evaluar por separado cada una de las 5 S, sino monitorear en la línea de banano la situación actual y cuál es la situación deseada en el área. A continuación, se muestra la hoja de mejoramiento del programa de 5 S para Frutilight en la figura 8.7.14-1, la cual va ser utilizada por el auditor como parte de las observaciones en las auditorías mensuales.

b) La finalidad de la hoja de evaluación general del programa de cinco eses es poder observar y comparar la situación que actualmente se tiene en la línea de producción y la situación que se desea. Esto evita que el programa se detenga en cuanto a mejorías y pueda continuar a alcanzar los objetivos que son: mantener el orden y limpieza en las áreas de tal forma que exista seguridad en la zona de trabajo para los operarios y que los mismos puedan trasladarse más fácilmente de un lugar a otro sin desperdiciar tiempo buscando elementos que necesiten para ejecutar su trabajo.

c) Con las auditorías se podrá controlar la eficiencia y cambios del área aplicando el programa de 5 S.



MEJORAMIENTO DEL PROGRAMA DE CINCO ESES

Área		Fecha	
Encargado		Semana	

CONDICIÓN ACTUAL			

CONDICIÓN DESEADA (A MEJORAR)			

FIRMA

Figura 8.7.14-1. Mejoramiento del programa de 5 S. Fuente: Propia.

8.8 Auditorías

8.8.1 Objetivo General

Contribuir con la mejora del programa de 5 S en las áreas mencionadas de Frutilight mediante el cumplimiento de los requisitos establecidos en el manual de 5 S.

8.8.2 Objetivos específicos

- a) Monitorear las áreas en las que se implemente el programa de 5 S.
- b) Recolectar y almacenar información con el fin de establecer puntos de mejora.
- c) Impulsar la competencia entre áreas con el fin de promover el trabajo y el mejoramiento en grupo.
- d) Desarrollar un ambiente de trabajo que ayude al alcance de los objetivos del programa de 5 S.

8.8.3 Alcance de las auditorías

Dichos procesos comprenderán las áreas de recibo de fruta, la sala de máquinas y el taller, la bodega de insumos y el área de proceso de puré de banano; sin embargo, son flexible a cambios en cuanto a evaluar y extender otras áreas además de las mencionadas.

8.8.4 Criterios de la auditoría y documentos de referencia

En una organización, el correcto ambiente laboral, las condiciones de seguridad y de comodidad influyen en el desarrollo del personal. Además, impactan en temas de calidad y seguridad de los productos. Lo anterior se considera en la norma ISO 9001 sección 6.4 de ambiente de trabajo, y es requisito en el sistema de gestión de calidad (SGC).

Dicha sección de la norma considera lo siguiente:

“La organización debe determinar y gestionar el ambiente de trabajo necesario para lograr la conformidad con los requisitos del producto.

Nota: El término “ambiente de trabajo” está relacionado con aquellas condiciones bajo las cuales se realiza el trabajo, incluyendo factores físicos, ambientales y de otro tipo (tales como el ruido, la temperatura, la humedad, la iluminación o las condiciones climáticas).” (ISO, Norma Internacional ISO 9001:2008, 2008)

8.8.5 Instrucciones de auditoría de 5 S

Como se determinó en la reunión del 9 de febrero (figura 8.7.5-1 de calendario de actividades de 5 S), mediante las tablas diseñadas para cada una de las 5 S, se realizará una auditoría mensual en la que la auditora (la autora de este proyecto) evaluará a través calificaciones que van desde “muy bueno” hasta “regular” o “mal” las condiciones en las que se encuentran las áreas de trabajo. El calendario de dicha auditoría se observa en la figura 8.8.5-2.

Se debe recordar que no es solamente aplicado a la línea de banano, sino que se extiende paulatinamente a áreas como recibo de fruta, sala de máquinas/taller, bodega y la línea de producción de banano que corresponde a la nave B de la planta (es en total la nave A en donde se encuentran las cámaras de maduración, la nave B y la nave C de bodega de producto terminado) para que de esta forma se pueda promover el trabajo en equipo y se logren obtener los resultados esperados en los objetivos.

A continuación, se presenta el cronograma en el que se indica las fechas de evaluación de auditoría, en las que se va seguir el siguiente procedimiento y criterio de auditoría interna:

- a) Muestra de documentación de 5 S, dicho archivo, junto con el manual, será entregado en digital a cada encargado de área. (anexo 12, tablas del manual de 5 S).
- b) Evidencias mediante fotografías debidamente documentadas del antes y después del inicio del programa de 5 S y su divulgación al equipo de manera que se involucre e informe a todos sobre lo que se está trabajando en cada área.
- c) De forma posterior a la auditoría se realizará la evaluación respectiva de cada área y se indicarán las observaciones de cada una de las 5 S utilizando la Lista de Verificación para Elemento del Programa a Evaluar.
- d) De acuerdo con el punto anterior, se analizará los puntos de no conformidad y se le entregará una lista de puntos por mejorar, que también se indica a continuación, en la que se asignará al responsable la fecha de indicación de la no conformidad y la fecha de acción correctiva con un tiempo límite de realización que

depende del tipo de hallazgo, después de realizada la auditoría interna (Hoja de autoinspecciones, figura 8.8.5-1).

e) Dicha hoja de autoinspecciones se le entrega digitalmente a los encargados de cada área.

f) Se realiza la reunión de cierre en la que se habla de dichos puntos por mejorar y la calificación que cada área obtuvo.

g) Se envía evidencia de las soluciones a las no conformidades.

Esos son los pasos que cada encargado de área en conjunto con su equipo, deberán seguir en cada auditoría mensual. Se tiene claro que de un programa como lo es el de 5 S, aplicado a toda la planta, requiere de todo un proceso y que su culminación es a largo plazo; sin embargo, se insta a los encargados a que estimulen el trabajo en equipo de sus grupos de trabajo de manera que pueda establecerse una única comunicación y camino a seguir para que todo los procesos sean debidamente estandarizados y se logren concretar las metas.

Los resultados se observarán mediante fotografías del antes y del después de las zonas de trabajo, con ello se monitoreará el avance y los puntos débiles por mejorar.



**Plan de Auditorías de 5 S
2015**

Auditor: Marcia Solís Blandón

Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre						
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3								

Nota: Recordar cada punto que se evalúa en las auditorías internas:

- Muestra de documentación de 5 S.
- Evidencias mediante fotografías debidamente documentadas del antes y después del inicio del programa de 5 S.
- Posterior a la auditoría se realizará la evaluación respectiva de cada área y se le asignará un puntaje.
- De acuerdo con el punto anterior se analizará los puntos de no conformidad y se le entregará una lista de puntos a mejorar que también se indica a continuación en la que se asignará al responsable, la fecha de indicación de la no conformidad y la fecha de acción correctiva con un tiempo límite de realización de quince días después de realizada la auditoría interna.
- Dicha hoja se le entrega digitalmente a los encargados de cada área.
- Se realiza la reunión de cierre en la que se habla de dichos puntos a mejorar y la calificación que cada área obtuvo.
- Envío de evidencia de las soluciones a las no conformidades.

Figura 8.8.5-2. . Calendario de auditorías mensuales de 5 S. Fuente: Propia.

Indicadores que miden los resultados del programa de 5 S

La auditoría se realizará mensualmente, como se observa en la figura 8.8.5-2. Se realizará el tercer lunes del mes (se elige el lunes debido a que este día es el establecido para el mantenimiento en la planta, por lo que no afectaría ni atrasaría el proceso de producción y las labores en las áreas) o un día en común acuerdo con producción de manera que se comprueben las actividades en el momento de auditar.

Se utilizará una lista de verificación del programa de 5 S a evaluar, utilizada solamente por el auditor (anexo 13).

Los indicadores que medirán en un mes los resultados del programa de 5 S son los siguientes:

- a) Fotografías de antes y después de aplicar el programa de 5 S en el primer mes
- b) El nivel de conocimiento de 5 S por parte de los trabajadores de cada área
- c) Rotulación en áreas de trabajo
- d) Cantidad de elementos innecesarios en las áreas antes y después del programa
- e) Comparación de notas antes y después de la auditoría
- f) La documentación del manual de 5 S (anexo 12) mostrada al auditor
- g) El impacto de implementar 5 S en la llenadora de puré es midiendo los tiempos de búsqueda de repuestos en la bodega
- h) Cantidad de trabajadores del área/trabajadores capacitados.
- i) Kg de Material reciclable/total ingresado.

El auditor verificará lo siguiente:

La información entregada en los documentos es: — completa (todo el contenido esperado se encuentra en el documento); — correcta (el contenido está conforme con otras fuentes confiables tales como normas y regulaciones); — consistente (el documento es consistente consigo mismo y con documentos relacionados); — actual (el contenido está actualizado). (ISO, Directrices para la auditoría de Sistemas de Gestión, 2011)

Tabla 8.8.5-1. Determinación del estado de la información entregada en los documentos en la auditoría.

La información entregada en los documentos es:		
Aspecto	Sí	No
Completa		
Correcta		
Consistente		
Actual		

Fuente: Propia e información de (ISO, Directrices para la auditoría de Sistemas de Gestión, 2011)

8.9 Manual de Mantenimiento Autónomo

8.9.1 Eficiencia del Mantenimiento Autónomo

Actualmente en la planta no se estaba trabajando con la filosofía de mantenimiento autónomo de los equipos; sin embargo, se empezó a entrenar a operarios con el fin de que se involucren más con el mantenimiento que requiera el equipo. Esto se inició los días lunes, en que se realiza mantenimiento en la planta.

8.9.2 Indicadores de Mantenimiento Autónomo

Para evidenciar la eficiencia del mantenimiento autónomo implementado en la llenadora de puré de banano se medirá mediante las siguientes variables:

Tabla 8.9-1. . Indicadores de eficiencia de mantenimiento autónomo en la llenadora de puré.

No. Indicador	Indicador	Aporte del indicador
1	Toneladas despachadas proyectadas/Toneladas despachadas reales	Midiendo la cantidad de toneladas despachadas utilizando ambos o solamente un cabezal se permite reconocer el impacto de que el operario conozca y maneje rutinas de inspección en la llenadora.
2	Tiempos perdidos por ajustes	Este es el tiempo que tardaría el técnico desde que se dio la avería o falla (en el que el operador por falta de conocimiento o de herramientas) hasta el momento en el que se resolvió definitivamente el problema.
3	Tiempo operativo eficiente	Es el tiempo eficiente en el que no hubo eventos de fallas o averías en la llenadora.
4	Tiempo de reparación	Este es el tiempo de duración de la reparación del equipo.
5	Tareas de inspección realizadas/Tareas de inspección programadas	Este indicador refleja el cumplimiento de las inspecciones plasmadas en el manual de mantenimiento autónomo.

Fuente 23. Propia.

Para el primer indicador, si se compara un día como el 26 de febrero del 2015, en el que en el primer turno hubo 20 min de tiempo perdido porque la cámara 1 de la

llenadora no destapa, con un día como el 5 de marzo del 2015 en el que no hubo tiempos perdidos, las toneladas producidas en un turno fueron de:

Tabla 8.9-2. Comparación entre un turno de producción sin tiempos perdidos en la llenadora de puré de banano versus un turno con tiempo perdidos.

Con tiempos perdidos		Sin tiempos perdidos		Diferencia
Toneladas despachadas (ton)	Flujo (ton/hr)	Toneladas despachadas (ton)	Flujo (ton/hr)	(ton/turno)
53.50	6.69	60	7,5	6.5

Fuente 24. Datos de Frutilight y cálculos realizados por la autora.

Esto demuestra que del indicador No.1 de la tabla, se podrá determinar el estado de la eficiencia de las toneladas que se pudieron despachar en un turno de 8 horas en el caso de que ocurra alguna eventualidad, esto permitirá mejorar las condiciones de los operadores de la llenadora y capacitarlos adecuadamente.

En la tabla 8.9-2 se muestra que la diferencia que existe entre un turno con tiempos perdidos y un turno sin tiempos perdidos es de 6.5 toneladas, lo que corresponde a aproximadamente 6 bines de banano empacados (cada bin es de 1000 kg).

8.9.3 Impacto del mantenimiento autónomo en tiempos perdidos (COSTOS)

Se inicia con la implementación del mantenimiento autónomo no sólo en la llenadora de puré sino en sistemas como extracción de piña y panelistas de ambas líneas. El tiempo de capacitación es de un turno (8 horas) en cuyo caso se analiza el costo-beneficio de esta implementación:

Tabla 8.9-3. Análisis de costo de mantenimiento autónomo semanal en la llenadora. Fuente 25. Costos suministrados por el departamento de contabilidad.

Operario	Costo/hora operario	por	Total un turno	Costo al mes (4 lunes)
1 Llenador	₡2125		₡17 000	₡68 000

Fuente: Datos de costo de hora de operarios proporcionado por el Dpto. de Contabilidad.

Si se compara con los tiempos perdidos durante un mes:

Tabla 8.9-4. Tiempos perdidos de la llenadora ocurridos durante el 2015.

Semana	Tiempo perdido (min)
1	53
2	0
3	10
4	0
5	25
6	117
7	0
8	15
9	40
10	0
11	179
12	14
Total	453
Promedio mensual	151

Fuente 26. Datos de tiempos perdidos suministrados por el departamento de mantenimiento.

El tiempo perdido promedio mensual en la llenadora de puré significa bajo flujo, lo que quiere decir que solamente con un cabezal se podría llenar. A un flujo mensual promedio de 5300 kg/hr significa que por bajo flujo no pudieron procesarse 13 338.33 kg en el mes (muestreo tomado de semana 10 a semana 12 del 2015). Aproximadamente son 13 TM de puré de banano en el mes, como ingreso por costo de venta es de: ₡3,281,514.86 (considerando el costo de venta por TM de \$469.19):

$$\frac{5300 \text{ kg/hr}}{60 \text{ min}} * 151 \frac{\text{min}}{1 \text{ hr}} = 13 \text{ 338.33 kg puré}$$

$$13 \text{ TM puré} * \$469.19 * 538 = ₡ 3,281,514.86 \text{ ingresos}$$

Si el llenador es capacitado de manera que sus habilidades se desarrollen paulatinamente, mediante chequeos de inspección, limpiezas y ajustes, él podrá evidenciar la existencia de anomalías en el equipo e informar inmediatamente a los técnicos mecánicos o eléctricos.

Según el análisis anterior, la inversión de que el operario participe todos los lunes durante el mantenimiento preventivo costea el salario mensual que significaría esta labor.

8.9.4 Resultados del Mantenimiento Autónomo: Cronograma de Actividades

De acuerdo con lo anterior, se inicia con el mantenimiento autónomo todos los lunes, día en el que se realiza mantenimiento preventivo a todos los equipos. Debido a que no se tenían planificadas las actividades en las que participarían los operarios, se realiza el siguiente cronograma con el fin de que no existan atrasos o que el mecánico se encuentre realizando otra labor, provocando que el operario de la llenadora esté ocioso o en otra actividad que no sea la que interesa atacar más rápidamente que son las actividades de inspección, ajustes y limpieza necesarias en la llenadora. Importante recalcar que se decide en conjunto con el equipo de mantenimiento y producción, orientar a otros operarios como el operador de panel y el operador de ácidos en el aprendizaje de actividades de mantenimiento autónomo (cuyas áreas no se estudian en este proyecto).

Tabla 8.9-5. Actividades de mantenimiento autónomo en la llenadora de puré y en otras zonas críticas de la línea.

Mantenimiento autónomo línea de piña y línea de banano

Equipo	Hora	Actividad	
Llenador	6:00 AM	Mantenimiento en limpieza de boquilla de cabezales y cámara de llenado, revisión de fugas de vapor y aire comprimido y cómo corregir fugas (realizar cambio de racors), calibración de destapa tapón, funcionamiento del pistón y cómo calibrar los sensores en el pistón.	Todo el turno
Equipo	Hora	Actividad	
Operadores de Panel	6:00 AM	Cómo darle mantenimiento a una válvula neumática (mariposa), cómo cambiar un racor de aire, verificación de fugas de aire (reconocimiento), cómo cambiar de empaques en unión de tope SMS, cómo realizar limpieza al homogenizador.	Todo el turno
Equipo	Hora	Actividad	

Operadores de ácido	6:00 AM	Cómo calibrar el desmillador, y cómo hace un cambio de malla, cómo ajustar la prensa estopa de cordón teflonado.	Todo el turno
---------------------	---------	--	---------------

Herramientas necesarias para operarios	
Llave 19, 13, 10, 11, 24, 22, llave francesa, llave de férula, destornillador plano y estrella, llave para cañería número 18"	3 juegos

Fuente 27. Actividades decididas en conjunto con el equipo de mantenimiento.

Uno de los problemas que existe es la falta de herramientas para los operarios, ya que evita que se desarrolle adecuadamente el programa de mantenimiento autónomo en la llenadora de puré de banano. Por esto, se hace un levantamiento de lo que deberían tener para poder realizar sus ajustes e inspecciones en las diferentes líneas que componen el equipo.

¿Cómo se evidencia el avance del programa de Mantenimiento Autónomo?

El avance del programa se logrará medir estableciendo primero un tiempo prudencial de aprendizaje de los operarios, a partir del cual se monitoreará con los indicadores de la tabla 41. El tiempo máximo de la curva de aprendizaje se establece de seis meses, tiempo suficiente para que los operarios -una vez finalizado el cronograma de actividades- tengan un conocimiento básico de la llenadora de puré.

Además, para evidenciar la participación de los operarios cada lunes, se hace un memorándum en donde ellos firman haciendo constar que los temas fueron abarcados.

8.10 Mantenimiento Preventivo

8.10.1 Manual de Mantenimiento Preventivo basado en RCM

Los problemas recurrentes en la llenadora de puré de banano han sido los siguientes:

Tabla 8.10-1. Problemas de funcionamiento en la llenadora de puré de banano desde inicios de operación.

Tiempo perdido	Causa
13	Se bajan las barreras de vapor de cámara No.2
20	Problemas con cámara No.2
10	Problemas con cámara No.1
25	Problemas con cámara No.2, mucha presión de vapor
20	Cabezal No.2 tiene problemas con sensor de sacar tapón
97	Problemas con sensor de conveyor de cámara No.1
15	Problemas con cámara No.2, se revienta resorte de la destapadora
20	Problemas con pistón de las mordazas de cámara No.2
20	Problemas con cámara No.1 no destapa
179	Cámara No.1 se dispara, desgase en mordazas
14	Se llena con sólo cámara No.2, cámara No.1 se suelta tornillo del pistón que abre mordazas
15	Cambian mangueras de depósito de peróxido de cámara No.1
25	Problemas con cabezal No.2, se quiebra resorte de mordazas
25	Cámara No.1 se contamina con producto, se re-esteriliza cabezal
350	Se llena con sólo un cabezal por problemas con dosificador de peróxido

Fuente 28. Datos de tiempos perdidos de Frutilight.

Lo anterior demuestra los problemas que han sucedido de forma recurrente en el equipo. Los problemas de las cámaras de cada cabezal de la llenadora corresponden al momento de destapar las bolsas, mordazas, vapor y fallas con respecto al vapor. Es importante observar el tiempo perdido que significa alguna de esas fallas: llenado detenido o bajo flujo que finalmente se traduce a dinero perdido.

8.10.2 Índices de eficiencia del mantenimiento preventivo

El rendimiento de un equipo y el nivel de pérdidas que existan en el mismo, dependen de varios factores. Su consideración y medición pueden ser de gran ayuda para introducir mejoras que logren eliminar las pérdidas o reducirlas.

Si el mantenimiento preventivo es llevado a cabo de manera adecuada, los factores que permitirán analizar las pérdidas que se den en la llenadora y su mejora son:



Figura 8.10-1. Índices de Mantenimiento preventivo calculados en la llenadora de puré de banano.

$$MTBF = \frac{\text{Número de horas totales del tiempo analizado}}{\text{Número de averías}}$$

$$MTTR = \frac{\text{Número de horas de paro por avería}}{\text{Número de averías}}$$

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{MTBF - MTR}{MTBF}$$

- a) El tiempo medio entre fallos permite mostrar la incidencia de las averías en el total de tiempo disponible en el que opera la llenadora.
- b) El tiempo medio de reparación permite mostrar el tiempo de reparación de un tiempo dado de averías (logrando saber la eficiencia de los técnicos en reparar.
- c) La disponibilidad por avería, al igual que la disponibilidad de la eficiencia global del equipo, permite saber cuál es el porcentaje del tiempo total en el que la llenadora opera sin ningún problema.

d) Para registrar el tiempo medio de reparación por avería, se registrará en bitácora el tiempo total que el técnico mecánico o el electricista duró en solucionar el problema. Esto se controla además en la hoja de control de trabajos preventivos y correctivos (anexo 14); con el registro de tiempos perdidos puede conocerse el tiempo real de reparación para controlar estos indicadores.

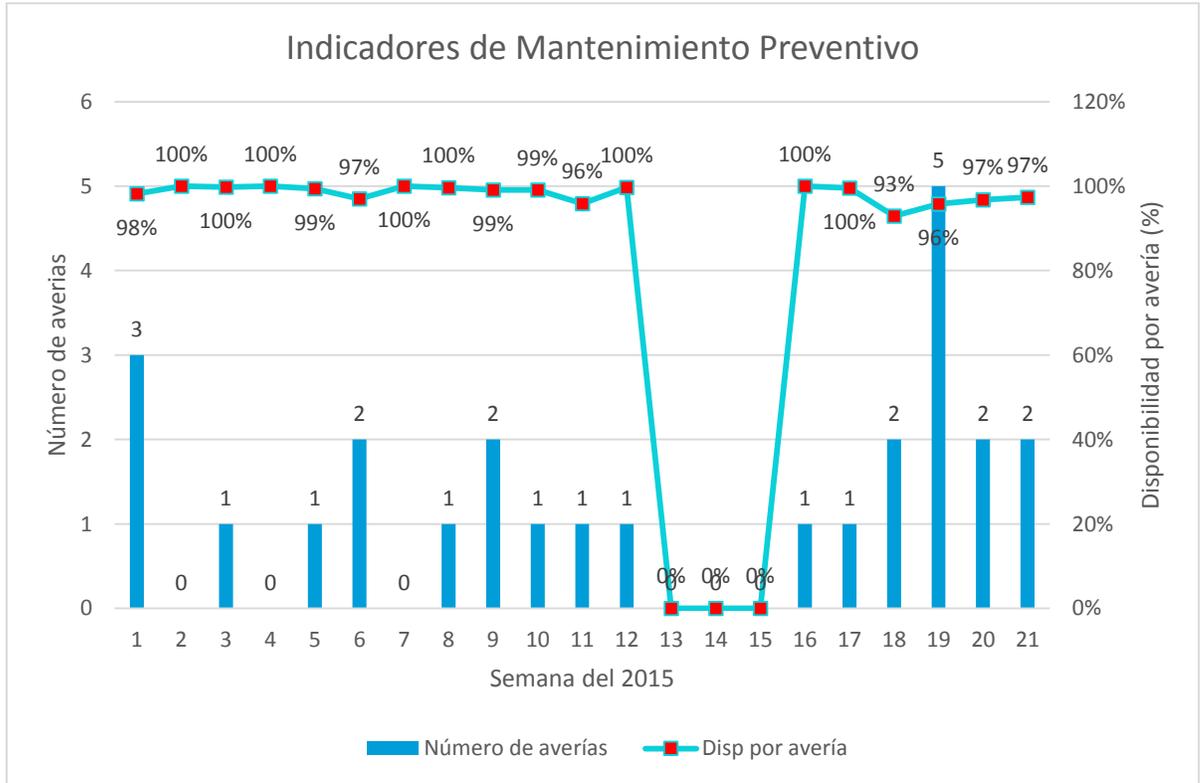


Figura 8.10-2. Indicadores de Mantenimiento Preventivo. Fuente: Propia.

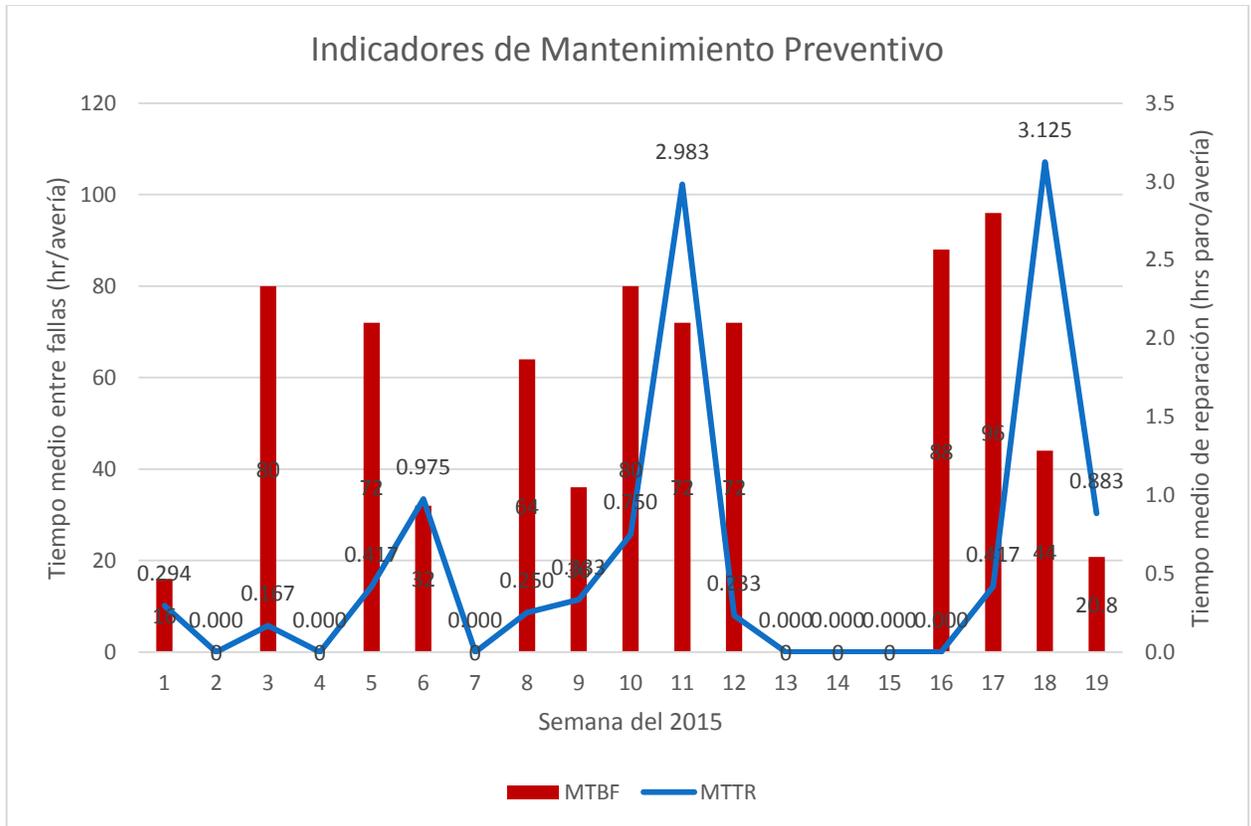


Figura 8.10-3. Indicadores de Mantenimiento Preventivo. Fuente: Propia.

¿Por qué el mantenimiento preventivo en la llenadora?

- a) Es una inspección periódica para detectar condiciones de operación que puedan ocasionar averías.
- b) Es una rápida detección y tratamiento de anomalías en el equipo.

Importancia de estandarizar las actividades de mantenimiento preventivo

- a) Es aún más eficaz que todas las personas las realicen de la misma manera.
- b) Es más ágil el aprendizaje de las técnicas de mantenimiento las cuales son aprendidas no solamente por los técnicos más experimentados.
- c) Es importante estandarizar las actividades para que los técnicos puedan ser capacitados y preparados y que las labores puedan ser consistentes y eficientes.

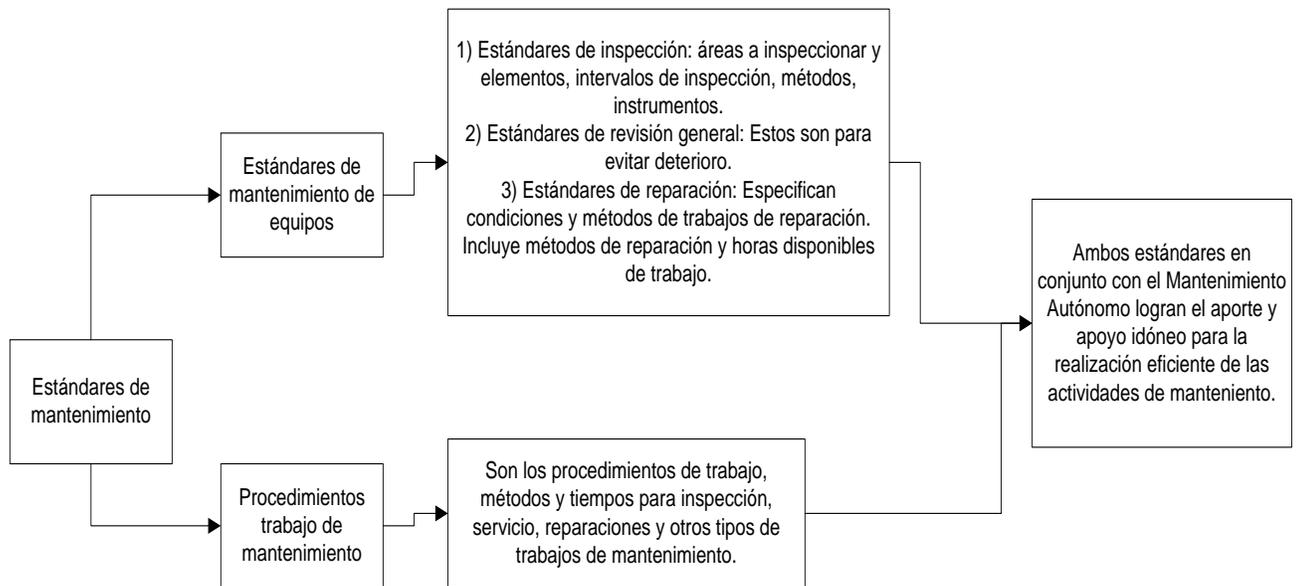


Figura 8.10-4. Estándares de Mantenimiento en Mantenimiento Preventivo. Fuente: (Nakajima, 1991) y propia.

8.10.3 Calcular la disponibilidad para mantenimiento preventivo (DMP)

Este permite identificar las razones de tiempo perdido en la llenadora de puré.

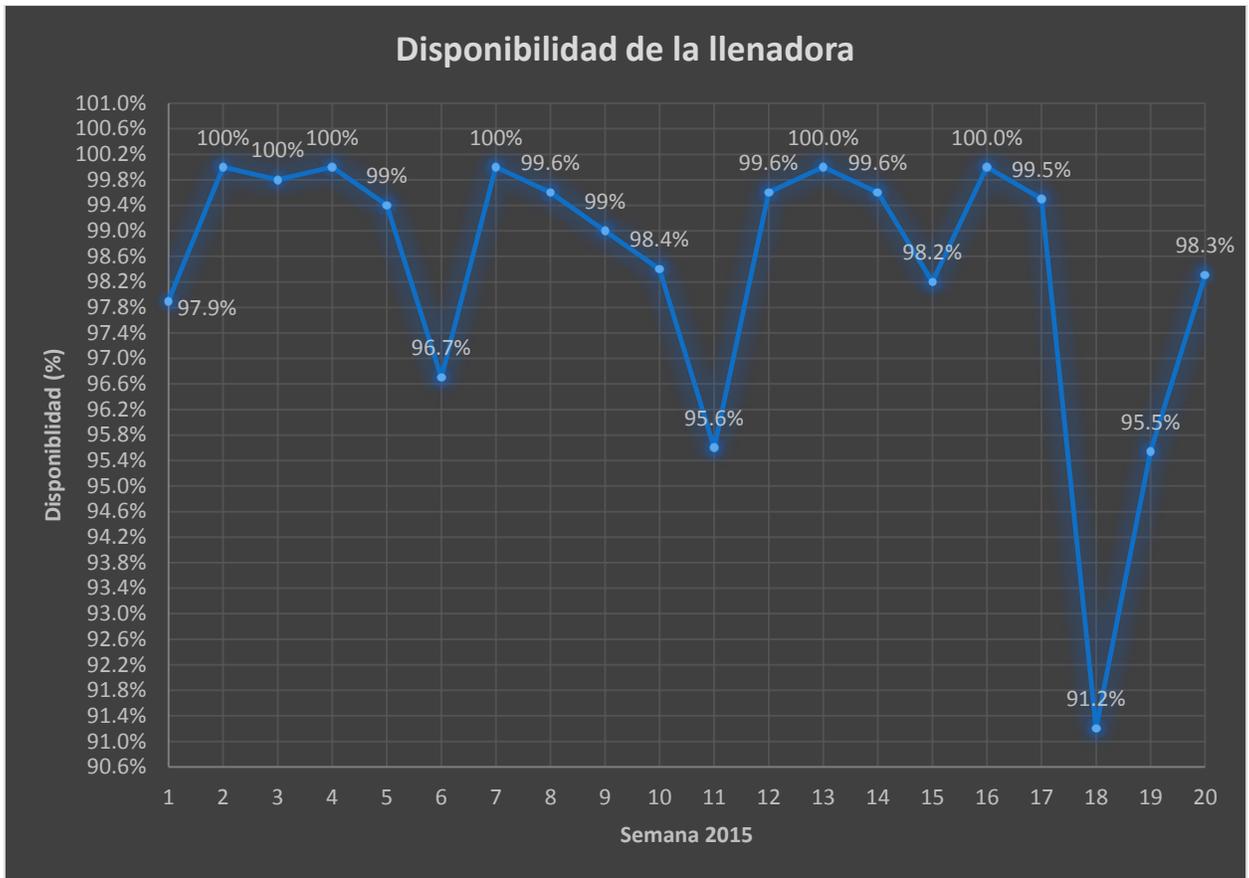


Figura 8.10-5. Disponibilidad de la Llenadora durante el año 2015. Fuente: Gráfico realizado por la autora.

8.10.4 Organizar la ejecución de las inspecciones

De acuerdo con lo que se obtuvo del RCM, se obtiene la hoja de inspecciones, en la que se observa que, dependiendo de la inspección o cambio de partes en la Llenadora, así será su frecuencia.

8.10.5 Definir la estrategia de motivación

La estrategia consiste en que el departamento de mantenimiento tome en cuenta seguir puntualmente las rutinas de inspección y cambios de uniones, orings y empaques para evitar retrasos y disminución de disponibilidad de la Llenadora.

8.10.6 Calcular el costo total del PMP-RCM

El costo total de los repuestos es de aproximadamente ¢510 120 considerando las dos llenadoras de las dos líneas. Estos repuestos fueron hechos por un proveedor nacional con el fin de erradicar fugas y fallas recurrentes en el equipo.

8.10.7 Inicio del PMP-RCM

La implementación del TPM en Frutilight es el inicio del Plan de Mantenimiento Preventivo. Es a partir de su inicio que se empezará a medir la efectividad y el estado del mantenimiento preventivo de la llenadora.

8.10.8 Hoja de inspecciones del RCM de la llenadora ASTEPO de puré de banano

Máquina:	Fecha:
Parte:	Código:
Subparte:	Código:
Operario:	Código:

No.	Inspección	PER	FRE	DUR	TEC	
1	2	Cambiar cuidadosamente los oring de toda la máquina.	T	4	300	1M
2	4	Cambio de filtro de vapor.	E	2	30	1M
3	4	Ciclo de lavado CIP del vástago de la válvula siguiendo los procedimientos.	D	365	75	1M
4	8	Inspección de mantenimiento predictivo por termografía en los dos cabezales.	D	365	30	1M
5	11	Inspección de mantenimiento predictivo por monitoreo de vibraciones.	D	365	30	1M
6	12	Inspeccionar desgaste de las bridas y uniones del equipo.	T	4	15	1M
7	13	Inspeccionar desgaste de los tornillos, uniones, arandelas del equipo.	D	365	60	1M
8	17	Lubricación de mordazas y de vástago de llenado.	D	365	10	1M
9	17	Inspección de estado de empaquetaduras y del cilindro guía del quita tapón.	D	365	30	1M
10	18	Verificar el buen estado de los muelles de la cerradura pinza quita tapón durante el mantenimiento.	T	4	45	1M
11	19	Verificar el buen estado de los tornillos.	T	4		1M
12	20	Inspección periódica del estado del peróxido.	D	365	5	1M
13	21	El operario debe chequear antes y durante cada arranque los estados de los orings, que no hayan fugas.	D	365	15	1M
14	22	Chequear el estado de la bomba de peróxido antes de cada arranque.	D	365	5	1M
15	23	El operario debe chequear antes y durante cada arranque los estados de los orings, que no haya fugas. Capacitar al llenador en las temperaturas y presiones adecuadas del proceso. Supervisar después de cada mantenimiento el estado del armado de las partes de la llenadora.	D	365	20	1M
16	24	Verificar la existencia de fugas por los empaques de las conexiones de las tuberías.	D	365	15	1M
17	27	Chequeo rutinario del filtro y limpieza del mismo.	T	4	15	1M
18	28	Limpieza adecuada de la cámara de llenado antes de cada CIP.	D	365	75	1M
19	29	Chequeo del nivel de peróxido y estado del tanque.	D	365	10	1M
20	31	Inspección programada del desgaste.	T	4	15	1M
21	32	Inspecciones rutinarias de mantenimiento sobre el estado de la boquilla.	T	4	45	1M

OBSERVACIONES

Figura 8.10-6. Hoja de inspección de mantenimiento preventivo de la llenadora de puré. Fuente: Propia de la autora.

8.11 Diseño de base de datos de mantenimiento

Hasta este año, Frutilight no contaba con ningún control de índices de mantenimiento. Parte de las mejoras que el Mantenimiento Productivo Total pretende es impactar en los controles del departamento, de manera que se vea beneficiado también el plano de la producción y asimismo el de la calidad.

Este proyecto sienta sus bases en Kaizen, mediante los registros y monitoreo de las condiciones de las líneas se podrán determinar las debilidades y asimismo las oportunidades de mejora, de manera que el ciclo de crecimiento continúe sin cesar.

Es vital que el registro de estos indicadores que permitan evidenciar el impacto del TPM desde su inicio sea manejado de forma automatizada y que sea sencillo para el usuario. Esto se logra con el diseño de la base de datos para este proyecto, que incluye:

- a) Ingreso de líneas nuevas en el proceso. Ejemplo: piña congelada mediante IQF.
- b) El usuario puede ingresar equipos nuevos en la línea creada en el punto anterior.
- c) No solamente ingresa sus equipos sino información importante como fecha de instalación.
- d) Confección de informes según los datos que el usuario necesite consultar.
- e) Ingreso de nuevas órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo.
- f) Cálculo de eficiencia global de los equipos como una forma de medir la eficiencia del mantenimiento productivo total.
- g) Posibilidad de crear, mediante esa misma base de datos, la muestra de los demás índices tomados en cuenta en este proyecto.

Capítulo 9

9.1 Resultados

9.1.1 Medición del impacto del TPM en la línea de puré de banano

La efectividad del TPM se mide por dos razones: para priorizar proyectos de mejora y reflejar sus resultados de manera precisa y razonable.

Para poder aplicar TPM en la planta, se debe conocer qué áreas experimentan problemas y cuáles son esos problemas. Esto requiere de índices que reflejen qué mejoras se necesitan y qué resultados se esperan. Lo anterior permite hacer un diagnóstico del programa piloto de TPM y un seguimiento de su evolución así como evaluar las mejoras alcanzadas.

9.1.2 Impacto del TPM en la eficiencia global del equipo y sus aportes

¿Cuál es la relación del TPM con la disponibilidad de la llenadora de puré de banano?

Debido a que la disponibilidad se refiere a la relación que existe entre el tiempo operativo y el tiempo de carga ($D=TO/TC$), el primero debe ser lo más cercano al segundo, con el fin de obtener una disponibilidad muy cercana o incluso igual a 100 %. Como el tiempo operativo es afectado por el tiempo de ajustes en el equipo, por averías y suciedades en el equipo, el TPM, a través del Mantenimiento Autónomo y el Mantenimiento Preventivo, trata de erradicar el desconocimiento que tienen los operarios para realizar las labores de mantenimiento para que estos tiempos de averías y reparaciones sean disminuidos a través de un monitoreo e inspección que pueda realizar el operario de la llenadora mediante el mantenimiento autónomo, de manera que el mantenimiento preventivo sea más eficaz. Así, se descubren temprano las anomalías que pueden modificar las condiciones normales operativas de la llenadora y afectar negativamente los resultados económicos del proceso de producción de puré.

Por lo anterior, se debe seguir una estrategia que utilice índices que permitan detectar cualquier indicio de que vaya a ocurrir cualquier situación anormal, por ello el TPM permitirá emprender acciones correctivas a tiempo.

Se logrará con el TPM una respuesta rápida de la empresa ante la detección de anomalías, la empresa debe contar con una estructura competente y ágil que reaccione rápidamente y elimine las causas de las averías en el equipo.

9.1.2.1 ¿Cuál es la relación del TPM con la efectividad de la llenadora de puré de banano?

La efectividad se refiere a la multiplicación de coeficiente de operatividad (CO) y coeficiente de operatividad por paros (OP) en donde la idea es que el OP sea lo más alto posible con el fin de que la efectividad sea lo más cercana al 100%.

El coeficiente de operatividad por paros es el siguiente:

$$OP = \frac{TOR}{TO} = \frac{\textit{Tiempo operativo real}}{\textit{Tiempo operativo}}$$

Por ser la relación de este tipo, en tanto mayor sea el tiempo operativo real, mayor será el coeficiente de operatividad por paros y, con ello, mayor será la efectividad del equipo. Lo anterior se erradica con el TPM a través de los ajustes en la llenadora antes de los arranques del equipo. Además, los operarios deben tener la práctica de realizarlo sin ningún contratiempo, de manera que el tiempo de estos ajustes sea el menor posible y no requiera tiempo para que algún técnico mecánico o eléctrico tenga que desplazarse hasta el equipo para realizar ajustes e inspecciones sino que el operario lo realice.

9.1.2.2 ¿Cuál es la relación del TPM con la calidad de la llenadora de puré de banano?

La calidad del equipo es afectada por la cantidad y los tiempos por reprocesos o productos defectuosos por algún ajuste incorrecto o falla en la llenadora. Si el mantenimiento preventivo se realiza a profundidad, a las frecuencias adecuadas (y esto también se ve afectado por el stock mínimo necesario para evitar retrasos en los

mantenimientos preventivos), involucrando también a los operarios, no deberían darse averías de este tipo que afecten la última estación de la línea de banano: el llenado final del puré para su posterior almacenamiento.

Las implicaciones de que no se cumpla con los estándares de inocuidad y calidad del puré de banano son los siguientes:

a) Debido a que el puré procesado por Frutilight es utilizado por los clientes como materia prima y no como producto directo para distribución, los clientes realizan las pruebas previas para garantizar la inocuidad del producto ofrecido por Frutilight.

b) Las certificaciones con las que cuenta la organización no son certificaciones que se pierdan -a no ser que la empresa del todo no realice mejoras- simplemente mediante auditorías se evidencian puntos de mejora de acuerdo con lo que la norma establezca.

c) La norma ISO 22000:2005 de Sistemas de Gestión de la inocuidad de los alimentos establece los requisitos para cualquier organización de la cadena alimentaria. Dicho requerimiento consiste en que las organizaciones establezcan, implementen y mantengan programas pre-requisitos (PRP) con el fin de asistir en el control de los peligros de seguridad alimentaria (ISO 22000:2005, Cláusula 7). ISO/TS 22002-1:2009 es el programa de pre-requisitos de seguridad alimentaria:

De acuerdo con lo anterior, en caso de que algún producto o lote de puré de banano resulte contaminado por alguna falla en la llenadora, y que el mismo haya sido distribuido, debe cumplirse con el pre-requisito número 15 de Procedimientos para el retiro de productos. Inmediatamente, Frutilight debe proceder con el retiro de los productos (Comité Europeo de Normalización, 2005), esto significa:

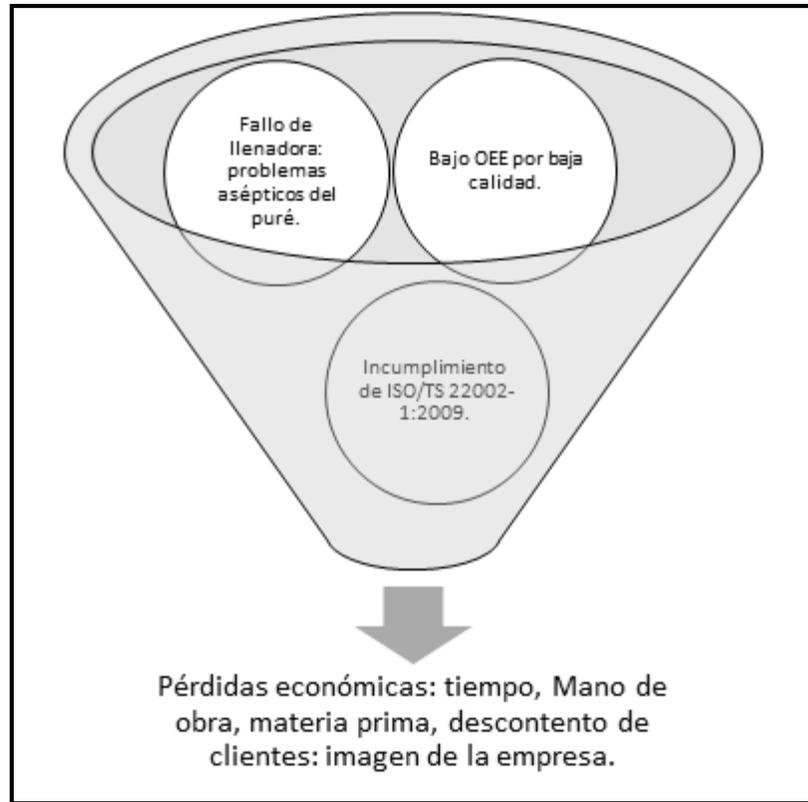


Figura 9.1.1-1. Consecuencias de un mal funcionamiento de la llenadora de puré de banano. Fuente: Propia.

9.1.3 Resultados: Eficiencia del plan piloto de TPM

Gracias al monitoreo de las eficiencias, no sólo de la llenadora, sino de todos los equipos críticos de la línea de puré de banano, se ha podido evidenciar las debilidades de la gestión de mantenimiento: coordinación de trabajos semanales, reacomodo de frecuencias del plan maestro de mantenimiento preventivo, medición de eficiencia de los trabajos realizados, determinación de los porcentajes de mantenimiento preventivo versus correctivo.

Es importante también recalcar el apoyo y colaboración del departamento de mantenimiento y por supuesto del departamento de producción para que la cantidad de equipos que fallan en la línea de puré de banano tienda a disminuir.

9.1.3.1 Minutos perdidos en la llenadora

Este es otro indicador que a lo largo del proyecto ha permitido monitorear las principales causas de los mismos, el siguiente gráfico muestra los minutos perdidos a lo largo del año 2015:



Figura 9.1.1-2. Tiempos perdidos por semana en la llenadora de puré de banana. Fuente: Datos del departamento de mantenimiento. Diseño: Propio.

Se observa que los problemas son recurrentes: error de operación del llenador en el sistema, falta de repuestos, desconocimiento de los parámetros de funcionamiento del equipo. Esto, poco a poco, se ha ido implementando en el equipo y de manera inevitable en la línea pues la cultura se ha extendido.

La implementación del TPM no solamente ha incidido en la llenadora de puré, sino que la cultura se ha extendido al resto de los equipos. Los resultados se muestran a continuación:

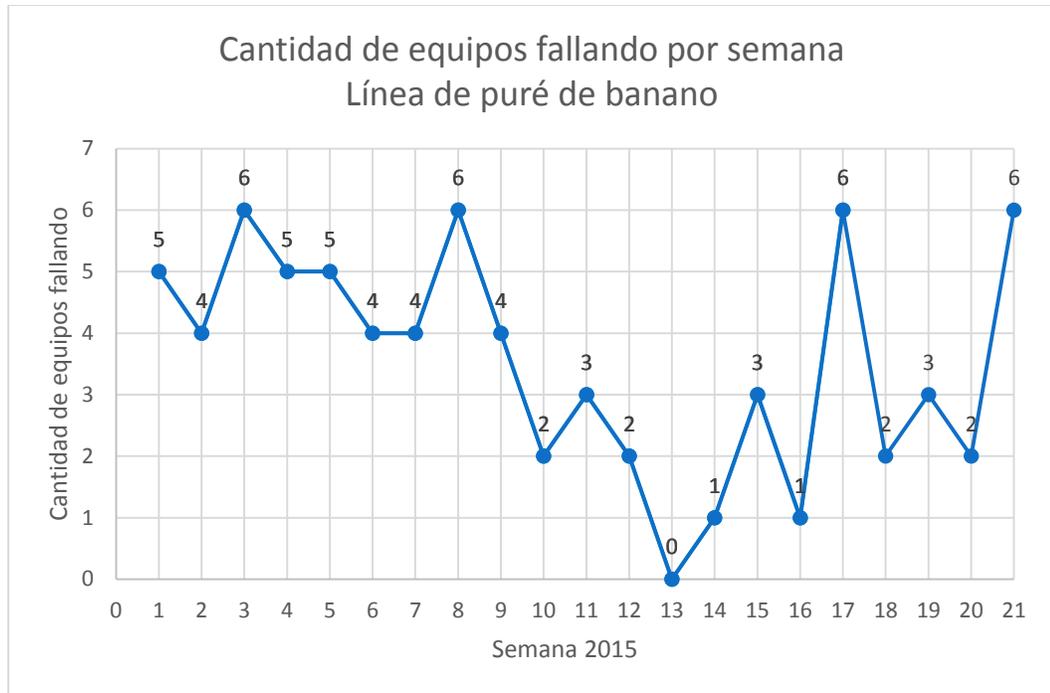


Figura 9.1.1-3. Cantidad de equipos fallando por semana en la línea de puré de banano. Fuente: Datos del departamento de mantenimiento. Diseño: propio.

9.1.3.2 Porcentaje de Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo y mejoras

Durante el periodo de implementación de los pilares del TPM, se logró optimizar las tareas de mantenimiento preventivo mediante la asignación y planificación mejorada a los subalternos de las diferentes áreas de mantenimiento de los trabajos. Esto logró un impacto positivo en la distribución y aprovechamiento del tiempo total que se utiliza para trabajos en la línea de banano.

Este es otro indicador en el que el TPM ha logrado impactar gracias a las siguientes razones:

- a) Trabajo en equipo, incluyendo el punto de vista de producción.
- b) Mejor programación de actividades de mantenimiento diarias y semanales.
- c) Retroalimentación al equipo sobre puntos a mejorar.
- d) Utilización de registro de control de trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo.

Los resultados se han monitoreado desde el mes de febrero:

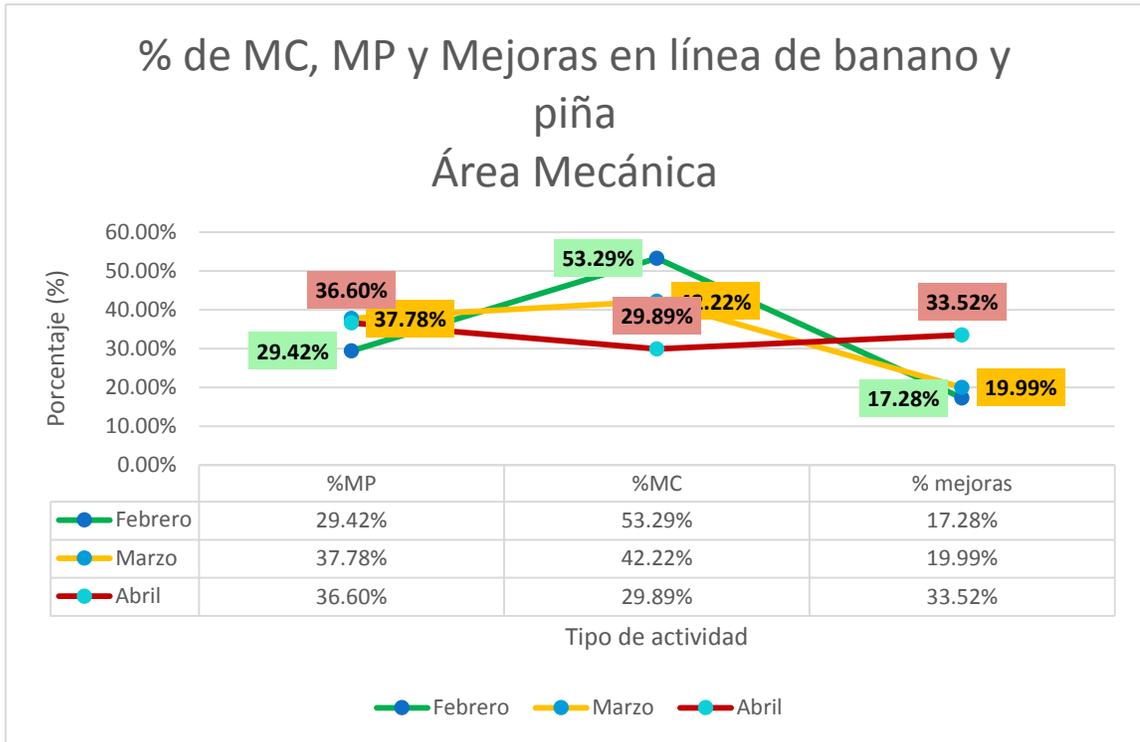


Figura 9.1.1-4. Porcentaje de MC, MP y Mejoras en línea de banano y piña en el área mecánica. Fuente: Propia.

Como se observa en la figura 9.1.4-1, en el área mecánica se ha ido mejorando en cuanto al porcentaje del mantenimiento correctivo. Dicho porcentaje ha disminuido gracias a las razones ya mencionadas. El porcentaje de mejoras se agrega a estos indicadores debido a que se muestra el tiempo -del total disponible para los trabajos de mantenimiento- que logró utilizarse para diferentes trabajos que ayudaran a mejorar las dos líneas.

En la figura 0-1, se observa asimismo el impacto que el TPM ha tenido en el área eléctrica. Gracias al trabajo en equipo, mejor organización, organización de los trabajos, entre otros, se ha logrado un cambio aún más notorio.

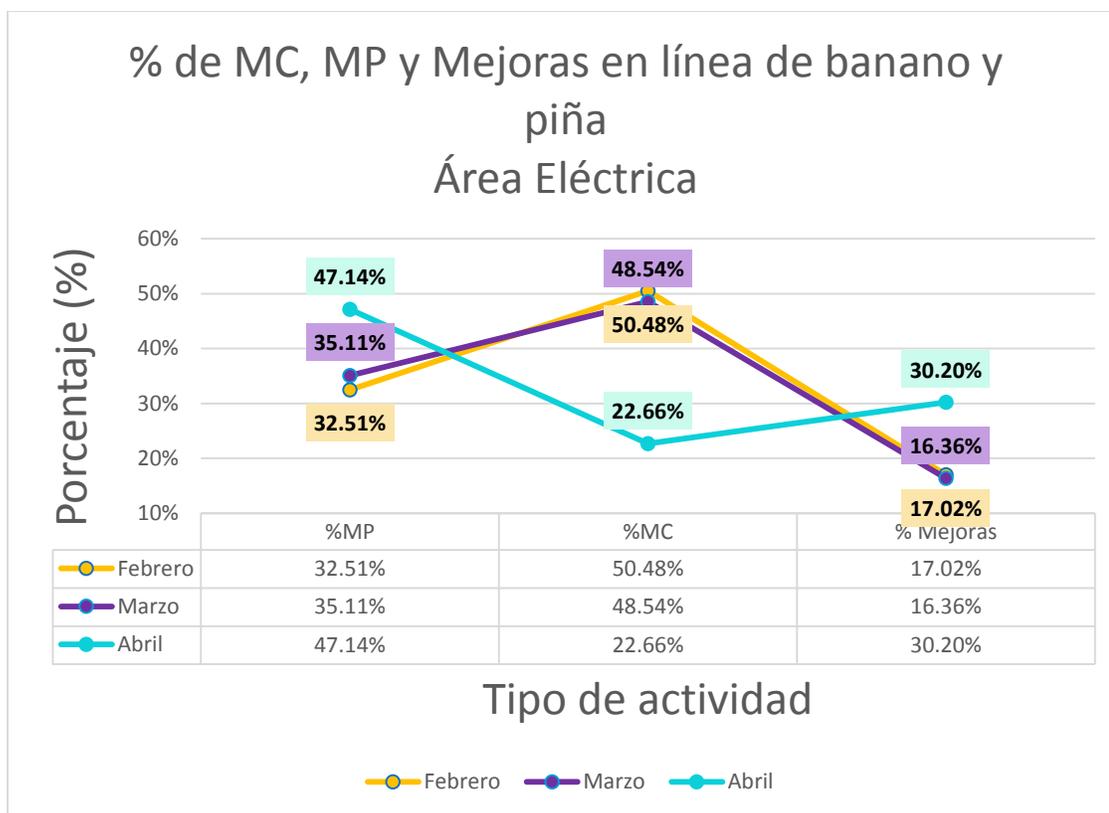


Figura 9.1.1-5. Porcentaje de MC, MP y Mejoras en línea de banano y piña en el área eléctrica. Fuente: Propia.

9.1.3.3 Indicador de TPM: cumplimiento de trabajos de fin de semana de mantenimiento

Adicionalmente y como parte del Mantenimiento Productivo Total, en el transcurso del proyecto se establecen otros indicadores (además de los ya mencionados al inicio de la metodología) entre los que destaca la medición del cumplimiento de los trabajos programados semanales de mantenimiento.

Este permite identificar algunos puntos del departamento en cuanto a compromiso, disponibilidad de tiempo y recursos, además de la buena o mala organización de los supervisores de áreas en cuanto a cumplimiento de trabajos de fin de semana.

Ayuda a que los supervisores de las tres distintas áreas puedan establecer mejor las prioridades del trabajo y programar aquellos que realmente puedan culminar.

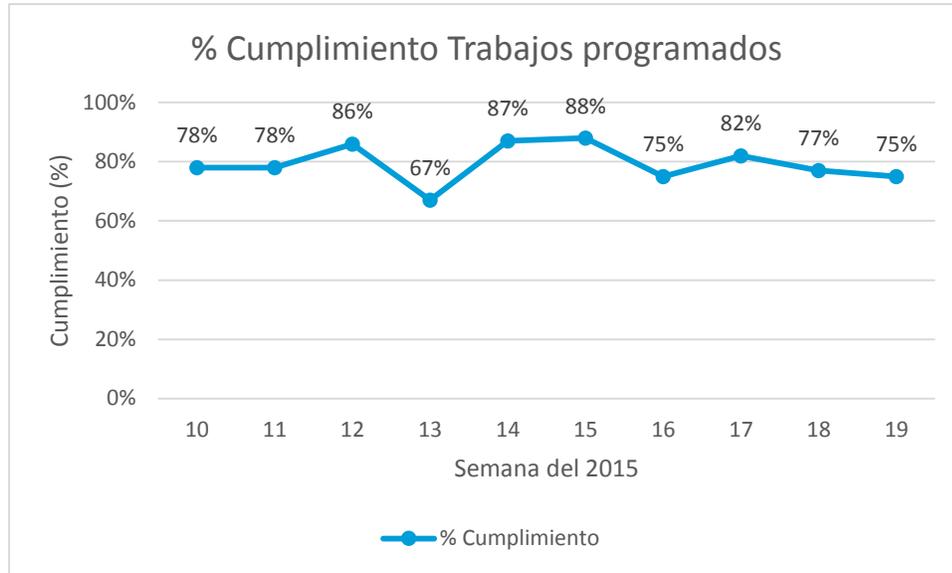


Figura 9.1.1-6. Porcentaje de cumplimiento de los trabajos programados de fin de semana de mantenimiento. Fuente: Propia.

9.1.4 Impacto energético del funcionamiento adecuado del equipo

Tomando en cuenta los datos de presión y consumos siguientes de operación de la llenadora:

Energía Eléctrica	
Tensión de alimentación	480 VAC 60 Hz
Potencia instalada	5 Kw
Aire comprimido	
Presión	8 Bar
Consumo	4 Nmc/h
Vapor	
Presión	6 Bar
Consumo	30 Kg/h
Regulación vapor chorros	2÷3 Bar
Regulación vapor barreras	0,5÷0,8 Bar
Solución CIP	
	~ 1,5%
Concentración desinfectante	
Agua oxigenada	33-35%
Oxonia (diluído en agua desmineralizada)	0,7%-3%

Figura 9.1.4-1. Datos de presiones y consumos de la llenadora. Fuente: Manual de uso y mantenimiento de Alfa Laval.

Características del producto en entrada	
Caudal máx	2-3 Bar
Temperatura máxima producto	80°C
Caudal instantáneo producto	500÷15000 l/h
Características envases	
Sacos	200 l
Tapones	
Tipe	FLAT CAP
Diámetro	1"

Figura 9.1.4-2. Tipología de producción. (Alfa Laval). Fuente: Manual de uso y mantenimiento de Alfa Laval.

De acuerdo con el funcionamiento del equipo, si ocurre alguna avería en uno de los cabezales, por ejemplo que no destape correctamente las bolsas o que se afloje algún tornillo o unión, el cabezal sigue consumiendo los 15kg/hr a una presión de 6 Bar de vapor y los 4Nmc/hr de aire comprimido a una presión de 8 Bar (figura 9.1.4-2). Eso quiere decir que no se aprovecharía el consumo energético por hora para producir las 8 toneladas y más bien sería desperdiciado provocando aumentos de temperatura en el cabezal en el que se dé la avería y generando gastos de consumo de gas LPG.

9.1.5 Oportunidades de ahorro energético: Retorno de condensado

Actualmente, las dos llenadoras no cuentan con un sistema de retorno de condensado. El condensado es evacuado en el caño más cercano al equipo. En la siguiente tabla se muestra la cantidad de condensado que no se aprovecha por día de proceso de puré de banano:

Tabla 9.1.5-1. Datos del condensado de la llenadora.

Condensado (l/h)	Turnos por semana	Tiempo/semana (hrs)	Condensado total semanal (l)	Condensado total mensual (l)
27.6	8	64	1766.4	7066

Fuente 29. Propia.

A continuación se presentan los costos de agua en los que se incurriría si no se recuperan esos 1766,4 litros de condensados que semanalmente son desechados:

- a) Gasto de agua desechado.
- b) Comparación del ahorro de químicos para el tratamiento de agua de alimentación de la caldera.
- c) Gasto de litros de gas LPG consumidos para calentar el agua que debe ser reemplazada en la caldera desde su temperatura ambiente hasta llevarla a vapor.
- d) Cantidad de purgas necesarias en la caldera actualmente, sin considerar el retorno de los 7066 l de agua al mes versus las purgas realizadas actualmente en la caldera.



Figura 9.1.5-1. Situación actual del retorno de condensado de la llenadora de puré de banano. Fuente: Fotografía tomada en Frutilight.

Los problemas de que no exista retorno condensado son los siguientes (figura 9.1.5-1):

- a) El condensado es evacuado en el caño, lo que provoca que existan vapores en la zona lo cual es inseguro para los operarios y las personas que transiten cerca del equipo.
- b) Debido a que el condensado evacuado es de aproximadamente 1766.4 l, implica un gasto de agua que podría retornarse a la caldera. Una ventaja es que el tanque recolector de condensados se encuentra cerca de la llenadora.
- c) Los vapores generados por la expulsión de condensados provocan humedad en la zona en la que algunas veces los operarios colocan cajas y material de empaque del puré de banano, esto provoca que el mismo pueda dañarse debido a esa humedad.

9.1.6 Diseño del sistema de condensado

El sistema actual utiliza un sistema de recuperación de condensados usando un cabezal de drenajes que permite separar el condensado de la línea y el vapor. Recolecta el condensado de los termos de calentamiento y de los termos de precalentamiento para ser llevados a la caldera. Considerando el condensado de la llenadora de puré en el

sistema de retorno, el sistema tardará menos tiempo en bombear el condensado recuperado al sistema de alimentación de la caldera.

9.1.6.1 Cálculo de retorno de condensado en las dos líneas con el retorno faltante de las llenadoras que no se está retornando actualmente

En la línea de banano, la bomba realiza un ciclo en un tiempo de 78 segundos, lo que significa un retorno de condensado de la línea de banano de (radio 21 cm, h=57 cm):

$$Q = \frac{V}{\text{tiempo}} = \frac{(\pi * (0.21 \text{ m})^2 * 0.22 \text{ m}) * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} * 1000}{75 \text{ s}} = 1463.03 \frac{\text{l}}{\text{h}} \approx 1463 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

En piña se tiene el siguiente retorno de condensado con un sistema idéntico al sistema de banano (en piña el consumo de vapor es de 1930 kg/hr):

$$Q = \frac{V}{\text{tiempo}} = \frac{(\pi * (0.21 \text{ m})^2 * 0.18 \text{ m}) * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} * 1000}{60 \text{ s}} = 1496.28 \frac{\text{l}}{\text{h}} \approx 1496 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

9.1.6.2 Análisis de ahorro de retornar el condensado de las dos llenadoras

Considerando un sistema de vapor que produce 3687kg/hr de condensado de 80°C, que opera aproximadamente en promedio 3328hrs/año, con una eficiencia de caldera del 85.6%, pérdidas del 16% por evaporación flash y agua de alimentación de 15°C.

- a) El costo de agua de alimentación es de 25.79 ¢/l
- b) El costo de tratamiento de agua es de 25.79 ¢/l
- c) El costo de combustible es de 6873.79 ¢/MMBtu.
 - Se implementa una mejora para retornar el condensado de las dos llenadoras.
 - $1 \text{ ft}^3 = 28.32 \text{ l} = 1.03 \text{ MBTU}$ de gas natural, a un costo de 262.31 ¢/l → 6873.79 ¢/MMBtu
- d) Costo de tratamiento de agua es:

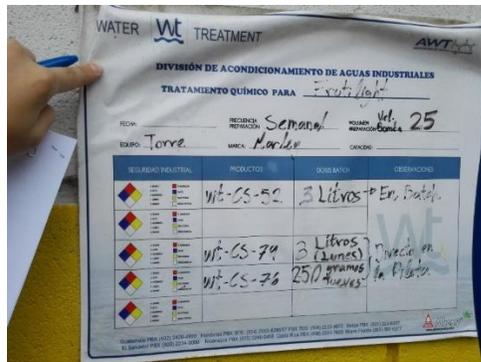


Figura 9.1.5-2. Dosificación de tratamiento de agua. Fuente: Alkemy, foto tomada en Frutilight.

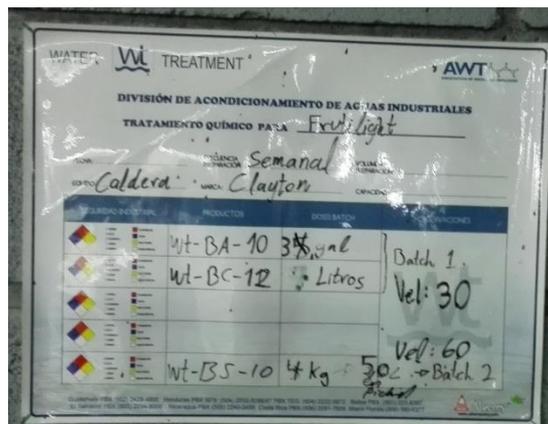


Figura 9.1.5-3. Dosificación de tratamiento de agua. Fuente: Alkemy, foto tomada en Frutilight.

La tabla de los costos de los químicos adicionados a la alimentación de agua de la caldera se muestra a continuación:

Tabla 9.1.5-2. Costos totales por tratamiento de agua de la caldera.

COSTO POR TRATAMIENTO DE AGUA DE LA CALDERA							
Solución Anti-incrustante	Precio (¢)	Unidad	Cantidad requerida	Costo total (¢)	Disolución de agua (l)	Costo/litro	Costo real
WT-BA-10	4792.38/l	Litro	11.355 l	¢54,417.47	30	¢5956.24	¢2978.12
WT-BC-12	9246.65/l	Litro	4 l	¢36,986.60			
WT-BS-10	3526.70/kg	kg	4 kg	¢14 106.81	60	¢235.11	¢117.55
Costo total en una semana				Costo total ¢/l semana		¢6191.35	¢3095.67
Operando 120hrs la caldera por semana (15 turnos)				Costo total ¢/l hora		¢51.59	¢25.79
Operando piña y banano al mismo tiempo 32 hrs/semana				Costo total ¢/l hora		¢187.74	¢96.74

Fuente: 7 Datos calculados por la autora.

9.1.6.3 Ahorros anuales de costo de aguas y químicos de tratamiento

$$\frac{(1 - \text{Fracción evap flash}) * \left(\text{condensado} \frac{\text{kgs}}{\text{hr}}\right) * \left(\frac{\text{hrs}}{\text{año}} \text{operación}\right) * \left(\text{costo tot agua} \frac{\text{¢}}{\text{l}}\right)}{\text{Densidad del agua en} \frac{\text{kgs}}{\text{lt}}}$$

$$\frac{(1 - 0.16) * \left(50 \frac{\text{kgs}}{\text{hr}}\right) * \left(6240 \frac{\text{hrs}}{\text{año}} \text{operación}\right) * \left(25.79 \frac{\text{¢}}{\text{l}}\right)}{1 \frac{\text{kgs}}{\text{lt}}} = \text{¢}6,759,043.2$$

9.1.6.4 Ahorros Anuales de combustible

$$\frac{(1 - \text{Fracción evap flash}) * \left(\text{condensado} \frac{\text{kgs}}{\text{hr}}\right) * \left(\frac{\text{hrs}}{\text{año}} \text{operación}\right) * \frac{(h_{\text{condensado}} - h_{\text{agua aliment}}) \text{btu}}{\text{kg}} * \text{costo comb} \frac{\text{¢}}{\text{MMBtu}}}{\text{eficiencia de la caldera} \times 10^6}$$

$$\frac{(1 - 0.16) * \left(50 \frac{\text{kgs}}{\text{hr}}\right) * \left(6240 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}\right) * \frac{(326 - 51) \text{btu}}{\text{kg}} * 6873.79 \frac{\text{¢}}{\text{MMBtu}}}{0.856 \times 10^6} = \text{¢}578,747.42$$

Ahorro total en retornar 50kg/hr es de ¢6,759,043.2+
 ¢578,747.42= ¢7,337,790.62

Análisis considerando el retorno de condensado de las dos llenadoras

Tabla 9.1.5-3. Comparación de retorno de condensado actual, retorno de condensado considerando el de la llenadora de puré y el retorno teórico.

Retorno Actual (kg/hr)	Retorno deseado considerando la llenadora de puré (kg/hr)	Retorno Teórico (kg/hr)	Retorno teórico real (eficiencia de caldera 86%)	Eficiencia de retorno Actual (%)	Eficiencia de retorno con condensado de llenadora de puré (%)
1463	1488	1730	1488	98.32	100

Fuente: 8. Datos y cálculos tomados y realizados por la autora.

9.1.6.5 Retorno de condensado en la línea de piña

Además, en el área de piña no se estaba retornando el condensado de la llenadora de piña, que son 25l/h, y en el área de extracción son de 1l en un tiempo de 20 minutos:

$$Q = \frac{1 \text{ l}}{20 \text{ min}} = 4 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

Tomando en cuenta un promedio de 3 turnos de piña semanales (24 horas semanales):

$$Q = 4 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 96 \frac{\text{l}}{\text{semana}} = 384 \frac{\text{l}}{\text{mes}}$$

Tabla 9.1.5-4. Condensado no retornado en la línea de piña.

Área	Condensado no retornado (l/h)	Total mensual
Extracción	4	384
Llenadora de jugo	25	2400
Total condensado no retornado al mes (l)		2784

. Fuente 30. Datos prácticos obtenidos en la planta durante proceso. Cálculos propios de la autora. Para un promedio de 3 turnos semanales (12 turnos mensuales, 96 hrs)

Tabla 9.1.5-5. Comparación de retorno de condensado actual, retorno de condensado considerando el de la llenadora de piña y el retorno teórico.

Retorno Actual (kg/hr)	Retorno deseado considerando la llenadora y extracción (kg/hr)	Retorno Teórico (kg/hr)	Retorno teórico real (eficiencia de caldera 86%)	Eficiencia de retorno Actual (%)	Eficiencia de retorno con condensado de llenadora de piña y extracción (%)
1496	1525	1930	1660	90.12	92

Fuente 31. Datos prácticos obtenidos en la planta durante proceso. Cálculos propios de la autora. Para un promedio de 3 turnos semanales (12 turnos mensuales, 96 hrs)

9.1.6.6 Ahorros anuales de costo de aguas y químicos de tratamiento con retorno de 2 llenadoras y extracción de área de jugo de piña

$$\frac{(1 - \text{Fracción evap flash}) * \left(\text{condensado} \frac{\text{kgs}}{\text{hr}}\right) * \left(\frac{\text{hrs}}{\text{año}} \text{operación}\right) * (\text{costo tot agua} \frac{\text{¢}}{\text{l}})}{\text{Densidad del agua en} \frac{\text{kgs}}{\text{lt}}}$$

$$\frac{(1 - 0.16) * \left(54 \frac{\text{kgs}}{\text{hr}}\right) * \left(6240 \frac{\text{hrs}}{\text{año}} \text{operación}\right) * (25.79 \frac{\text{¢}}{\text{l}})}{1 \frac{\text{kgs}}{\text{lt}}} = \text{¢}7,299,766.66$$

9.1.6.7 Ahorros Anuales de combustible

$$\frac{(1 - \text{Fracción evap flash}) * \left(\text{condensado} \frac{\text{kgs}}{\text{hr}}\right) * \left(\frac{\text{hrs}}{\text{año}} \text{operación}\right) * \frac{(h_{\text{condensado}} - h_{\text{agua aliment}}) \text{btu}}{\text{kg}} * \text{costo comb} \frac{\text{¢}}{\text{MMBtu}}}{\text{eficiencia de la caldera} \times 10^6}$$

$$\frac{(1 - 0.16) * \left(54 \frac{\text{kgs}}{\text{hr}}\right) * \left(6240 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}\right) * \frac{(326 - 51) \text{btu}}{\text{kg}} * 6873.79 \frac{\text{¢}}{\text{MMBtu}}}{0.856 \times 10^6} = \text{¢}625,047.22$$

Ahorro total en retornar 54 kg/hr es de ¢7,299,766.66 + ¢625,047.22 = 7,924,813.88

9.1.7 Análisis de resultados

Con el análisis anterior se comprueba que es importante el retorno de condensado de ambas llenadoras debido al ahorro económico y energético que esto implica.

- a) Un ahorro de ¢7,337,790.62 por retorno de condensado de las dos llenadoras significa que, con ese dinero y con un costo de producción de cada tonelada métrica de puré de banano de \$383.79, podrían producirse:

$$\frac{\text{Ahorro de condensado}}{\text{Costo de Producción por TM de puré}} = \text{Cantidad de bins producidos}$$

$$\text{Cantidad de bins producidos} * \text{Precio Venta} = \text{Ganancia}$$

Implica que la cantidad de bines que se podrían procesar son los siguientes:

$$\frac{\text{¢}7,337,790.62}{\$383.79 * 538} = 35.53 \text{ bines}$$

Con un precio de venta por tonelada métrica de puré de banano de \$469.19 se obtendría una ganancia de:

$$35 \text{ bines} * \$469.19 = \$16421.65 \cong \text{¢}8\ 834\ 847.7$$

- b) Luego, con un ahorro de ¢7, 924,813.88 por retorno de condensado de las dos llenadoras y el área de extracción de piña, significa que, con ese dinero y con un costo de producción de cada tonelada métrica de puré de banano de \$383.79, podrían producirse:

$$\frac{\text{Ahorro de condensado}}{\text{Costo de Producción por TM de puré}} = \text{Cantidad de bines producidos}$$

$$\text{Cantidad de bines producidos} * \text{Precio Venta} = \text{Ganancia}$$

Implica que la cantidad de bines que se podrían procesar son los siguientes:

$$\frac{\text{¢}7,924,813.88}{\$383.79 * 528} = 39 \text{ bines}$$

Con un precio de venta por tonelada métrica de puré de banano de \$469.19 se obtendría una ganancia de:

$$39 \text{ bines} * \$469.19 = \$18\ 301.22 \cong \text{¢}9\ 663\ 045.9$$

9.1.8 Materiales necesarios y presupuesto de sistema de retorno de condensado

9.1.8.1 Costo del retorno de condensado

Es importante tomar en cuenta la longitud de tubería requerida, los accesorios para lograr que el condensado llegue al cabezal de drenajes de condensado y de ahí sea bombeado a la caldera.

Cant.	Producto	Imagen	Precio Unitario	Total
	1 Unidad 69394US 1-1/2" NPT PPEC Low Profile Pressure Powered Pump, Cast Iron, Bronze Check Valve		2,354.00	2,354.00
	1 Unidad 0273299US 4" NPT Pressure Gauge, Pressed Steel, Singlescale Dial 0-100 psig, 1/2" NPT connection		105.00	105.00
	1 Unidad 0273003US NPT Pressure Gauge Isolation Valve, Brass		104.50	104.50
	1 Unidad 0273093US NPT Pressure Gauge U-Siphon, Steel		98.00	98.00
	1 Unidad 0457590US 1/2" NPT BRV2S Direct Operated Pressure Regulator, Ductile Iron, Range 50-125 psig		443.60	443.60
	1 Unidad 3397955 1/2" NPT M10 S2 Válvula Esférica Cuerpo en Acero Carbono ASTM A 105; Vástago y Esfera en Acero Inoxidable AISI 316. Asientos en PTFE Reforzado Carbono y Grafito (PDR 0.8). Sellos en PTFE Reforzado Antiestático. FB		118.00	118.00
	1 Unidad 60310US 1/2" NPT IT Y-Type Strainer, Cast Iron, w/ 20 Mesh Screen		105.00	105.00
	1 Unidad 54771CUS 1/2" NPT TD52L Thermo-Dynamic Steam Trap, Stainless Steel, Low Capacity, w/ ENP Finish, Integral Insul Cap		157.00	157.00
	2 Unidad 3397375 1-1/2" NPTM10 S2 Válvula Esférica Cuerpo Acero Carbono ASTM A 105; Vástago y Esfera Acero Inoxidable AISI 316. Asientos PTFE Reforzado Carbono y Grafito (PDR 0.8). Sellos PTFE Reforzado Antiestático. FB. precio unitario \$ 202.25 c/UNO		404.50	404.50
	1 Unidad 60314US 1-1/2" NPT IT Y-Type Strainer, Cast Iron, w/ 20 Mesh Screen		106.50	106.50

Figura 9.1.5-4. Accesorios para el retorno de condensado en la llenadora de banano. Opción 1: Bombeo mecánico. Fuente: Proveedor.

	1 Unidad GC4S63 Bomba simplex de 8 galones G Series, 6 Gallon 8000 EDR Cast Iron Receiver, Motor Three Phases 230/460 V		6,172.00	6,172.00
--	---	--	----------	----------

Figura 9.1.5-5. Accesorios para el retorno de condensado en la llenadora de banano. Opción 2: Bombeo eléctrico. Fuente: Proveedor.

Tabla 9.1.5-6. Análisis de opción 1 elegida: bombeo mecánico, de costo de retorno de condensado en las llenadoras.

Material	Cantidad	Costo/unitario	Costo total
Accesorios	Varios (figura 9.1.5-4)	\$1642	\$1642
Bomba mecánica	1	\$2354	\$2354
TOTAL			\$3996

Fuente 32. Datos tomados a partir de la necesidad de la instalación.

9.1.9 Análisis costo-beneficio de recuperación de condensado

Recuperar el condensado de las zonas mencionadas versus el costo del equipo por instalar significa que en un periodo máximo de seis meses se recupera lo invertido (figura 9.1.5-6), ya que el ahorro total de recuperar el condensado de las dos llenadoras y del área de extracción de piña corresponde a $\text{C}\$7,924,813.88$ según los cálculos. Por lo tanto, desde el punto de vista de ahorro energético, seguridad, calidad (normas y certificaciones de Frutilight) y programa de 5 S, y desde el punto de vista financiero; recuperar condensado es viable desde todos los ámbitos.

9.1.10 Conclusiones

- a) Se desarrolla un plan piloto en la llenadora de puré de banano mediante un programa de Mantenimiento Productivo Total.
- b) Se logra el diseño de un sistema de cinco eses mediante estándares de control visual para mejorar el proceso productivo de llenado de puré de banano de la planta.
- c) Se instaura una nueva cultura en la empresa mediante un manual de mantenimiento autónomo en la llenadora de puré de banano a través de criterios de tiempos perdidos para evidenciar el aporte de los operarios.
- d) Se diseña e implementa un manual de mantenimiento preventivo que permita planificar las actividades de mantenimiento en la llenadora de puré de banano.
- e) Se logra establecer los costos de implementación y operación normal del programa de Mantenimiento Productivo Total en la llenadora de puré de banano.
- f) Una conclusión adicional fue lograr el impacto del TPM a otras zonas de la empresa que no estaban incluidas en este proyecto y en otros puntos del área de mantenimiento que fueron monitoreados mediante índices adicionales.

9.1.11 Recomendaciones

- Se debe hacer una actualización del plan maestro de mantenimiento preventivo no sólo como se hizo en el de la llenadora de puré de banano sino del resto de los equipos para una frecuencia de mantenimiento más adecuada.
- Es importante realizar un estudio más exhaustivo sobre las fallas que se presentan en los equipos, y no solamente dejar fallar y reparar.
- Lo anterior corresponde a retroalimentaciones más consistentes a los técnicos mecánicos y eléctricos para su mejor capacitación y aprendizaje en la solución de problemas de los equipos.
- Se recomienda la compra de las herramientas mencionadas para que el mantenimiento autónomo pueda desarrollarse más fluidamente todos los lunes de mantenimiento.
- Dar seguimiento a los registros que llenan los técnicos mecánicos y electricistas de manera que los problemas sean resueltos a tiempo.
- Organizar mejor los mantenimientos preventivos (Órdenes de trabajo semanales) de manera que puedan cumplirse a cabalidad.

Capítulo 10

Bibliografía

Alfa Laval. (s.f.). Manual de Uso y Mantenimiento de la llenadora. En A. Laval, *Manual de Uso y Mantenimiento de la llenadora* (págs. 1-182).

Brenes, J. C. (2014). *TPM Mantenimiento Productivo Total Orientaciones para su Implementación*. Cartago.

CEFOF. (s.f.). Programa de 5 S. *Programa de 5 S*.

Comité Europeo de Normalización. (2005). Sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos: Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria. En C. E. Normalización, *ISO 22000:2005* (págs. 1-44). Bruselas: AENOR.

Cuatrecasas, L. (2010). *TPM en un Entorno Lean Management*. Barcelona: Profit Editorial I, S.L.

ISO. (2008). Norma Internacional ISO 9001:2008. En O. I. (ISO), *Norma Internacional ISO 9001:2008 sección 6.4 Sistemas de gestión de la calidad* (pág. 7). Suiza.

ISO. (2011). Directrices para la auditoría de Sistemas de Gestión. En *ISO 9011:2011* (págs. 1-43). Suiza.

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (s.f.). *Ministerio de Trabajo y Seguridad Social documentos varios*. Obtenido de Ministerio de Trabajo y Seguridad Social: <http://www.mtss.go.cr/documentos-varios>

Ministros, P. y. (2009). Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 Alimentos. En *Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos* (págs. 1-69). Managua, Nicaragua.

Nakajima, S. (1991). *Introducción al TPM*. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción, S.A.

Presidente de la república, M. (2006). Resolución 176-2006 (COMIECOXXXVIII). En *Alimentos Procesados Proced. Licencia Sanitaria, Proced. Otorgar Registro Sanitario y Inscripción Sanitaria, Requisitos Importación Alimentos Procesados, Industria Alimentos Bebidas Procesados No. 33724.*

Capítulo 11 ANEXOS

Anexo 11-1. Lista de asistencia a capacitación de TPM

Depto. Recursos Humanos Código: RRH-03
FRUIT LIGHT Versión: 04
COMERCIALIZADORA Registro de Asistencia a Capacitaciones

Capacitador: Marcia Salas Blandón Fecha: 12/01/2015
 Tema: Mantenimiento preventivo (Mantenimiento total) Duración: 20 min
 Lugar: Sala de capacitación
 Referencia/Versión del tema: Mantenimiento preventivo (Mantenimiento total)

No	Nombre	Area	Firma	Evaluación
1	Natalia Aguado Villalón	Rural	<i>[Firma]</i>	
2	Sandra Inés Arce Arce	Empaque	<i>[Firma]</i>	
3	Steven Sotelo B.	Burbujas	<i>[Firma]</i>	
4	Martín Maya	Embalaje	<i>[Firma]</i>	
5	Yolanda C.	EMPAQUE	<i>[Firma]</i>	
6	Andrés Rodríguez	Operación	<i>[Firma]</i>	
7	Andrés Rodríguez	Operación	<i>[Firma]</i>	
8	Andrés Rodríguez	Operación	<i>[Firma]</i>	
9	Andrés Rodríguez	Operación	<i>[Firma]</i>	
10	Eduardo Sánchez Villalón	Encargado	<i>[Firma]</i>	
11	Jorge Campos García	Empaque	<i>[Firma]</i>	
12	Alan Alvarado	Operación	<i>[Firma]</i>	
13	Andrés Rodríguez	Operación	<i>[Firma]</i>	
14	Alonso Arce Salas	Operación	<i>[Firma]</i>	
15	Sofía (Oly) Arce	Operación	<i>[Firma]</i>	
16	Katia Martínez	Operación	<i>[Firma]</i>	
17	Andrés Rodríguez	Operación	<i>[Firma]</i>	
18	Andrés Rodríguez	Operación	<i>[Firma]</i>	
19	Andrés Rodríguez	Operación	<i>[Firma]</i>	
20	Isabel Quiroz Delgado	Calidad	<i>[Firma]</i>	
21	Andrés Rodríguez	Operación	<i>[Firma]</i>	
22	Pardo Villalón	Operación	<i>[Firma]</i>	
23	Pardo Pérez Quintana	Operación	<i>[Firma]</i>	
24	Marco López Pariberg	Producción	<i>[Firma]</i>	
25	Andrés Rodríguez	Operación	<i>[Firma]</i>	

Resumen del Contenido de la Capacitación: Como objetivo del proyecto de implementación se realiza esta charla para informarnos sobre el tema y la realizar un plan de acción para implementar el mantenimiento preventivo total.

Observaciones: Es solo una capacitación informativa.

Encargado de Recursos Humanos: _____ Capacitador: *[Firma]*

Anexo 11-2. Lista de asistencia 2 de capacitación de TPM.

Depto. Recursos Humanos Código RRH-05
Version 04

FRUIT LIGHT Registro de Asistencia a Capacitaciones

Capacitador: Marcia Solís Blandón Fecha: 19/01/2015

Tema: Mantenimiento productivo total Duración: 30 min

Lugar: Sala de capacitación

Referencia/Version del tema: Manejo de maquinaria (proyecto graduación)

No	Nombre	Area	Firma	Evaluación
1	Jorge Madroal Oliva	Producción	[Firma]	
2	[Firma]			
3	[Firma]			
4	[Firma]			
5	Carlos Sanchez Rojas	Producción	[Firma]	
6	[Firma]			
7	Severino Jimenez	Producción	[Firma]	
8	Severino Jimenez	Producción	[Firma]	
9	Roldán Jimenez	Producción	[Firma]	
10	[Firma]			
11	[Firma]			
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Resumen del Contenido de la Capacitación: Como objetivo del proyecto de graduación se realizó esta capacitación para el personal que se realiza con el fin de mejorar los resultados y como parte del cumplimiento del TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Observaciones: Se hizo una capacitación informativa

Encargado de Recursos Humanos Capacitador

Anexo 11-3. Lista de asistencia 3 de capacitación de TPM.

Depto. Recursos Humanos Código:RRH-05
Version 04

FRUTILIGHT Registro de Asistencia a Capacitaciones

Capacitador: Marcio Solís Blandón Fecha: 13/01/2015
 Tema: Introducción al TPM Duración: _____
 Lugar: Sala de Computación
 Referencia/versión del tema: parte del proyecto de graduación

No	Nombre	Área	Firma	Evaluación
1	Luis A. Quesada Urbina	Mantenimiento	[Firma]	
2	Panetha Cacerero P	Mkt	[Firma]	
3	Maria Belandier Arce	Administración	[Firma]	
4	Carlos Eddy Michandy Cardenas	Mto. Electrico	[Firma]	
5	Ramón Valenzuela Mesa	Sala de Negocios	[Firma]	
6	George Vlt	Soldador	[Firma]	
7	Hugo Luis Díaz Rojas	Servicios generales	[Firma]	
8	Dalvin Morales Mora	Servicios generales	[Firma]	
9	Felipe Tobo Busto	Serv. general	[Firma]	
10	Rosely Zamora Samalá	Serv. generales	[Firma]	
11	Ariel Jólve Ambrós Morales	Electromecánica	[Firma]	
12	Luis Rivas Valle	Electricista	[Firma]	
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Resumen del Contenido de la Capacitación: La capacitación tiene como meta informar a los operarios sobre el proyecto de graduación que se hará con el fin de contar con el apoyo de ellos para que se desarrolle adecuadamente y continúe en mejor forma para beneficio de Frutilight

Observaciones: capacitación informativa sin evaluación

Encargado de Recursos Humanos Capacitador [Firma]

Anexo 11-4. Fotografías de la capacitación de TPM.



Categoría	Encargados	Etapas
Anuncio a la alta dirección sobre el TPM y aplicarlo a Frutilight	María Fernanda Barboza	Preparación
Información del TPM: Campañas Informativas al personal	Marcia Solís	
Estructura del grupo promovedor del TPM en Frutilight: Fernanda Barboza, Iván Quesada, Hugo Leiva	Iván Quesada	
Establecer políticas básicas del TPM: Los objetivos son el control de la eficiencia global del equipo, creación de manual de preventivo, manual autónomo, con ello toma de decisiones de manera planificada, cambio de cultura, trabajo en equipo	Hugo Leiva	
Desarrollo de un plan maestro TPM: Las actividades a realizar son Mto Autónomo, Preventivo, Gestión temprana de equipos, formación de operarios		
Elegir el día			Introducción
Hacer la hoja informativa del gran día de limpieza		
Registro de los participantes		
Programar actividades y asignar funciones		
Presentación del programa del día de la gran limpieza		
Aplicar Seiri		Introducción: Aplicación de cinco eses
Aplicar Seiton		
Aplicar Seiso		
Aplicar Seiketsu	Nivel básico	
Aplicar Shitsuke		
Etapas 1) Limpieza inicial		Implantación: Desarrollo de un programa de Mantenimiento Autónomo en la llenadora de banano.
Etapas 2) Eliminación de focos de suciedad	Nivel de eficiencia	
Etapas 3) Establecer estándares		
Etapas 4) Inspección General del equipo	Nivel de plena implantación	
Etapas 5) Inspección Autónoma del equipo		

Etapa 6) Organizar y ordenar el área de trabajo
Etapa 7) Completar la gestión autónoma del mto
Realizar diagrama de la llenadora
Clasificación de las partes de la llenadora
Análisis de todas las partes del equipo/funcionamiento
Realización de RCM
Hoja de Inspección
Hoja de Orden de Trabajo/Flujograma
1) Verificar cuales son los pts a tomar en cuenta en el registro de equipos
2) Hacer el bosquejo de las columnas necesitadas en el programa
3) Evaluar cuál es el programa más idóneo para la base de datos
4) Iniciar el programa en access u otro paquete adecuado
5) Probarlo de manera que se agreguen equipos adicionales
1) Monitorear constantemente los índices en los equipos
2) Consolidar constantemente el trabajo en equipo
3) Comparar datos pasados con datos actuales en los equipos
4) Realizar los análisis respectivos de los índices
5) Seleccionar los equipos más críticos sin dejar de lado el resto de ellos
6) Estudiar posibles soluciones mediante la asignación de tareas al equipo
7) Puesta en marcha de las soluciones, registrar e informar

Implantación: Desarrollar un programa de Mantenimiento Preventivo a la llenadora de Banano.
Consolidación: Medición de la efectividad del TPM. Mediante un registro de disponibilidad, tasa de rendimiento del equipo y tasa de calidad del equipo (Efectividad global del equipo). Índices como MTTR y MTBF (se le dará prioridad a la llenadora sin embargo el registro será flexible para agregar equipo nuevo al programa) y la tasa de cumplimiento del Mto Preventivo.
Consolidación: Consolidación del TPM. Mejora continua mediante un registro de la disponibilidad y

Anexo 11-5. Boletín informativo del Plan Piloto de Mantenimiento Productivo Total

PLAN PILOTO DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

FRUTILIGHT S.A

INTRODUCCIÓN AL TPM

Actividades llevadas a cabo en la preparación del TPM

- El mantenimiento se conoce como un conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible y rendimiento.

OBJETIVOS DEL TPM

- El TPM ayuda a consolidar el trabajo en equipo.
- Se forman y entranan al personal.
- Se implanta la idea de la prevención del mantenimiento.
- Reordenación de tareas de mantenimiento.
- Potencia la motivación con la satisfacción en la operativa y el control de los equipos.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Concepto
Las etapas del TPM son varias:

Cinco ases:

- Selel:** Organizar
- Selso:** Ordenar
- Selso:** Limpiar
- Selso:** Estandarizar
- Selso:** Cumplimiento

Control visual:

Manual de Mantenimiento Autónomo:

- Limpeza Inicial.
- Inspección.
- Estandarizar.

17 de enero del 2015 (Edición 1, volumen 1)

Frutilight S.A

Manual de Mantenimiento Preventivo

- Análisis de condición actual del equipo.
- Búsqueda de la condición ideal del equipo.

- Control de información

Monitoreo y base de datos de eficiencia de equipos

Mejora continua

PASOS A SEGUIR DEL TPM

Se requiere el papel de todos los empleados de la empresa para lograr los objetivos del TPM.

¿QUÉ BUSCA EL TPM?...?

¿Qué fomenta el TPM?

Análisis de fallas frecuentes. El trabajo autónomo. Actitud de mejoramiento continuo. Operadores y técnicos operando y manteniendo eficientemente la máquina.

Marcia Soto Blandón

Frutilight S.A

A todo el personal de la planta de Frutilight S.A

Anexo 11-6. Resultados del gran día de la limpieza en la línea de banano.







24 DE ENERO 2015 Gran día de la limpieza

Idea del gran día de la limpieza

Como actividad previa al inicio del programa de 5's se realiza esta actividad con la participación de todos los empleados de la línea con el fin de que el inicio del programa de cinco eses inicie positivamente con la involucración de todos.



Limpieza total de la zona

Es vital su participación

TPM es trabajo de todos

Eficiencia, calidad, control de equipos y área de trabajo

Confirme su participación a marciasb18@gmail.com

Frutilight S.A

2 kms de la entada de Codela, Siquirres, Limón, Costa Rica

26 de enero del 2015
7 am

Anexo 11-8. Registro de verificación de limpieza en la línea de banano de Frutilight

Depto. Administración de Calidad



REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE LIMPIEZA
LÍNEA DE BANANO

RAC - 012
Versión: 03

Revisión Post-Operacional					Revisión Pre-Operacional				
Fecha: _____		Turno: _____		Hora: _____		De Sanitizante: _____			
No.	Descripción	Verificación Visual de Limpieza			Nº	Descripción	Verificación Visual de Limpieza		
		Aprobada	No Aprobada	AT F			Observaciones	Aprobada	No Aprobada	ATP
Área de Vuelta de Fruto					Área de Aréptica				
1	Filo de lavado de fruto				28	Talvo de duracha principal			
2	Banda Plástic. Dura arcedente de Paletar				29	Banda de Firtaner			
3	Sistema de vuelta de cajar plástico (binar)				30	Sistema de Calentamiento			
4	Paletar Metálicar de Filo de Fruto				31	Sistema de Enfriamiento			
5	Ferodar(Filo)				32	Filtra final del sistema			
6	Fizar(Filo)				33	Ferodar			
7	Coñar(Filo)				34	Fizar			
8	Ordon de Area				35	Dronajur			
Área de Fincara					Área de Llenada				
9	Banda plart. Dura transportadora Esosona				36	Llenadora Artopa			
10	Banda plart. Dura transport. Esosona Pasada				37	Ferodar(Llenada)			
11	Banda plart. Dura para Duracha(carcara)				38	Fizar(Llenada)			
12	Talvo para banana pelada				39	Dronajur(Llenada)			
13	Banda plart. Dura transport. Pasada Mecanica.				Acciones Correctivas / Observaciones:				
14	Filtra a la entrada de hamaguisadora								
15	Termar esaiméticas								
16	Durasmilladora								
17	Tanque de Balanca durasmilladora								
18	Talvo durachasmillar								
19	Tanque de preparación de ácidos #1								
20	Tanque de preparación de ácidos #2								
21	Estructura metálicar								
22	Ferodar(Pasada)				Parámetros de ATP:	Rango			
23	Fizar(Pasada)					USL			
24	Dronajur(Pasada)					LSL	0-50	Aceptable/Limpia	
25	Hamaguisadora					USL	50 más	Lavado/Descontaminado	
26	Filtra del lado de las esaiméticas								
27	Filtra duplex								
<i>Frecuencia de verificación cada una que se realice limpieza a cada 8 horas de iniciar proceso.</i>									
Inspector de A.C.			Supervisor de producción			Aprobado por Gerente de A.C.			

Anexo 11-9. Tarjeta roja de organización.

Tarjeta No	
Área	
Fecha	
Nombre	
Problema	



The logo for FRUTILIGHT. COSTA RICA is located in the bottom right corner of the red clipboard. It features the brand name 'FRUTILIGHT.' in a bold, sans-serif font, with 'FRUTI' in green and 'LIGHT.' in yellow. Below the brand name, 'COSTA RICA' is written in a smaller, black, sans-serif font. The logo is set against a white background with a slight drop shadow.

Anexo 11-10. Gantt del proyecto.

		Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	F
1			PLAN IMPLEMENTACIÓN TPM	66240 mins?	mié 8/13/14 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM	
2			FASE DE INTRODUCCIÓN Y PREPARACIÓN	52110 mins	mié 8/13/14 9:00 AM	lun 1/12/15 3:30 PM	
3			Etapa1) Proceso de aceptación de la alta dirección de aplicar TPM en Frutilight	2.15 mss	mié 8/13/14 9:00 AM	vie 10/10/14 7:00 PM	
4			Etapa 2) Declaración de la Introducción del TPM: Fijación de objetivos y metas	0.95 mss	jue 11/13/14 9:00 AM	mar 12/9/14 7:00 PM	
5			Etapa 3) Preparación del plan maestro para la implementación	0.95 mss	jue 11/13/14 9:00 AM	mar 12/9/14 7:00 PM	
6			Etapa 4) Educación y Formación del TPM a operarios y equipo	30 mins	lun 1/12/15 3:00 PM	lun 1/12/15 3:30 PM	
7			FASE DE INICIO	30 mins	lun 1/12/15 3:00 PM	lun 1/12/15 3:30 PM	
8			Etapa 5) Lanzamiento del TPM	30 mins	lun 1/12/15 3:00 PM	lun 1/12/15 3:30 PM	
9			FASE DE DESARROLLO	16320 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM	
10			Día de la gran limpieza	8 horas	sáb 1/24/15 9:00 AM	sáb 1/24/15 7:00 PM	
11			Inicio Elaboración Manual 5's	360 mins?	vie 2/6/15 9:00 AM	vie 2/6/15 5:00 PM	
12			Aplicación de cinco eses a la línea de banano	2 horas	sáb 1/24/15 9:00 AM	sáb 1/24/15 11:00 AM	
13			Mantenimiento autónomo	480 mins?	jue 2/19/15 7:00 AM	jue 2/19/15 5:00 PM	
14			Limpieza inicial	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM	
15			Eliminación de focos de suciedad	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM	
16			Establecer estándares	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM	
17			Inspección general del equipo	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM	
18			Inspección autónoma del equipo	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM	
19			Organizar y ordenar el área de trabajo	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM	
20			Completar la gestión autónoma de mantenimiento	480 mins?	jue 2/19/15 9:00 AM	jue 2/19/15 7:00 PM	
21			Mantenimiento Preventivo	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM	
22			Realizar diagrama de la llenadora ASTEPO	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM	
23			Clasificación de las partes de la llenadora: sistema eléctrico, sistema mecánico, sistema neumático	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM	
24			Análisis de todas las partes y su funcionamiento	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM	
25			Realización del RCM	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM	
26			Diseño de hoja de inspección	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM	
27			Hoja Orden de Trabajo/Flujograma	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM	
28			Estructuración y Administración del presupuesto	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM	
29			FASE DE CONSOLIDACIÓN	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM	
30			Verificar cuales son los pts a tomar en cuenta en el registro de equipos	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM	
31			Hacer el bosquejo de las columnas necesitadas en el programa	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM	
32			Evaluar cuál es el programa más idoneo para la base de datos	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM	

33		Iniciar el programa en access u otro paquete adecuado	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM
34		Probarlo de manera que se agreguen equipos adicionales	480 mins?	mar 1/6/15 9:00 AM	mar 1/6/15 7:00 PM

Anexo 11-11. Brochure informativo del programa de 5'S.



PROGRAMA DE 5'S

¿Algunas ventajas de 5's?

Seguridad para el trabajador. Confort. Seguridad para el producto. Áreas limpias y ordenadas. Disminución de accidentes. Disminución de desperdicios.

Significado de 5'S

Características del programa de 5's:

Alcances: Puede ser aplicado en cualquier área de trabajo. Actualmente el área piloto del TPM es la línea de banana, sin embargo se extiende paulatinamente al resto de la planta y sus áreas.

Responsabilidades: Es responsabilidad de todos en la línea y distintas áreas, acatar las normas que se establecen.

Involucra la participación de absolutamente todos los trabajadores de las áreas.

No es un programa de limpieza, es un programa que debe aplicarse y cumplirse todos los días de trabajo en la planta.

No es un programa que hace que el lugar de trabajo se vea estético sino es un asunto de eficacia para los trabajadores y



Frutilight S.A



2 km de entrada de Codela al Norte, Siquirres,



Frutilight S.A

"Disciplina es el puente entre las metas y los logros." - Jim Rohn

Resumen del Programa de 5'S



Objetivos:

- Comparar la situación actual de la línea de banana con los beneficios de aplicar 5'S.
- Establecer un control de limpieza en áreas cerca de equipos eléctricos.
- Mencionar las ventajas y resultados de la aplicación del programa de 5'S.
- Calificar mensualmente mediante tablas las áreas de trabajo.
- Mejora constante.

"La pregunta más importante para hacer en el trabajo no es "¿Que estoy ganando?" la pregunta más importante en realizar es "¿En qué me estoy convirtiendo?" - Jim Rohn

Beneficios de 5'S

- Se reducen los desperdicios de material.
- Las accidentes se ven reducidos.
- Se reducen los movimientos y traslados innútiles.
- Promueve el trabajo constante en equipo.
- Se promueven mejores equipos de trabajo.



Trabaja en equipo.

Comité de 5'S

Comité de cinco miembros



Anexo 11-12. Muestra de documentación para auditoría interna de 5 S.



Hoja de Evaluación

Seiri: Organizar

Departamento:

Uso Exclusivo Encargado del Área:

Aspecto a evaluar	Sí	No
¿Todos saben por qué se desea implementar este programa?		
¿Se han removido los artículos innecesarios del área?		
¿Entienden los empleados las ventajas del programa?		
¿Se han implementado los criterios para remover artículos innecesarios?		
¿Los empleados acatan las instrucciones de este programa?		

Aspecto a considerar	Fecha	Semana
Artículos necesarios e innecesarios se han separado.		
Se removieron los objetos innecesarios del área.		
Se reduce la cantidad de tarjetas rojas de objetos innecesarios en las zonas.		

Nombre De S	Evaluación			Puntuación			
		Aspectos	¿Qué verificar?	MB	R	M	
Organizar	A	Objetos presentes y sin uso en el área	Herramientas u otros objetos innecesarios				
	B	Objetos personales.	Se encuentran constantemente				
	C	Identificación de los objetos innecesarios de los necesarios	Objetos colocados en su lugar respectivo				
	Detalle de calificación		Datos del área				
	3 pts	Muy Bien					
2 pts	Regular	Área					
1 pt	Mal	Calificación					



Departamento:
Uso Exclusivo Encargado del Área:

Aspecto a considerar	Fecha	Semana
¿Se han colocado todos los objetos en el lugar asignado?		
¿La demarcación de las áreas de trabajo se encuentra en buena condición?		
¿Es sencillo ubicar los elementos que se necesiten en el área?		

Nombre De S	Evaluación			Puntuación		
		Aspectos	¿Qué verificar?	MB	R	M
Orden	A	Detección de equipo faltante.	Indicación de equipo faltante			
	B	Lugares específicos para objetos y herramientas	Lugares específicos para objetos y herramientas			
	c	Orden en instalaciones, rotulación y demarcación de zonas.	Estado del control visual en el área			
	Detalle de calificación			Datos del área		
	3 pts	Muy Bien	Área			
	2 pts	Regular	Calificación			
	1 pt	Mal				



Hoja de Evaluación

Seiso: Limpiar

Departamento:

Uso Exclusivo Encargado del Área:

Aspecto a evaluar	SÍ	NO	Fecha
¿Las zonas se encuentran limpias?			
¿Se ha utilizado el equipo adecuado de limpieza?			
Duración de limpieza			
Cantidad de trabajadores limpiando			
Zona a limpiar			
¿Coloca cobertor a los equipos que lo requiera?			
¿Retira la protección (bolsa plástica, cobertores, mantas) a los equipos después de realizada la limpieza?			

Nombre De S	Evaluación			Puntuación		
		Aspectos	¿Qué verificar?	MB	R	M
Limpieza	A	Suciedad en el área de trabajo	Verificar en pisos y áreas de trabajo			
	B	Control de equipo de limpieza	Equipo de limpieza sucio en los alrededores			
	C	Limpieza diaria	Verificar el control de aseo de pisos, equipos			
	Detalle de calificación		Datos del área			
	3 pts	Muy Bien				
	2 pts	Regular	Área			
	1 pt	Mal	Calificación			



Hoja de Evaluación
Seiketsu: Estandarizar

Departamento:
Uso Exclusivo Encargado del Área:

Aspecto a evaluar	Sí	No
¿Se observan cambios, pero no se ha documentado?		
¿Los empleados buscan cómo eliminar desperdicios, información es documentada y compartida por todos?		
¿Los empleados están enterados del programa?		
¿Los empleados comprenden la importancia del programa?		

Nombre De S	Evaluación			Puntuación		
	Aspectos	¿Qué verificar?	MB	R	M	
Estandarizar	A	Procedimiento de limpieza	Controles de limpieza			
	B	Procedimientos de trabajo	Seguir los procedimientos de trabajo de 5'S.			
	c	Uso de ropa y equipo adecuado	¿Se está utilizando la ropa adecuada y el equipo idóneo?			
	Detalle de calificación		Datos del área			
	3 pts	Muy Bien				
	2 pts	Regular	Área			
	1 pt	Mal	Calificación			



Informe 5's
Shitsuke: Disciplina

Fecha:
Departamento
Uso Exclusivo Encargado del Área:

Aspecto a evaluar	SÍ	NO
¿Quedan las áreas limpias después de su uso?		
¿Los empleados ponen en práctica los procedimientos?		
¿Se entiende el programa de cinco eses y es seguido por los empleados?		

Observaciones

Firma Auditor Interno _____

Firma Jefe Área _____

Firma Gerencia Producción _____

Firma Gerencia Administrativa _____

Firma Gerencia Aseguramiento Calidad _____

Anexo 11-13. Lista de verificación para elemento de norma a evaluar.



Lista de verificación para elemento de norma a evaluar

Área:		Fecha
-------	--	-------

Nombre de S	Elemento de Norma a Evaluar	Técnica AUD			Cumple		Calificación*	Observaciones
		Entrevista	Obs.	Rev. Doc/Reg	Sí	No		
Seiri	¿Se han eliminado los artículos innecesarios?							
	¿Existe un procedimiento para disponer los artículos innecesarios?							
	¿Los pasillos se encuentran libres de objetos?							
	¿Los artículos necesarios se disponen correctamente en lugares seguros?							
Seiton	¿Hay un lugar específico para cada cosa de manera segura e higiénica y que se identifique?							
	¿Se logra reconocer las zonas delimitadas?							
	¿Están los rótulos y etiquetas en buen estado y fácil reconocimiento?							
	¿Son identificables las zonas de desechos y reciclaje de forma separada?							
Seiso	¿Las zonas se encuentran limpias?							
	¿El equipo y químicos de limpieza son adecuados y certificados para el proceso?							
	¿El personal conoce el procedimiento de limpieza?							
	Registros de control de limpieza y su frecuencia							
	¿El equipo de limpieza es identificable?							
	¿El personal conoce los horarios y distribución de tareas de limpieza e instrucciones?							



COSTA RICA

Lista de verificación para elemento de norma a evaluar

Seiketsu	¿El personal utiliza el uniforme adecuado para el trabajo y para limpieza?								
	¿Todos conocen el procedimiento de limpieza y disposición de objetos necesarios e innecesarios?								
	¿Existen rótulos que informen a los empleados de los procedimientos? ¿Se encuentran al alcance?								
	¿Los contenedores/bines de productos no están en contacto directo con el piso de las instalaciones?								
Shitsuke	La organización, orden y limpieza es monitoreada por todos los empleados?								
	¿Se cumplen con la disposición estricta de los objetos en su lugar, etiquetado? Respeto de zonas demarcadas.								
	¿Las etiquetas, rótulos, zonas demarcadas son respetadas y constantemente monitoreadas?								
	¿Los basureros y zonas de desecho son respetadas y utilizados correctamente?								
	¿Las normas de inocuidad, seguridad y limpieza están a la vista de los trabajadores?								
¿Los empleados respetan y conocen la disposición de los objetos innecesarios?									

*Nota: Calificación 3: Muy bueno, 2: Regular, 1 : Malo

Firma Auditor Interno

Firma Jefe Área

Firma Gerencia Producción

Firma Gerencia Administrativa

Firma Gerencia Aseguramiento Calidad
