

Universidad de Lima

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Carrera de Ingeniería Industrial



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO
PRODUCTIVO DE LA LÍNEA DE PLANCHA
DE FIBROCEMENTO DE LA FÁBRICA
PERUANA ETERNIT S.A**

Trabajo de investigación para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Marco Antonio Garcia Quispe

Código 20052644

Paul Anthony Acuña Chipana

Código 20051454

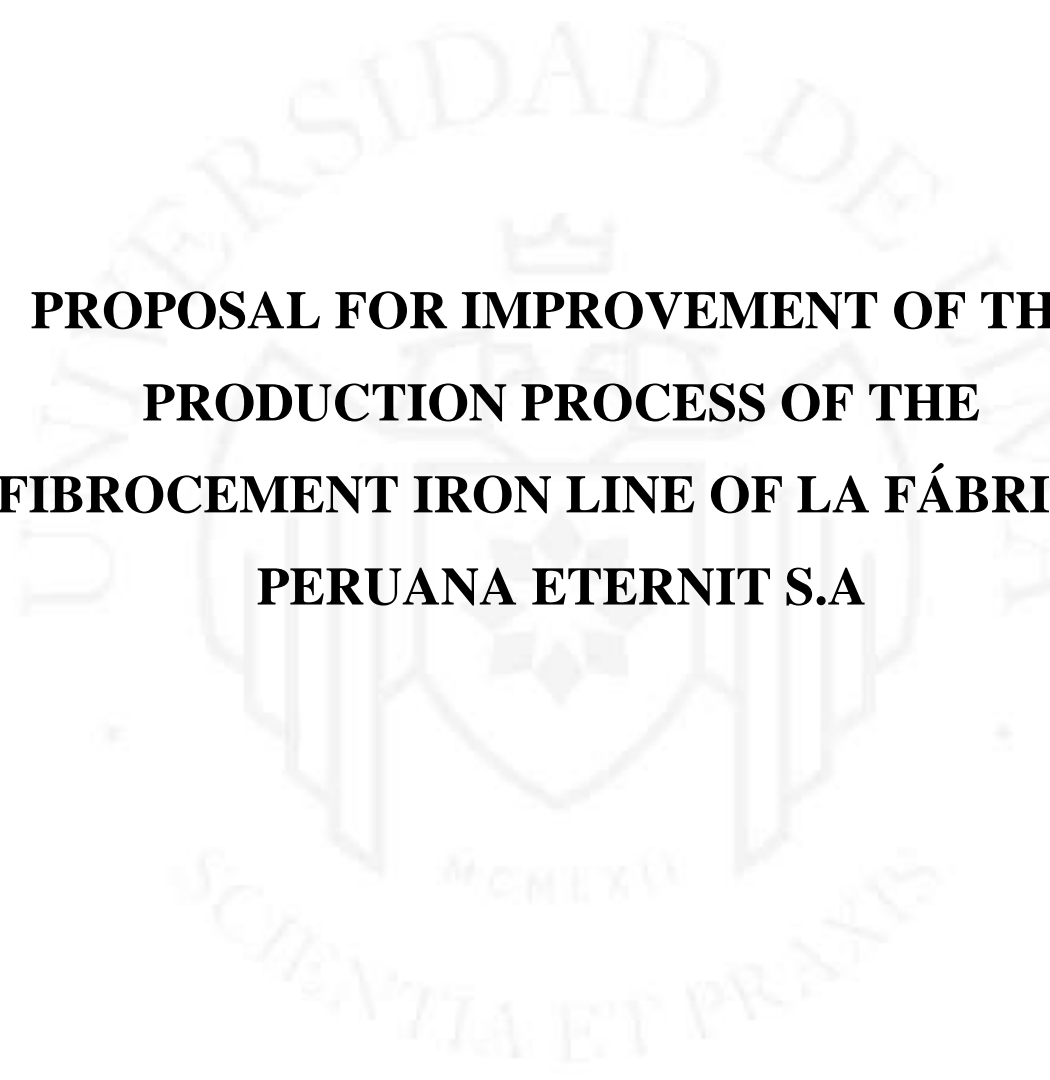
Asesor

Nicolás Salazar Medina

Lima - Perú

Diciembre del 2019





**PROPOSAL FOR IMPROVEMENT OF THE
PRODUCTION PROCESS OF THE
FIBROCEMENT IRON LINE OF LA FÁBRICA
PERUANA ETERNIT S.A**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
EXECUTIVE SUMMARY	2
CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN 3	
1.1 Antecedentes de la empresa	3
1.1.1 Breve descripción de la empresa y reseña histórica.....	3
1.1.2 Descripción de los productos o servicios ofrecidos	4
1.1.3 Descripción del mercado objetivo de la empresa	10
1.1.4 Estrategia general de la empresa.....	11
1.1.5 Descripción de la problemática actual	12
1.2 Objetivos de la investigación	13
1.2.1 Objetivo general.....	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
1.3 Alcance y limitaciones de la investigación	13
1.4 Justificación de la investigación	14
1.5 Hipótesis de la investigación	15
1.6 Marco referencial de la investigación	15
1.7 Marco conceptual.....	17
CAPITULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO	21
2.1 Análisis externo de la empresa	21
2.1.1 Análisis del entorno global	21
2.1.2 Análisis del entorno competitivo	23
2.1.3 Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno.....	25
2.2 Análisis interno de la empresa	29
2.2.1 Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos	

organizacionales.....	29
2.2.2 Análisis de la estructura organizacional	30
2.2.3 Identificación y descripción general de los procesos claves.....	31
2.2.4 Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves-línea base (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos).....	32
2.2.5 Determinación de posibles oportunidades de mejora (hallazgo de problemas).....	35
2.2.6 Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa	36
2.2.7 Selección del sistema o proceso a mejorar	40
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO	48
3.1 Análisis del sistema o proceso objeto de estudio.....	48
3.1.1 Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio	48
3.1.2 Capacidad instalada	58
3.1.2 Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos)	59
3.2 Determinación de las causas raíces de los problemas hallados	59
CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DE LA SOLUCIÓN PARA LOS PROBLEMAS	70
4.1 Planteamiento de alternativas de solución	70
4.2 Selección de alternativas de solución	72
4.2.1 Determinación y ponderación de criterios de evaluación de las alternativas	72
4.2.2 Evaluación cualitativa de las soluciones propuestas.....	78
4.2.3 Priorización de soluciones seleccionadas	80
CAPITULO V: IMPLEMENTACIÓN DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS.84	
5.1 Ingeniería de la solución	84
5.2 Plan de implementación de la solución.....	105
5.2.1 Objetivos y metas.....	105
5.2.2 Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución	106

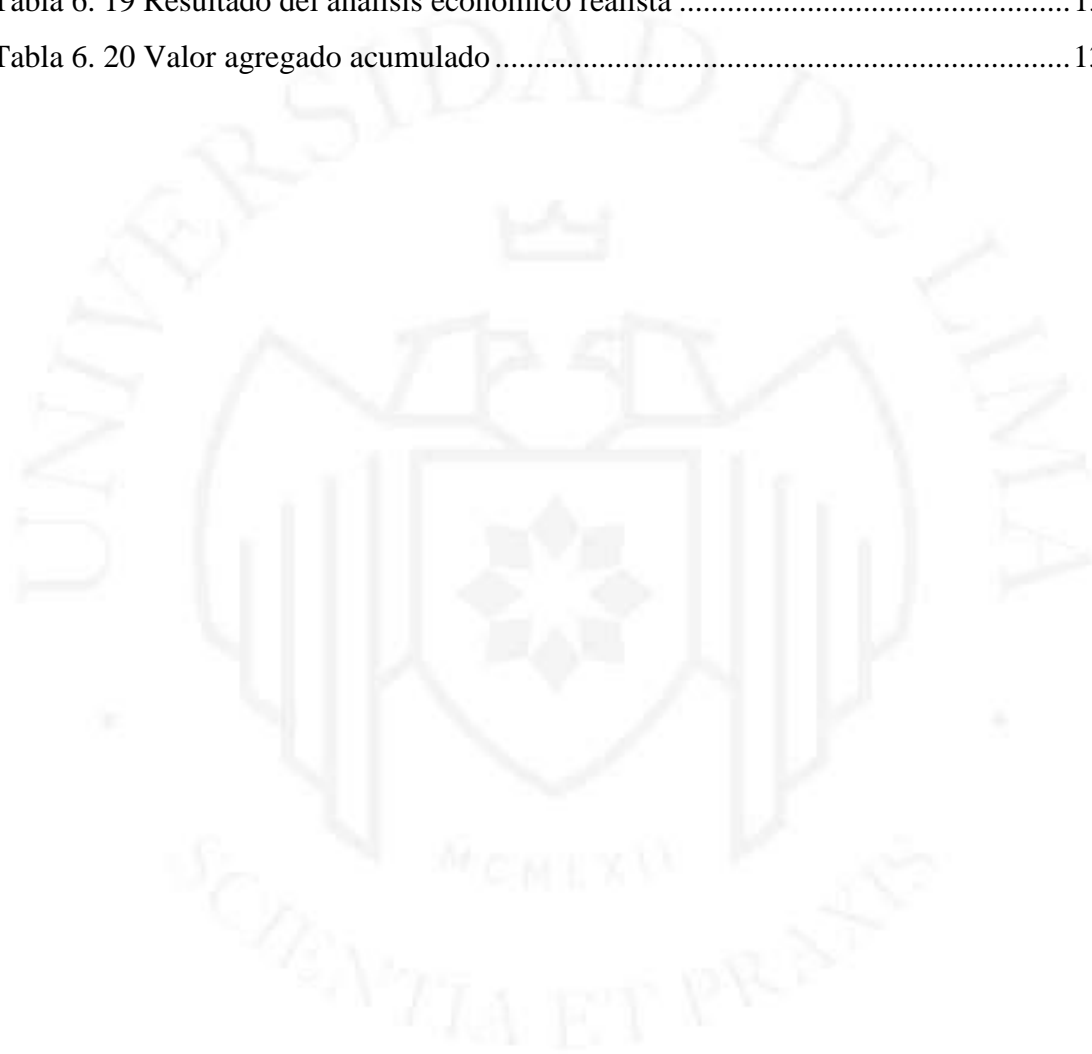
5.2.3 Actividades y cronograma de implementación de la solución.....	107
CAPITULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA DE LA SOLUCIÓN	109
6.1 Determinación de escenarios para las soluciones propuestas	109
6.2 Estimación de los resultados de la implementación	109
6.2.1 Costos de la línea antes de la mejora	109
6.2.2 Costos de la línea después de la mejora.....	116
CONCLUSIONES	137
RECOMENDACIONES	138
REFERENCIAS.....	140
BIBLIOGRAFIA	141
ANEXOS.....	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Sistema Drywall.....	4
Tabla 1. 2 Cielos Rasos.....	5
Tabla 1. 3 Coberturas.....	8
Tabla 1. 4 Agua y Saneamiento.....	9
Tabla 1. 5 Principales Constructoras en el Perú 2017.....	11
Tabla 2. 1 Matriz de enfrentamiento de oportunidades.....	26
Tabla 2. 2 Matriz de enfrentamiento de amenazas.....	27
Tabla 2. 3 Matriz EFE.....	28
Tabla 2. 4 Indicadores generales.....	33
Tabla 2. 5 KPI de seguridad industrial más relevantes.....	34
Tabla 2. 6 Matriz de enfrentamiento de fortalezas.....	37
Tabla 2. 7 Matriz de enfrentamiento de debilidades.....	38
Tabla 2. 8 Matriz EFI.....	39
Tabla 2. 9 Productividad de la línea del año 2017.....	40
Tabla 2. 10 Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2014.....	42
Tabla 2. 11 Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2015.....	43
Tabla 2. 12 Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2016.....	44
Tabla 2. 13 Pareto de los problemas que ocasionaron paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2017.....	44
Tabla 2. 14 Cuadro comparativo del rendimiento de materia prima del 2014 al 2018...45	
Tabla 2. 15 Accidentes e incidentes ocurridos del 2014 al 2018.....	46
Tabla 3. 1 Tiempo de ciclo por equipo para identificar el cuello de botella.....	56
Tabla 3. 2 Capacidad de producción por equipo.....	58
Tabla 3. 3 Indicadores específicos de desempeño.....	59
Tabla 3. 4 Ranking de factores de retrasos en los mantenimientos programados.....	60
Tabla 3. 5 Ranking de factores de bajo rendimiento de la materia prima.....	61
Tabla 3. 6 Ranking de factores de incidentes en línea.....	62
Tabla 3. 7 Ranking de factores de baja productividad en la línea.....	63

Tabla 4. 1 Matriz de enfrentamiento de factores	72
Tabla 5. 1 Actividades de mantenimiento programado	84
Tabla 5. 2 Tiempo estándar de duración de las actividades de mantenimiento programado	85
Tabla 5. 3 Actividades de mantenimiento programado del Gantt de la primera semana	87
Tabla 5. 4 Actividades de mantenimiento programado del Gantt de la segunda semana	89
Tabla 5. 5 Propuestas de solución para eliminar tiempos muertos	91
Tabla 5. 6 Listado de herramientas	91
Tabla 5.7 Lista de repuestos y materiales más usados en los mantenimientos programados	92
Tabla 5. 8 Lista de objetos necesarios e innecesarios dentro de la línea	92
Tabla 5. 9 Plan de limpieza.....	93
Tabla 5. 10 Distribución Actual.....	94
Tabla 5. 11 Propuesta de distribución.....	94
Tabla 5. 12 Capacitación de Programa de bloqueo y etiquetado	98
Tabla 5. 13 Capacitaciones en SST.....	101
Tabla 5. 14 Mejoras en el equipo cuello de botella – desalojadora	104
Tabla 5. 15 Objetivos y metas	105
Tabla 5. 16 Presupuesto General	106
Tabla 6. 1 Costos de repuestos de mantenimiento programado.....	112
Tabla 6. 2 Costos de mantenimiento y seguridad en la línea de planchas de fibrocemento antes de la mejora	116
Tabla 6. 3 Materiales adicionales que se necesitan para la mejora.....	119
Tabla 6. 4 Costos de repuestos con la mejora planteada.....	119
Tabla 6. 5 Costo para eliminar el cuello de botella.....	121
Tabla 6. 6 Costos de la línea de plancha de fibrocemento con las mejoras planteadas	122
Tabla 6. 7 Costos de antes y después de la mejora	122
Tabla 6. 8 Variable dependiente del análisis de sensibilidad.....	123
Tabla 6. 9 Resultado del análisis	123
Tabla 6. 10 Ventas de las planchas de fibrocemento	124
Tabla 6. 11 Costo de venta de las planchas de fibrocemento	124

Tabla 6. 12 Costo de venta total realista.....	126
Tabla 6. 13 Utilidad Bruta	126
Tabla 6. 14 Análisis Económico en el escenario realista.....	127
Tabla 6. 15 Costo de venta total optimista.....	128
Tabla 6. 16 Análisis Económico en el escenario optimista	129
Tabla 6. 17 Costo de venta total pesimista	130
Tabla 6. 18 Análisis Económico en el escenario pesimista	131
Tabla 6. 19 Resultado del análisis económico realista	132
Tabla 6. 20 Valor agregado acumulado.....	133



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Evolución Mensual de la Actividad del Sector Construcción 2015 – 2017.	10
Figura 2. 1 Estructura organizacional de la línea de producción de planchas onduladas de fibrocemento	30
Figura 2. 2 Productividad de la línea del año 2017.....	40
Figura 2. 3 Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2014.....	42
Figura 2. 4 Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2015.....	43
Figura 2. 5 Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2016.....	44
Figura 2. 6 Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2017.....	45
Figura 2. 7 Tendencia del rendimiento de materia prima del 2014 al 2018	45
Figura 2. 8 Accidentes e incidentes ocurridos del 2014 al 2018	46
Figura 3. 1 Mezclador	48
Figura 3. 2 Máquina Hatschek	49
Figura 3. 3 Ventosa Ondulada	50
Figura 3. 4 Cabina Precuadrado.....	51
Figura 3. 5 Máquina Desalojadora.....	52
Figura 3. 6 Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de planchas de fibrocemento (DOP)	53
Figura 3. 7 Diagrama de Balance de materia.....	55
Figura 3. 8 Diagrama de Ishikawa de retrasos en los mantenimientos programados	65
Figura 3. 9 Diagrama de Ishikawa de bajo rendimiento de la materia prima	66
Figura 3. 10 Diagrama de Ishikawa de incidentes en la línea.....	67
Figura 3. 11 Diagrama de Ishikawa de baja productividad.....	68
Figura 4. 1 Escalas para evaluar las propuestas de solución.....	73
Figura 4. 2 Matriz de factores de soluciones	74
Figura 5. 1 Gannt de primera semana de mantenimiento programado	88
Figura 5. 2 Gannt de segunda semana de mantenimiento programado	90
Figura 5. 3 Ishikawa de densidades	93

Figura 5. 4 Ishikawa de espesores.....95
Figura 5. 5 Cronograma de Implementación108
Figura 6. 1 Matriz Leopold.....136



INDICE DE ANEXOS

Anexo 1:Organigrama.....	143
Anexo 2:Plano general de la Fabrica Peruana Eternit S.A	144
Anexo 3:Determinación del tiempo estándar de las actividades de mantenimiento programado	145
Anexo 4:Check list de condiciones insegura	149
Anexo 5:Criterios de evaluación para la clasificación de condiciones inseguras por prioridad.....	150
Anexo 6: Matriz de clasificación de condiciones inseguras por prioridad	151
Anexo 7: Formato de evaluación para auditorias de 5´S	152
Anexo 8: Formato de observaciones encontradas en auditorias de 5´S.....	153
Anexo 9:Formato de control de tarjetas rojas de 5´S.....	155
Anexo 10:Formato de control de tarjetas rojas de 5´S-Herramientas.....	156
Anexo 11: Tarjeta roja identificatoria - 5´S.....	157
Anexo 12: Zona de acopio del material sustraído de los mantenimientos programados	158
Anexo 13:Cálculo del OEE de los meses de junio, julio, agosto y setiembre del 2018, de la línea de planchas de fibrocemento	159
Anexo 14: Análisis SMED para reducción de tiempos de cambios	160
Anexo 15:Trabajo de mantenimiento programado	161
Anexo 16:Check list de limpieza	162
Anexo 17: Matriz IPERC.....	163

RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis tiene como objetivo general demostrar que es factible mejorar el proceso productivo de la línea de planchas de fibrocemento de la Fábrica Peruana Eternit aplicando ingeniería y empleando herramientas de ingeniería industrial. Mediante justificaciones técnicas, económicas y sociales se determinó que es factible cumplir con el objetivo general planteado.

Luego de elaborar un análisis interno y externo de Eternit S.A, se determinó que la línea con mejores oportunidades para realizar la mejora es la de planchas de fibrocemento, ya que, es allí donde existe mayor cantidad de problemas que afectan la productividad de la línea y de la empresa.

Por ello, se propuso utilizar las herramientas de ingeniería industrial para la mejora del proceso de la línea de plancha de fibrocemento de la Fábrica Peruana Eternit los cuales fueron 5'S, SMED, OEE, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto para proponer distintas soluciones.

Finalmente, se evaluó los beneficios cuantitativos y cualitativos de la mejora obteniendo resultados positivos para la línea y empresa como un VANE de S/9 935 929 y un TIRE de 205 %. Así mismo, mediante la matriz de Leopold se concluyó que la implementación de mejora no generará un impacto ambiental dañino para la sociedad.

Palabras Clave: Proceso, plancha de fibrocemento, herramientas de ingeniería industrial.

EXECUTIVE SUMMARY

The thesis has as a general objective to demonstrate that it is feasible to improve the production process of the fiber cement sheet line of the Peruvian Eternit Factory using industrial engineering tools. Through technical, economic and social justifications it was determined that it is feasible to comply with the general objective set.

After elaborating an internal and external analysis of Eternit SA, it was determined that the line with the best opportunities to carry out the improvement is that of fiber cement sheets, since that is where there are the greatest number of problems that affect the productivity of the line and of the company.

Therefore, it was proposed to use industrial engineering tools to improve the process of the fiber cement sheet line of the Peruvian Eternit Factory which were 5'S, SMED, OEE, Ishikawa diagram, Pareto diagram to propose different solutions .

Finally, the quantitative and qualitative benefits of the improvement were evaluated, obtaining positive results for the line and company, such as a NPV of S / 9 935 929 and a TIR of 205%. Likewise, through the Leopold matrix, it was concluded that the implementation of improvement will not generate an environmental impact harmful to society.

Keywords: Process, fiber cement sheet, industrial engineering tools.

CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes de la empresa

1.1.1 Breve descripción de la empresa y reseña histórica

Fábrica Peruana Eternit S.A con RUC 20100051240 y domicilio legal en Jirón República del Ecuador N° 448 avenida Argentina (Entre las cuadras 10 y 11) – Lima, representada por su Titular – Gerente Sr. Manzur Fegale.

Es una empresa líder en la fabricación de productos de fibrocemento que opera desde 1940 en la zona industrial de Lima. Dicha empresa está conformada por las áreas de Administración y Recursos Humanos, Finanzas y Contabilidad, Logística, Marketing y Publicidad, Ventas, Sistemas e Informática, Producción, Planeamiento y Control de la producción, Calidad, Mantenimiento. Así mismo, forma parte del Grupo Etex, importante Holding Industrial Belga con presencia en los cinco continentes. Toda la producción se realiza bajo estrictas normas técnicas nacionales e internacionales, esto certifica un alto nivel de calidad en cada uno de los productos. Así mismo, cuenta con innovación constante para brindar nuevas soluciones y opciones creativas para la industria de la construcción.

Cuenta con tres plantas de producción localizadas en Lima, Huachipa y Chiclayo. Por otro lado, cuenta con líneas especializadas como protección pasiva contra incendios y fachadas arquitectónicas.

1.1.2 Descripción de los productos o servicios ofrecidos

Tabla 1. 1

Sistema Drywall

PRODUCTO	DESCRIPCION
GYPLAC ST 1/2" – EXTRALIVIANA	Placa de yeso, con menor peso.
FICHA GYPLAC ST	La placa de yeso standard GYPLAC ST, sirve para paredes y cielos rasos interiores. No apto para su uso en exteriores. Es 100% reciclado.
GYPLAC RH	La placa de yeso GYPLAC RH es resistente a la humedad e ideal para su uso en baños y cocinas. Es una base para la aplicación de todo tipo de enchapes u otros acabados. Es 100% reciclado.
GYPLAC RF	La placa de yeso GYPLAC RF es resistente al fuego. Es utilizada para ambientes que necesiten resistencia hacia el fuego tales como cocinas, salidas de emergencia, escuelas, hospitales, universidades, etc.
FICHA GYPLAC EXSOUND	La placa de yeso GYPLAC EXSOUND tiene un diseño con perforaciones cuadradas o circulares las cuales le dan características fonoabsorbentes y estéticas
PLACA DE YESO GYPLAC CIEL 7,0 mm	La placa GYPLAC CIEL 7,0 mm. Fue diseñada para falsos cielos rasos del Sistema Drywall.

Fuente: Fábrica Peruana Eternit (2019)
Elaboración Propia

Tal como se puede observar en la Tabla 1.1, se muestran los distintos productos del Sistema Drywall de la Fábrica Peruana Eternit S.A los cuales están conformados por 6.

Tabla 1. 2

Cielos Rasos

PRODUCTO	DESCRIPCION
FICHA TECNICA-VANTAGE 10.PDF	Es resistente a la humedad con aspecto clásico de cielos acústicos minerales. Libre de formaldehido.
FINE FISSURED	Es 100% fisurado, con variedad de detalles y tamaños.
SAND MICRO	Es un cielo raso cuenta con una ligera textura brindando un mejor reflejo de la luz.
VINYL SHIEL A	Fue diseñado para aplicaciones sanitarias y para salas amplias.
VINYL ROCK	Es ideal para ambientes de alto tránsito y que requieran una limpieza constante.
SYMPHONY M	No contienen asbesto.
TACLA 0	Es un cielo raso de la línea DecoAcustic, se caracteriza por tener una fina textura y sin micro perforaciones, cuenta con una alta densidad que permite un buen aislamiento acústico.
CONSTELLATION 3	Cuenta con un alto nivel de asepsia, soportando hasta 500 ciclos de lavado; con su acabado microperforado garantiza un alto nivel de confort acústica.
PLAIN	Cuenta con un alto nivel de asepsia, soportando hasta 500 ciclos de lavado; tiene un acabado 100% liso.

(continúa)

(continuación)

PRODUCTO	DESCRIPCION
COSMO 68N	Cuenta con un acabado microperforado elegante y moderno, con alto nivel de absorción y atenuación acústica.
BAMBOO DARK	Cuenta con un acabado de Bamboo oscuro con micro perforaciones simétricas ofreciendo un toque exclusivo de lujo y calidez
BAMBOO LIGHT	Cuenta con un acabado de Bamboo claro con micro perforaciones simétricas ofreciendo un toque exclusivo de lujo y calidez, con alta absorción de ruido.
AQUACOSMOS	Tiene un alto nivel de resistencia a la humedad y se puede utilizar externamente y en otras áreas húmedas, donde los techos se encuentren en exposición de hasta 100% de humedad relativa.
SERENE	Es una baldosa para cielo raso, líder en el mercado, que combina un excelente acabado fisurado con un buen desempeño acústico, además de un precio económico
SIRUS	Es un sistema deco que ofrece soluciones completas para tu cielo raso. Es ideal para oficinas, salas de reuniones y gerencia, salas de música y aulas.
DECO ASTRAL	Es una baldosa para cielo raso de la línea DecoBasic que combina un excelente acabado con un precio muy accesible.
LOS PANELES METÁLICOS OWATECTA	Son unos de los favoritos de los diseñadores porque ofrecen a los especificadores, arquitectos y contratistas variedad de opciones y soluciones creativas para todo tipo de proyectos

(continúa)

(continuación)

PRODUCTO	DESCRIPCION
DURACUSTIC CIROCO	Cielo Raso con funciones de aislamiento acústico y térmico compuesto por una lámina rígida de fibra de vidrio, recubierta en una de sus caras por una película de PVC.
LAS BALDOSAS BOLERO	Oculto detrás de tanta delicadeza óptica una alta absorción del sonido. Combina perfectamente la suavidad y fineza de la estructura de la superficie con una excelente absorción del sonido.
SINFONIA	Fue desarrollado con el fin de trabajar en un campo operativo de gran alcance. Las baldosas son adecuadas para zonas acústicamente sensibles.
MULTIPLACA CIELO	Es un sistema de cielo raso especialmente desarrollado para brindar una solución práctica y económica de óptimo desempeño.
DECOVINIL MIST	Pueden ser utilizadas para resolver cualquier tipo de cobertura en cualquier de las diversas regiones del país, sin importar las condiciones climáticas.
DECOMETAL	Es la línea de cielos modulare en aluminio. Combina durabilidad con un diseño moderno y elegante y está compuesta por bandejas de 0.61 x 0.61 m. con perforaciones simétricas.

Fuente: Fábrica Peruana Eternit (2019)
Elaboración Propia

Tal como se puede observar en la Tabla 1.2, se puede apreciar los tipos de cielos rasos que produce la Fábrica Peruana Eternit S.A los cuales están conformados por 23.

Tabla 1. 3

Coberturas

PRODUCTO	DESCRIPCION
PERFIL 4	Es la plancha ondulada de fibrocemento para coberturas. Las planchas están fabricadas con una mezcla homogénea de cemento, fibras sintéticas y agua, materiales con los cuales se logra un producto de gran resistencia.
GRAN ONDA	Es la plancha ondulada de fibrocemento para coberturas. Las planchas están fabricadas con una mezcla homogénea de cemento, fibras sintéticas y agua, materiales con los cuales se logra un producto de gran resistencia.
TEJA ANDINA	Es una plancha decorativa de fibrocemento para coberturas. Las planchas están fabricadas con una mezcla homogénea de cemento, fibras sintéticas y agua, materiales con los cuales se logra un producto de gran resistencia.

Fuente: Fábrica Peruana Eternit (2019)
Elaboración Propia

Tal como se puede observar en la Tabla 1.3, se puede apreciar los tipos de coberturas (planchas) que produce la Fábrica Peruana Eternit S.A los cuales están conformados por 3, los cuales a pesar de las condiciones climáticas de distintas provincias del país, los techos que ofrece Eternit S.A cuentan con alta resistencia a la humedad, intensas lluvias, nieve o granizo.

Tabla 1. 4

Agua y Saneamiento

PRODUCTO	DESCRIPCION
LOS TANQUES DOMÉSTICOS	Están fabricados con materia prima de alta calidad y bajos altos estándares de seguridad para asegurar un almacenamiento totalmente seguro e higiénico.
EL TANQUE CISTERNA	Se instala bajo tierra y almacena agua limpia proveniente de la red pública. Es parte del sistema de tanque elevado. Su diseño con hombros y anillos le otorga mayor resistencia para instalarse enterrada.
EL BIODIGESTOR	Es la solución para zonas donde no se encuentra red pública de desagüe o drenaje. Reemplaza de manera eficiente los pozos sépticos. Es autolimpiable, lo que ahorra costos de mantenimiento. Funciona de forma segura y es muy económico.
TANQUE PARA ALMACENAMIENTO DE PISCO Y VINO	Los tanques para almacenamiento de pisco y vino, son especialmente diseñados para la industria vitivinícola ya que mantiene las propiedades físicas, químicas y organolépticas del Pisco y Vino.
TANQUE PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA	Los tanques para almacenamiento industrial de agua tienen una capa interior A+ antimicrobiana que impide el crecimiento y reproducción de bacterias. Son altamente resistentes.
TANQUE PARA ALMACENAMIENTO DE QUIMICOS	Los tanques para almacenamiento de químicos, permite almacenar diversos compuestos químicos utilizados en procesos industriales. Mantiene las propiedades físicas y químicas de los productos sin transferir color, sabor y olor.

Fuente: Fábrica Peruana Eternit (2019)
Elaboración Propia

Tal como se puede observar en la Tabla 1.4 se puede apreciar los distintos tanques producidos para el almacenamiento del agua y saneamiento los cuales están conformados por 6.

1.1.3 Descripción del mercado objetivo de la empresa

El sector construcción es un impulsor para la economía peruana. Genera mayores oportunidades de empleo y tiene gran cobertura dentro de la inversión privada y pública.

En el año 2017, el sector Construcción ha presentado un gran incremento a comparación de otros años alcanzando la más alta tasa en el mes de agosto 2017.

(El diario de Economía y Negocios del Perú, 2017) “*el Informe Técnico Avance Coyuntural de la Actividad Económica, este comportamiento positivo se explica por el crecimiento del consumo interno de cemento (3,52%) y el mayor gasto en inversión de obras públicas (9,60%)*”

Figura 1. 1

Evolución Mensual de la Actividad del Sector Construcción 2015 – 2017



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019)

Como se puede apreciar en la Figura 1.1, la evolución mensual del sector construcción entre los años 2015-2017 presenta una mejora, lo cual es favorable para la Fábrica Peruana Eternit S.A ya que el sector construcción es su principal mercado objetivo.

Tabla 1. 5

Principales Constructoras en el Perú 2017

EMPRESA	DESCRIPCIÓN
COSAPI	COSAPI ofrece al mercado servicios de ingeniería y construcción, servicios mineros, negocios en concesiones de infraestructura y desarrollos inmobiliarios.
JJC CONTRATISTAS GENERALES	Empresa especializada en servicios diversificados e integrados de ingeniería y construcción, concesiones de infraestructura y desarrollo inmobiliario.
GRAÑA Y MONTERO	Empresa de servicios de ingeniería e infraestructura.

Fuente: Cámara Peruana de la Construcción (2019)
Elaboración Propia

Como se puede observar en la Tabla 1.5, se presentan las tres principales empresas constructoras en el Perú, las cuales compran los productos ofrecidos por la Fábrica Peruana Eternit S.A.

1.1.4 Estrategia general de la empresa

La estrategia de la empresa Eternit es usar su competitividad en el mercado como fabricantes de materiales de fibrocemento, yeso y polietileno en el sector de la construcción. Contando con mayor presencia en las zonas de comercialización del país teniendo un eficiente y eficaz servicio al cliente.

Mantener la calidad del producto a precios competitivos que cubran las necesidades del mercado de la construcción.

Ampliar la red de distribuidores con empresas líderes en trayectoria comercial y crediticia.

Mantener la participación en ferias y eventos en el interior del país contribuyendo y obteniendo contactos con profesionales de los gremios de la construcción.

1.1.5 Descripción de la problemática actual

En la actualidad, de todas las líneas que maneja la Fabrica Peruana Eternit S.A la línea que presenta mayor problema y dificultad de producción es la línea de planchas de fibrocemento. Esto es debido a diferentes factores tales como:

Retrasos en los mantenimientos programados ya que actualmente tiene una duración de 12 horas cuando debería ser de 8 horas (meta establecida por la empresa). Esto es debido a la falta de una planificación previa de los trabajos a ejecutarse y una carencia de supervisión al personal que las ejecuta, existen tiempos muertos por búsqueda de herramientas, materiales y repuestos, además, la línea se encuentra sucia y desordenada, no existe un programa de orden y limpieza.

Bajo rendimiento de materia prima y esto se genera por que los parámetros de control que impactan directamente al rendimiento de la materia prima resultan fuera de los límites de aceptación, las propiedades de algunas materias primas están fuera de especificación, hay fuga de material, el personal no opera correctamente los equipos y la línea se encuentra sucia y desordenada, no existe un programa de orden y limpieza.

Incidentes en la línea, esto es debido a que no hay un seguimiento de condiciones inseguras reportadas, se han encontrado equipos sin sistema de seguridad integrado, falta de compromiso del personal técnico y operario con la seguridad, y la línea se encuentra sucia y desordenada, no existe un programa de orden y limpieza.

La baja productividad de la línea de planchas, esta no alcanza al indicador meta establecido por la empresa ($962 \text{ m}^2\text{n}^1/\text{hc}$) y esto debido a que no se mide la eficiencia productiva por cada equipo, no se plantean y se ejecutan acciones para “eliminar” el cuello de botella, ineficientes trabajos en los mantenimientos programados, paradas no programadas, demoras en los cambios de producción y la línea se encuentra sucia y desordenada, no existe un programa de orden y limpieza.

Es por ello, que se ha determinado el uso de ingeniería y de las herramientas de ingeniería industrial para disminuir los problemas encontrados en la línea.

¹Metros cuadrados normales: Se calcula multiplicando largo (mts) x ancho (mts) x espesor (mm)/5 de las planchas. ($1 \text{ m}^3 = 200 \text{ m}^2\text{n}$)

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Demostrar que es factible mejorar el proceso productivo de la línea de planchas de fibrocemento de la Fábrica Peruana Eternit S.A aplicando ingeniería y empleando herramientas de ingeniería industrial.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir como disminuir los retrasos en los mantenimientos programados en la línea de planchas de fibrocemento de la Fábrica Peruana Eternit S.A.
- Identificar como mejorar el bajo rendimiento de materia prima en la línea de planchas de fibrocemento de la Fábrica Peruana Eternit S.A.
- Identificar como reducir los incidentes en la línea de planchas de fibrocemento de la Fábrica Peruana Eternit S.A
- Evaluar de qué manera se incrementará la baja productividad en la línea de planchas de fibrocemento de la Fábrica Peruana Eternit S.A.

1.3 Alcance y limitaciones de la investigación

A continuación se define el alcance y limitaciones que se presentan en el trabajo de investigación:

La presente investigación se realiza como proyecto de mejora de ingeniería a nivel de propuesta validada desarrollado en el proceso productivo de la línea de planchas de fibrocemento de la Fábrica Peruana Eternit y se elaboró durante el año 2017 al 2018.

Como limitaciones se tiene la disponibilidad de información por lo que ha sido necesario realizar visitas de observación a la planta productiva. Por otro lado, se tiene el tiempo reducido por lo que se ha cumplido con el tiempo límite de orden de un cronograma de trabajo.

1.4 Justificación de la investigación

Técnica

Técnicamente es viable realizar la mejora del proceso productivo de la línea de plancha de fibrocemento de la Fábrica Peruana Eternit S.A utilizando las herramientas de ingeniería industrial como SMED que tiene como objetivo la reducción del tiempo de cambio (setup), OEE (Eficiencia global de los equipos) que sirve para medir la eficiencia a medida que se introducen mejoras , 5`S que abarcan una serie de actividades para eliminar los despilfarros que contribuyen a errores, defectos y accidentes en el trabajo y para apoyar el proceso de mejora se utilizará diagramas de distintos tipos como Pareto, Ishikawa.

Asimismo, es factible aplicar ingeniería en el equipo cuello de botella (desalojadora) disminuyendo su tiempo de ciclo.

Económica

- Incrementando la productividad de la empresa equivale a obtener menores costos utilizando las herramientas de mejora continua.
- Eliminando las horas muertas en el mantenimiento programado de las máquinas equivale a un aumento de la eficiencia en base a la máxima disponibilidad de las máquinas.
- Eliminando las fuentes de suciedad, que causan un mal funcionamiento en las máquinas y por ende un costo por pérdida de tiempo en la operación.
- Eliminando el despilfarro que conlleva a incrementar la competitividad de la empresa y por ende aumentar sus ganancias.

Social

- Al mantener la zona de trabajo limpia y ordenada se logrará motivar a los operarios a que se sigan esforzando, sintiéndose a gusto y cómodos trabajando.
- Al utilizar los equipos de protección al personal los trabajadores podrán trabajar con menor riesgo laboral.
- Así mismo al mantener la zona de trabajo limpia y ordenada se logrará reducir los incidentes, accidentes y se mejorará la salud ocupacional de los trabajadores.

- Al reducir las fallas de los equipos se logrará reducir el estrés laboral.

1.5 Hipótesis de la investigación

La mejora en el proceso productivo de la línea de plancha de fibrocemento de la Fábrica Peruana Eternit S.A es factible a partir de la aplicación de ingeniería y haciendo uso de las herramientas de ingeniería industrial.

1.6 Marco referencial de la investigación

Marco Referencial

Actualmente el mayor problema de la línea de planchas de fibrocemento es la baja productividad atribuida a varios factores siendo los más relevantes:

- No se mide la eficiencia productiva por cada equipo.
- El mantenimiento programado excede al presupuestado por el grupo donde el excedente de tiempo se imputa como parada no programada.
- Demoras en los cambios de producción.
- Se tiene constantes paradas no programadas por el equipo cuello de botella, tiempo de ciclo mucho mayor en comparación con los demás equipos de la línea.
- La línea se encuentra sucia y desordenada.

Aquello que no se mide, no se puede mejorar, por lo que la presente investigación propone medir el desempeño de los equipos, implementando el SMED para reducir los cambios de producción, eliminando el excedente de tiempo de los mantenimientos programados, etc. Aplicando herramientas de mejora continua y reingeniería en el equipo cuello de botella (desalojadora) a fin de aumentar la productividad de la línea.

Se visitó en varias ocasiones la Biblioteca de la Universidad de Lima no encontrándose trabajos semejantes, la gran mayoría de investigaciones proponen mejoras en el área de Logística, Comercial o Seguridad Industrial.

Por lo que se visitó bibliotecas de otras universidades encontrándose investigaciones semejantes, los cuales servirán de referencia y aplicación para la investigación:

Título: Mejora de la Productividad en el área de Confecciones de la empresa Best Group Textil S.A.C mediante la aplicación de la metodología PHVA. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad San Martín de Porres.

Cabrejos, D. y Mejia, K (2013) nos dice al respecto:

La deficiencia principal que tiene la empresa es la baja productividad a causa de una inadecuada gestión de la producción, mantenimiento inapropiado de maquinarias, inadecuado manejo del personal y una falta de revisión y control de prendas.

Semejanza: La semejanza que hay con esta empresa es que tampoco cuenta con una política de mantenimiento preventivo de los equipos, carencia de orden y limpieza.

Diferencia: Best Group Textil S.A.C es una empresa dedicada íntegramente a la confección de prendas de vestir de punto y está constituido únicamente por las áreas de Comercial, Producción y Ventas. Mientras que Fabrica Peruana Eternit S.A está constituido por más de 3 áreas y se dedica al rubro de la construcción.

Título: Propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de Manufactura Esbelta. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica del Perú.

Mejia Carrera (2013) nos dice al respecto:

El objetivo de esta investigación es mejorar la competitividad de la empresa en el mercado, haciendo que adopte nuevas técnicas y una de estas es la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta.

Semejanza: Dicha investigación se asemeja a la investigación ya que aplica herramientas de mejora continua tales como 5'S, SMED, TPM, etc., por lo tanto, servirá como guía y referencia para la investigación.

Diferencia: La propuesta de mejora de la tesis es del rubro textil mientras que la tesis a desarrollar es del rubro de la construcción.

Título: La mejora continúa en las organizaciones. Análisis de su implementación en 30 empresas.

Autor: Mari Carmen Jaca Garcia /Javier Santos Garcia

Garcia y Santos Garcia (2009) nos comentan lo siguiente:

Este estudio pretende analizar la implantación de distintas formas de participación en la mejora, en un conjunto de 30 empresas. Este artículo identifica las experiencias de mejora comunes en las distintas empresas y además presenta algunas originales prácticas detectadas en algunas de las organizaciones. Por último, se dan algunas ideas sobre elementos a potenciar en la implantación de la mejora continua.

Semejanza: Dicho artículo se asemeja a la investigación en que se aplica las herramientas de mejora continua como 5´S, SMED, TPM, etc. a empresas del rubro de la construcción como es el caso de la Fábrica Peruana Eternit S.A

Diferencia: El artículo abarca más temas de mejora continua de los que se tomará en cuenta en la investigación.

Título: Mejora continua de los procesos herramientas y técnicas.

Bonilla,E.; Diaz, B.; Kleeberg,F.; Noriega,M (2014) nos comentan lo siguiente:

Este libro trata sobre las más difundidas técnicas de mejora continua con una especial mención y detallada explicación de la metodología Kaizen.

Semejanza: La semejanza en este libro es que cuenta con un caso real de mejora en una empresa del sector de la construcción como es el caso de Aceros Arequipa. Eternit S.A también pertenece a este sector.

Diferencia: En el caso real que se plantea en el libro Aceros Arequipa no cuenta con una línea de planchas de fibrocemento. La mejora que se pretende hacer es en dicha línea.

1.7 Marco conceptual

Este proyecto es un proceso de diagnóstico y mejora de producción de la línea de planchas de fibrocemento de la Fábrica Peruana Eternit S.A. Para ello, se identificaron 4 problemas que son retrasos en los mantenimientos programados, bajo rendimiento de materia prima,

incidentes en línea y baja productividad. Debido a estos problemas los indicadores que cuenta la línea no llegan a la meta establecida.

En el caso de los mantenimientos programados, estos tienen una duración de 12 horas cuando la meta asignada por la empresa es de 8 horas, el excedente de 4 horas son imputadas como paradas no programadas. Esto sucede del mismo modo con los cambios de producción, que según la meta asignada por la compañía deberían durar 1 hora pero actualmente están durando aproximadamente 1.5 horas, el excedente de 0.5 horas son imputadas como paradas no programadas. Estos excedentes de tiempos impactan negativamente al indicador de productividad de la línea.

En el año 2017, el indicador de rendimiento de materia prima fue de (158,27 m²n²/tn) y en el año 2018 (156,42 m²n/tn) fue menor a la meta (159 m²n/tn), por lo que el objetivo de este proyecto es que siempre se mantenga por encima.

En relación a los incidentes en línea, es ya que se evidencia falta de compromiso con la seguridad, los equipos no tienen un sistema de seguridad integrado y la línea casi siempre se encuentra sucia y desordenada.

Por otro lado, en el caso de la baja productividad en el año 2017 solo en los meses de marzo (967 m²n/hc), abril (963 m²n/hc), junio (964 m²n/hc) y setiembre (970 m²n/hc) la productividad obtenida fue mayor a la meta (962 m²n/hc). Los demás meses la productividad fue de 928 m²n/hc a 961 m²n/hc.

Para encontrar las causas raíces de estos problemas se utilizó herramientas de ingeniería industrial como el Diagrama de Ishikawa y un ranking de factores para seleccionar las causas raíces más importantes de cada problema.

1. Retrasos en los mantenimientos programados.
 - Ineficiente programación de trabajos.
 - No se supervisan los trabajos.
 - Línea sucia y desordenada.
 - Demora en retiro de materiales y repuestos.
 - Retraso en la ejecución de trabajos.
 - Demora en la búsqueda de herramientas.

²Metros cuadrados normales: Se calcula multiplicando largo (mts) x ancho (mts) x espesor (mm)/5 de las planchas. (1 m³= 200 m²n)

- No hay la cantidad ni las herramientas necesarias.
2. Bajo rendimiento de materia prima.
 - Línea sucia y desordenada, no permite detectar fugas de material.
 - El personal opera de una forma inadecuada los equipos.
 - Pruebas con nuevas materias primas.
 - Parámetros de control del proceso fuera del rango de aceptación.
 - Inadecuada dosificación de las materias primas o insumos.
 - No se cuenta con residuos húmedos³ para consumir en la mezcla.
 3. Incidentes en la línea.
 - No se hace seguimiento a las condiciones inseguras.
 - No hay un supervisor de campo de seguridad industrial.
 - Falta de compromiso del personal técnico y operario con la seguridad.
 - La línea se encuentra sucia y desordenada.
 - Los equipos no cuentan con sistema de seguridad integrado.
 4. Baja productividad
 - No se mide la eficiencia productiva por cada equipo.
 - Se postergan constantemente los mantenimientos programados.
 - Demoras en los cambios de producción.
 - Ineficientes trabajos realizados en los mantenimientos programados.
 - La máquina Hatschek se encuentra demasiado sucia.
 - El fieltro y los tamices se encuentran colmatados.
 - Fallas de equipos.
 - La línea se encuentra sucia y desordenada.
 - Insatisfacción y falta de motivación por parte del personal técnico y operario.
 - Falta de compromiso de operarios.
 - Demoras en el tiempo de atención de fallas de equipos por parte de los mecánicos y electricistas.
 - Pruebas con nuevas materias primas.
 - Parámetros de aceptación de materias primas fuera de rango.

³Residuos que salen de los propios procesos y se recuperan.

- Tiempo de ciclo de la desalojadora, mucho mayor a comparación de los demás equipos de la línea, equipo cuello de botella.

Así mismo, se propuso alternativas de solución para cada problema encontrado como encontrar el tiempo estándar de ejecución de cada trabajo realizado en los mantenimientos programados, elaborar un indicador de cumplimiento de los trabajos, elaborar un Gantt de los mantenimientos programados, implementar la metodología 5'S, asignar un área para almacenar material sustraído de limpieza, elaborar un check list de las condiciones en las que se recibe el turno, creación de una matriz de condiciones inseguras, adquirir dispositivos de bloqueo, implementar el OEE (Eficiencia global de los equipos), adquirir equipos modernos, aplicar SMED (Single minute Exchange of die o cambio de matriz en menos de 10 minutos), etc.

Después de las posibles soluciones, mediante un ranking de factores se seleccionó la mejor solución para cada problema como por ejemplo determinar frecuencias de limpieza de cada equipo y tubería, así mismo determinar el tiempo estándar de ejecución de cada actividad, implementar la metodología 5'S, asignar una zona de los productos sustraídos de mantenimiento programado, fabricación de canaleta para recuperación de material, implementación del OEE y aplicar SMED, creación de una matriz de condiciones inseguras, capacitación al personal en temas de seguridad industrial y salud en el trabajo, etc.

Por último, para validar las soluciones se determinó metas para cada problema encontrado en la línea de planchas de fibrocementos de la Fábrica Peruana Eternit.

CAPITULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO

2.1 Análisis externo de la empresa

2.1.1 Análisis del entorno global

- **Entorno Económico**

Si bien el sector de la construcción tuvo un leve decrecimiento en el primer bimestre del 2017 debido a la desaceleración económica que hubo en el Perú y al impacto negativo que hubo en el sector inmobiliario. Además, el gobierno tomó la decisión de eliminar subsidios de crédito del “Programa Mí vivienda” con precio entre 39 y 70 UIT’S las empresas de construcción tienen confianza que esta situación se remontará ya que, se espera una relativa estabilidad de los precios y una mejora económica en los próximos años.

- **Entorno Social**

El sector de la construcción ha ido en constante crecimiento, por lo que tiene un rol importante en el desarrollo del país. El crecimiento del sector de construcción trajo consigo un aumento de la demanda de profesionales en dicho sector. Por lo que el factor humano ha cobrado bastante relevancia en las empresas públicas y privadas que operan en el interior del país. Sin embargo, los principales problemas que tiene la empresa con el entorno social son los asuntos de gobierno local, demarcación territorial y socio ambiental que impiden o retrasan el funcionamiento de los proyectos que tiene la empresa.

Por esta razón, la mayoría de las empresas de dicho sector dentro de su organización han implementado áreas de responsabilidad social donde junto con las comunidades adyacentes y autoridades nacionales trabajan en conjunto para prevenir conflictos sociales. Un ejemplo de actividades que realiza Eternit en responsabilidad social son la capacitación a jóvenes de bajos recursos económicos en técnicas de construcción colaborando así, a que puedan contar con mayores posibilidades de trabajo

brindándoles una opción para su sustento y el de sus familias. También, Eternit ha venido trabajando en la construcción de capillas en poblaciones de pocos recursos.

- **Entorno demográfico**

El crecimiento constante de la población peruana y de sus ingresos; así como la expansión de crédito para viviendas ha incrementado la demanda de las familias peruanas para la construcción y obtención de viviendas. Así mismo, el sector de la construcción en Perú es uno de los sectores de mayor productividad en el trabajo.

En el año 2014, hubo 916 000 trabajadores de construcción los cuáles 95,8% eran hombres y de este porcentaje el 74,5% alcanzó secundaria completa y solo el 8,3% se capacitó en algún curso técnico. A esto se le agrega que en dicho sector hay preferencia en contratar al sexo masculino y los sueldos oscilan entre S/ 850 y S/1 200 sin contar los beneficios del trabajo nocturno el cual incrementa el sueldo en 20% a 25% y sin tomar en cuenta los beneficios por asignación escolar. Por último, para los trabajos de construcción no hay distinción de raza, religión y condición económica.

- **Entorno Legal**

El rol del Estado peruano es de suma importancia para crear condiciones seguras de inversión. La política tiene un rol crucial en las empresas del sector de la construcción, ya que, depende del estado peruano poner en marcha las inversiones y proyectos que tienen a futuro. El país ha experimentado un crecimiento económico considerable los últimos 15 años por lo que se ha conseguido la continuidad de políticas económicas.

Según el Marco Macroeconómico Multianual 2015 – 2017 las políticas más relevantes son las siguientes: Frey Morote, Juan Carlos y Vela Ruiz, Jessica Paola (2016)

- Política Fiscal ordenada: Tiene bajos niveles de deuda internacional, por lo que, hace posible una mayor inversión pública agregando liquidez a la económica interna.
- Política Social y de lucha contra la pobreza: Incluye la implementación de programas de ayuda social en los sectores menos favorecidos de la sociedad.

El inicio de la descentralización política y económica del estado brinda a las entidades regionales cierto poder para decidir en la inversión de los recursos públicos

asignados, de esta manera, esto permite ampliar mercados y estar acorde a los avances de la globalización.

Respecto a los factores legales el sector de la construcción está regulado por la ley N° 30156 cuyo título es “Ley de organización y funciones del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento”. Esta ley tiene como objetivo regular el ámbito de competencia, así como formular, planear, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar la política nacional y sectorial.

- **Entorno Tecnológico**

Con el avance de la tecnología en estos últimos años el sector de la construcción se ha beneficiado, ya que, la mayoría de las empresas proveedoras de materia prima para construcción tienen maquinarias sofisticadas las cuales brindan al cliente un producto de calidad. Eternit S.A no es la excepción, ya que, cuenta con maquinarias sofisticadas como el equipo Hatschek que da inicio a la formación de la plancha de fibrocemento y la Onduladora que es la que finalmente le da el ondulado a las planchas. Adicional a esto las líneas de Eternit S.A manejan un circuito cerrado, es decir que todo material se reaprovecha, no teniendo así costos por desperdicios o problemas en la producción. Así mismo, se cuenta con un sistema de gestión de procesos llamado BIM (Building Information Modeling) la cual permite compartir información en línea, discutirla y plantear sugerencias.

Esta herramienta mayormente se usa en los proyectos de ingeniería y construcción. Además, se cuenta con sistemas de información en línea denominados e-procurement que permiten la integración con proveedores y el manejo eficiente de inventarios, reduciendo costos.

2.1.2 Análisis del entorno competitivo

Porter (2017) Se presenta las 5 fuerzas de Porter las cuales se dividen de la siguiente manera:

Amenaza de nuevos entrantes

La primera fuerza de Porter trata sobre qué tan fácil o difícil puede ser para alguien empezar a operar en una industria. En este tipo de industria su alto costo de inversión, hacen que la entrada de nuevos competidores sea baja.

Amenaza de productos o servicios sustitutos

La segunda fuerza de Porter se refiere a un comprador que puede sustituir el producto o servicio por otro. Lo sustituto se convierte en amenaza cuando comienzan a ser reales, eficaces y más baratos que el que vende la empresa inicial. El producto de calamina de fibrocemento que ofrece Eternit puede ser sustituido por otros similares y otros que cumplen su misma función, pero de menor calidad. Ejemplo: Calaminas de plástico, tripleys. La amenaza de productos o servicios sustitutos es alta.

Poder de negociación de los compradores

Por ser una empresa de prestigio y que la marca ya se encuentra posicionada en el mercado los compradores tienen bajo poder de negociación, ya que, el producto al ser de calidad tiene sus precios fijos.

Poder de negociación de los proveedores

La cuarta fuerza competitiva se refiere al poder que tienen los proveedores, cuyas herramientas sirven para alcanzar los objetivos de la empresa. En este caso para la materia prima que emplea Eternit, en la elaboración de las Planchas de fibrocemento, existen muchos proveedores por lo que el poder de negociación es bajo.

Intensidad de la rivalidad

La competitividad en una industria viene marcada por el grado de rivalidad entre los competidores. En el caso de Eternit, si bien tiene un producto diferenciado del resto (planchas de fibrocemento) hay varias empresas que compiten por la misma función del producto, ya que, existen empresas que producen calaminas de plástico y tripleys, como es el caso de la empresa Fibraforte que producen calaminas en polipropileno opaco y traslúcido. Por lo que la rivalidad es alta.

2.1.3 Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno

Oportunidades

- Aumento de demanda en el sector de construcción.
- Cuenta con la posibilidad de obtener acceso a créditos.
- Cuenta con una red amplia de distribuidores a nivel nacional.
- Excelente relación laboral con empresas líderes en el sector de la construcción.
- Construcción Eco-amigable.

Amenazas

- Aparición de productos sustitutos en el mercado.
- Desaceleración económica.
- Aparición de nuevos competidores.
- Abaratamiento de precios en el mercado.
- Escasa mano de obra calificada en el mercado.

Tomando en cuenta las oportunidades y amenazas de la empresa Fabrica Peruana Eternit S.A se observa en la Tabla 2.3, que el resultado total de la matriz EFE es 2,52 lo que quiere decir que las estrategias de la empresa están aprovechando con eficacia de las oportunidades existentes y minimizando los posibles efectos negativos de las amenazas externas. Zacarias (2014)

Tabla 2. 1

Matriz de enfrentamiento de oportunidades

Factor	Aumento de demanda en sector de la construcción	Cuenta con la posibilidad de obtener accesos a créditos	Cuenta con una red amplia de distribuidores a nivel nacional	Excelente relación laboral con empresas líderes en el sector de la construcción	Construcción Eco - amigable	Peso	Porcentaje al 50%
Aumento de demanda en sector de la construcción		0	1	1	1	3	13,64%
Cuenta con la posibilidad de obtener accesos a créditos	1		1	0	0	2	9,09%
Cuenta con una red amplia de distribuidores a nivel nacional	0	0		1	0	1	4,55%
Excelente relación laboral con empresas líderes en el sector de la construcción	0	0	1		0	1	4,55%
Construcción Eco - Amigable	1	1	1	1		4	18,18%
Total						11	50,00%

Elaboración Propia

Tabla 2. 2

Matriz de enfrentamiento de amenazas

Factor	Aparición de productos sustitutos en el mercado	Desaceleración económica	Aparición de nuevos competidores	Abaratamiento de precios en el mercado	Escaza mano de obra calificada en el mercado	Peso	Porcentaje al 50%
Aparición de productos sustitutos en el mercado		0	1	1	1	3	11,54%
Desaceleración económica	1		1	1	1	4	15,38%
Aparición de nuevos competidores	1	0		1	1	3	11,54%
Abaratamiento de precios en el mercado	1	0	1		1	3	11,54%
Escaza mano de obra calificada en el mercado	1	0	0	0		0	0,00%
Total						13	50,00%

Elaboración Propia

Tabla 2. 3

Matriz EFE

Aspectos externos				
Nro.	Oportunidades	Valor	Calificación	Total ponderado
1	Aumento de demanda en el sector de construcción	13,64%	4	0,54
2	Cuenta con la posibilidad de obtener acceso a créditos	9,09%	4	0,36
3	Cuenta con una red amplia de distribuidores nivel nacional	4,55 %	3	0,13
4	Excelente relación laboral con empresas líderes en el sector de la construcción.	4,55%	4	0,18
5	Construcción Eco-amigable	18,18%	3	0,54
				1,75
Nro.	Amenazas	Valor	Calificación	Total ponderado
1	Aparición de productos sustitutos en el mercado	13.30%	1	0,13
2	Desaceleración económica	7,26%	1	0,07
3	Aparición de nuevos competidores	15,15%	2	0,30
4	Abaratamiento de precios en el mercado	9,45 %	2	0,18
5	Escaza mano de obra calificada en el mercado	4,84%	2	0,09
				0,77

Elaboración Propia

2.2 Análisis interno de la empresa

2.2.1 Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales

A continuación, se detalla la misión y visión que indica tener la Empresa Eternit. Eternit Construimos Confianza (2017)

Visión

Ser la alternativa preferida para quien tenga una necesidad de productos para la construcción.

Misión

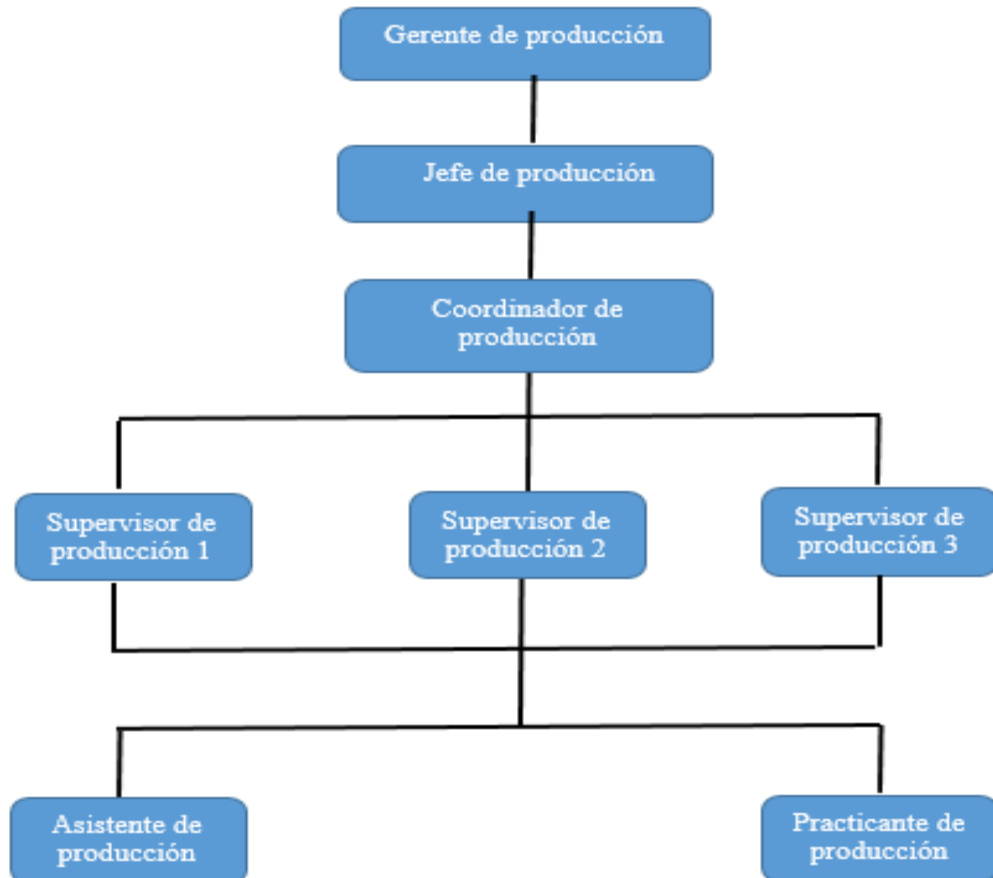
Brindar productos y soluciones en la actividad de la construcción, que mejoren la calidad de vida de los usuarios, manteniendo un espíritu de mejora continua en nuestra organización.

Objetivos Organizacionales

- Controlar los objetivos y desempeño de cada empleado para desarrollar y aplicar acciones correctivas.
- Lograr el más alto estándar de satisfacción al cliente a través de productos y servicios innovadores.
- Realizar constantemente estudios de mercado para analizar la oferta y demanda existente.
- Ampliar el portafolio de productos ofrecidos a nivel global.
- Conseguir que los empleados de todos los niveles conozcan que tareas deben realizar y quienes deben hacerlo para de esta manera integrarlos a la empresa.

Figura 2. 1

Estructura organizacional de la línea de producción de planchas onduladas de fibrocemento



Elaboración propia

Ver Anexo 1 (Organigrama)

2.2.2 Análisis de la estructura organizacional

Fabrica Peruana Eternit S.A es una empresa que viene operando desde 1940 y pertenece al grupo ETEX, su mercado objetivo es la construcción de edificaciones de los segmentos de vivienda, comercial, institucional, educación, salud e industria, a través de la fabricación de materiales de fibrocemento, yeso y polietileno. Ver anexo 2 (Plano general de la empresa Fabrica Peruana Eternit)

Es una organización con fines de lucro y descentralizada, la toma de decisiones se delega en la cadena de mando.

Actualmente la empresa viene experimentando un proceso de grandes cambios con miras a la mejora continua, si bien es cierto anteriormente solo estaban enfocados en producir a grandes volúmenes pero ahora la empresa se ha dado cuenta que el mundo está evolucionando y con ello las industrias cada vez se vuelven más competitivas por lo que ahora están prestando más atención a la calidad del producto terminado, a reducir el índice de reclamos por productos defectuosos, a reducir el costo unitario de los productos y esto mediante mejoras en los equipos, automatización de las líneas, mejoras aprovechamientos de los recursos, entre otras cosas más.

Ya que este proyecto se basa en mejoras en la línea de producción de planchas de fibrocemento, se detallará la estructura organizacional de dicha área.

El área cuenta con un gerente de producción, el cual es responsable no solo de la línea de fabricación de planchas de fibrocemento, sino que también es responsable de las demás líneas de la planta de Lima (línea de producción de tanque de polietileno, pintura, moldeados y planchas planas), así como también de las plantas de Huachipa y Chiclayo. El jefe de producción es quien reporta directamente al gerente de producción, es responsable de igual manera de las tres plantas y de las líneas que contienen cada una, él a su vez cuenta con un coordinador de producción y con tres supervisores de producción a su cargo, que son los encargados de administrar la línea. se cuenta también con un asistente y un practicante de producción quienes son el soporte en cuanto a temas de gestión, procesamiento de data, digitación, solicitudes de pedidos, avisos de mantenimiento, etc.

2.2.3 Identificación y descripción general de los procesos claves

Como los procesos más importantes se están considerando la preparación de la materia prima, la formación del producto, el ondulado del producto, la etapa de curado y el proceso de desapilado. Estos procesos se consideran los más importantes, ya que, en estos procesos el producto va adquiriendo todas las características que por especificaciones técnicas debe contener.

- Preparación de la mezcla: Aquí es donde se prepara y mezclan las materias primas que va a contener el producto terminado.
- Formación del producto: En esta etapa del proceso es donde se forma el producto plano y se le otorga características de espesor, densidad y humedad.

- Ondulado: Aquí el producto plano se convierte en producto ondulado y se le otorga características de largo y ancho.
- Curado: A esta parte del proceso es donde el producto llega con contenido de humedad y entran a unas cabinas donde se le suministra vapor, con la finalidad de que el cemento fragüe.
- Desapilado: Es donde se arman los paquetes para que posteriormente sean derivados al almacén de producto terminado.

2.2.4 Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves-línea base (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos)

Los indicadores de gestión en los cuales el grupo ETEX pone más énfasis y los considera los más relevantes son los siguientes:

- Rendimiento de materia prima: Este indicador es el más importante de todos ya que refleja cuan eficientes se ha sido en el aprovechamiento de la materia prima, el cual representa el 70% del costo del producto. Es la relación entre la producción total y el peso de materia prima utilizada.
- Eficiencia de máquina: Es la relación que hay entre la producción total y las horas programadas menos las horas de mantenimiento programado.
- Porcentaje de rechazos: No es más que la relación entre la cantidad de producto defectuoso y la producción total.
- Índice de Frecuencia (IF): Deben considerarse las horas reales de trabajo, descontando todas las ausencias en el trabajo por permiso, vacaciones, baja por enfermedad, accidentes, etc.

$(\# \text{ Accidentes incapacitantes en el mes } \times 1000000) / \text{HH trabajadas en el mes}$

- Índice de Gravedad (IG): Este índice representa el número de jornadas pérdidas por cada millón de horas trabajadas.

$(\# \text{ Días perdidos por accidentes incapacitantes en el mes } \times 1000000) / \text{HH trabajadas en el mes.}$

Tabla 2. 4

Indicadores generales

Indicadores generales	Unidades	Valor Actual	Valor Meta	Responsable
Rendimiento de materia prima	m ² n/TN	158	159	Coordinador de producción
Eficiencia de máquina	m ² n/HC	953	962	Coordinador de producción
Porcentaje de rechazos	%	31%	50%	Coordinador de producción
Indice de frecuencia (IF)	$\frac{\text{Accidentes}}{\text{H-H}}$	1,02	1,7	Coordinador de producción
Indice de gravedad (IG)	$\frac{\text{Días perdidos}}{\text{H-H}}$	0,12	0,13	Coordinador de producción

Elaboración propia

Cabe mencionar que la organización para poder agregar diferentes productos juntos creó una unidad de medida que denominó metros cuadrados normales (m²n). Esto se calcula multiplicando el largo (mts) x ancho (mts) x espesor (mm)/5. Para términos de referencia 200 m²n = son iguales a 1 m³.

Como se puede observar en la Tabla 2.4, se puede decir que en cuanto al KPI de eficiencia de máquina en el 2017, se encuentra por debajo de la meta y esto se debe principalmente a que el % de paradas de la máquina se encuentra fuera de la meta⁴. El cálculo de la eficiencia de máquina es la división del total producido en m²n (metros cuadros normales) entre las horas consumidas. Las horas consumidas es la resta del total de horas programadas menos las paradas programadas.

Con respecto al KPI rendimiento de materia prima muestra que en el 2017 el indicador se encuentra un punto por debajo de la meta, a diferencia del 2016 que se pudo alcanzar la meta. Este indicador es el más importante ya que la materia prima representa el 70% del costo del producto y por lo tanto un buen aprovechamiento de la materia prima da como resultado reducción de costos.

⁴El resultado del porcentaje de paradas del 2017 fue 11.27%, mientras que la meta de ese año fue de 10%

El KPI % de rechazos se encuentra dentro del objetivo, pero como parte de la mejora continua se apunta a reducir al mínimo la merma del proceso, lo cual se traduce también en una reducción de costos.

Tabla 2. 5

KPI de seguridad industrial más relevantes

KPI	Resultados 2016	Meta	Resultados 2017	Meta
IF	0,51	$\leq 2,7$	1,02	$\leq 1,7$
IG	0,18	$\leq 0,14$	0,12	$\leq 0,13$

Elaboración propia

Se puede observar en la Tabla 2.5, que en el año 2017, la meta del IF se hizo más estricta llegando a ser de 1,7 en comparación al año 2016 que fue de 2,7.

En el año 2016 se tuvo un IF de 0,51 y en el 2017 el IF fue de 1,02, siendo mayor ese año que el anterior y esto se debió a que en el año 2017 hubo dos accidentes y en el año 2016 tan solo hubo un accidente.

En el año 2017, se presentó un accidente ocasionando la fractura de hombro de un trabajador, en este caso un electricista de turno se encontraba revisando la grúa puente de APT5 cuando el operador de la grúa puente hace una mala maniobra y con el gancho de la grúa impacta en el hombro del electricista. El segundo accidente, se dio por un corte profundo en la mano de un trabajador, un mecánico interviene los rodillos de una faja en movimiento, este introduce un desarmador con la intención de remover material que se había adherido a un rodillo, cuando de un momento a otro el rodillo atrapa la mano del mecánico ocasionándole el corte en la mano.

En el año 2016, el único accidente ocurrido fue por una fractura en el brazo derecho a un operador, esto debido a que un equipo presentó una falla y el operador decidió ingresar para ver a que se debía, pero no bloqueo el equipo, cuando de repente el equipo empieza a operar y una estructura del equipo impacta con su brazo derecho provocándole una fractura.

⁵ Almacén de productos terminados.

2.2.5 Determinación de posibles oportunidades de mejora (hallazgo de problemas)

Luego de realizar el análisis respectivo, se identificó que una de las líneas de producción que presenta mayor parte de problemas para cumplir con su proceso correctamente es la línea encargada de la fabricación de planchas de fibrocemento la cual representa una venta alta para la empresa.

Se identificó distintos problemas dentro de su proceso productivo como lo es los retrasos en los mantenimientos programados, ya que no se cuenta con los tiempos estándar de ejecución de los trabajos, a la misma vez no cuenta con una previa planificación de estos, que pueda asegurar que se hagan de una forma correcta y dentro del tiempo establecido. La línea se encuentra sucia y desordenada, se tiene varios tiempos muertos por búsqueda de herramientas, materiales y repuestos.

Además, presenta un bajo rendimiento de materia prima ya que no se logra detectar a que deben las desviaciones y pérdidas del material que ocasionan un no adecuado aprovechamiento de las materias primas. De igual forma, no cuentan con un área donde cumpla la función de almacenar el material sustraído de la limpieza realizada en los mantenimientos programados, por lo que aproximadamente solo el 20% se reaprovecha y el otro 80% se manda al relleno sanitario.

Igualmente se han dado varios accidentes en la línea y esto debido a que no se realiza un seguimiento adecuado de las condiciones inseguras reportadas, se evidencia una falta de conocimiento y de compromiso por parte del personal técnico y operario con la seguridad, los equipos no cuentan con sistemas de seguridad integrada y la línea generalmente se encuentra sucia y desordenada aumentando la probabilidad de que ocurra un accidente.

Por último, la línea presenta baja productividad debido a que no se mide la productividad por cada equipo, demoras en los cambios de producción, avería de los equipos, cuentan con paradas no programadas por su cuello de botella pero no plantean acciones para “eliminarlo”, conviven con el problema.

2.2.6 Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa

Fortalezas

- Reaprovechamiento de la materia prima.
- Calidad del producto final.
- Facilidad de innovación de los productos.
- Alta fidelidad de los clientes.
- Recursos financieros.

Debilidades

- Accidentes imprevistos dentro de la planta.
- Carencia de formación técnica en la mano de obra.
- Pérdida de personal calificado.
- Falta de cumplimiento de procedimientos de trabajo.
- Falta de una cultura laboral enfocada a buenas prácticas.

Tomando en cuenta las fortalezas y debilidades de la empresa Fabrica Peruana Eternit S.A se observa en la Tabla 2.8, que el resultado total de la matriz EFI es 2,58 que indica que la empresa cuenta con una posición interna muy fuerte ya que si fuera menos a 2,5 indicaría que tiene una posición interna muy débil. García (2013)

Tabla 2. 6

Matriz de enfrentamiento de fortalezas

Factor	Aprovechamiento de la materia prima	Calidad del producto final	Facilidad de innovación de los productos	Alta fidelidad de los clientes	Recursos financieros	Peso	Porcentaje al 50%
Aprovechamiento de la materia prima		1	0	0	1	2	8,33%
Calidad del producto final	1		0	1	0	2	8,33%
Facilidad de innovación de los productos	1	1		1	1	4	16,67%
Alta fidelidad de los clientes	1	0	0		0	1	4,17%
Recursos financieros	1	1	0	1		3	12,50%
Total						12	50,00%

Elaboración Propia

Tabla 2. 7

Matriz de enfrentamiento de debilidades

Factor	Accidentes imprevistos en la planta	Carencia de formación técnica en la mano obra	Pérdida de personal calificado	Falta de cumplimiento de procedimientos de trabajo	Falta de una cultura laboral enfocada en buenas prácticas	Peso	Porcentaje al 50%
Accidentes imprevistos en la planta		1	1	1	1	4	18,18%
Carencia de formación técnica en la mano de obra	0		0	0	1	1	4,55%
Pérdida de personal calificado	0	1		1	1	3	13,64%
Falta de cumplimiento de procedimientos de trabajo	0	1	0		1	2	9,09%
Falta de una cultura laboral enfocada en buenas prácticas	0	0	0	1		1	4,55%
Total						11	50,00%

Elaboración Propia

Tabla 2. 8

Matriz EFI

Aspectos internos				
Nro.	Fortalezas	Valor	Calificación	Total ponderado
1	Aprovechamiento de la materia prima	8,33%	4	0,33
2	Calidad del producto final	8,33%	4	0,33
3	Facilidad de innovación de los productos	16,67%	3	0,50
4	Alta fidelidad de los clientes	4,17%	4	0,16
5	Recursos financieros	12,50%	4	0,5
				1,82
Nro.	Debilidades	Valor	Calificación	Total ponderado
1	Accidentes imprevistos dentro de la planta	18,18%	1	0,18
2	Carencia de formación técnica en la mano de obra	4,55%	2	0,09
3	Pérdida de personal calificado	13,64%	2	0,27
4	Falta de cumplimiento de procedimientos de trabajo	9,09%	2	0,18
5	Falta de una cultura laboral enfocada a buenas prácticas	4,55%	1	0,04
				0,76

Elaboración Propia

2.2.7 Selección del sistema o proceso a mejorar

A continuación, se presenta la productividad de la línea obtenida en el año

2017. Tabla 2. 9

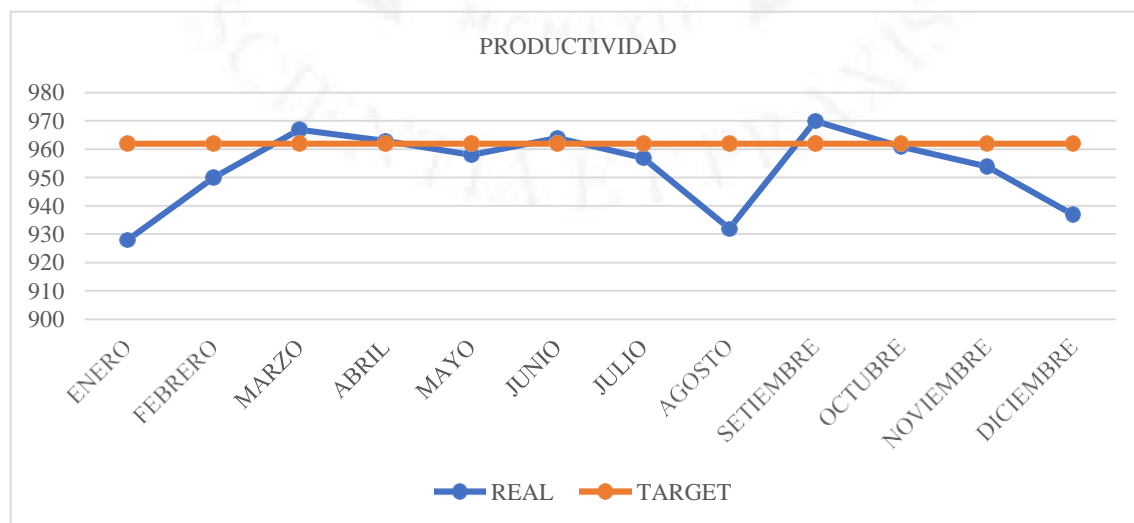
Productividad de la línea del año 2017

2017	EMQ (m ² n/hc)	
MESES	REAL	TARGET
ENERO	928	962
FEBRERO	950	962
MARZO	967	962
ABRIL	963	962
MAYO	958	962
JUNIO	964	962
JULIO	957	962
AGOSTO	932	962
SETIEMBRE	970	962
OCTUBRE	961	962
NOVIEMBRE	954	962
DICIEMBRE	937	962
PROMEDIO	953	962

Elaboración Propia

Figura 2. 2

Productividad de la línea del año 2017



Elaboración Propia

Tal como se observa en la Tabla 2.9 y Figura 2.2, se recopiló data en cuanto a la productividad de la línea de los meses del año 2017 y se pudo observar que solo en los meses de marzo, abril, junio y setiembre, la productividad obtenida fue mayor a la meta, mientras que en los demás meses estuvo por debajo. La productividad alcanzada en el año 2017 fue de 953 resultando por debajo de la meta presupuestada para ese año.

Se recopiló información desde el año 2014 al 2018, de los problemas del proceso productivo de la línea. En las gráficas de Pareto se puede observar que el problema de “Retrasos en los mantenimientos programados” genera el 80% de las horas pérdidas (pérdida de productividad).

También se va a buscar disminuir el bajo rendimiento de materia prima, mejorando el indicador o por lo menos mantenerlo dentro del presupuesto. En este punto la compañía pone bastante énfasis debido a que como ya se mencionó la materia prima representa el 70% del costo del producto.

Finalmente, se abordará un tema muy importante que es la seguridad y esto con la finalidad de reducir el número de incidentes y accidentes. Analizando la Tabla 2.15 y Figura 2.8 de accidentes e incidentes se puede llegar a la conclusión que los incidentes son una alerta que indica que se debe tomar acción inmediata antes de que ocurra un accidente, esto mediante medidas correctivas y preventivas.

Se hará uso de una herramienta de mejora continua, un Pareto, para poder encontrar los problemas más relevantes que tiene la línea de planchas de fibrocemento. En cuanto a producción, cabe mencionar que se está sumando el total de horas pérdidas en el año por cada problema y se está calculando cuanto porcentaje representa cada tipo de problema del total de estas horas pérdidas. En cuanto a los problemas que no ocasionaron una parada no programada pero si una baja eficiencia de la línea se le bajo la velocidad presupuestada al equipo, por lo que se está traduciendo esta pérdida de eficiencia en horas pérdidas por baja velocidad con la finalidad de poder armar el diagrama de Pareto de los problemas que ocasionaron paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea.

A continuación, se presentan Paretos de las paradas no programadas del año 2014 al 2017. Las paradas se han agrupado por tipo, indicando el total de horas acumuladas que se dejó de producir por cada uno. Esta información fue obtenida del SAP y fue proporcionada por la empresa.

Tabla 2. 10

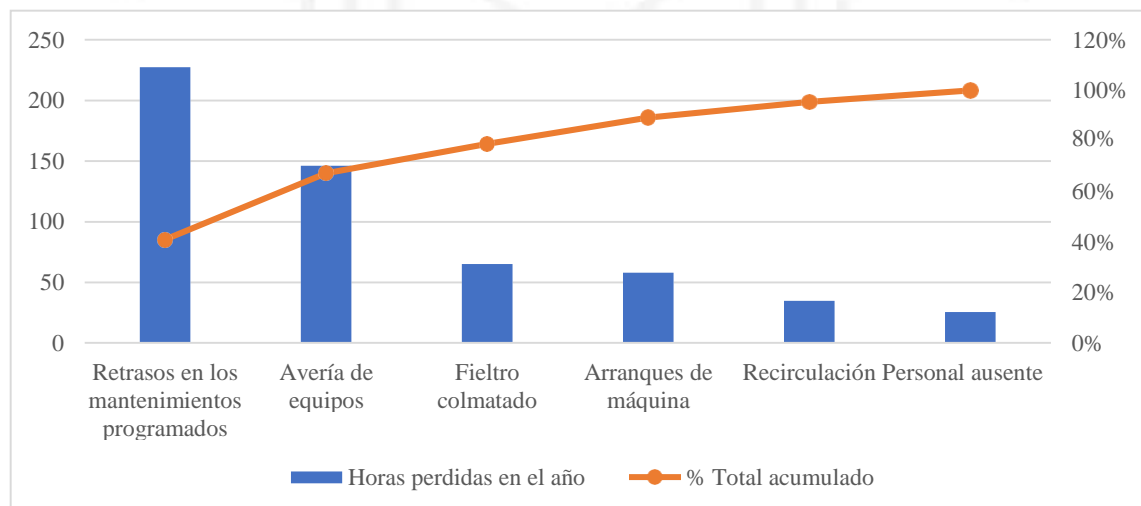
Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2014

Problema	Horas perdidas en el año	% Total	% Total acumulado
Retrasos en los mantenimientos programados	227.47	41%	41%
Avería de equipos	146.15	26%	67%
Filtro colmatado	64.89	12%	79%
Arranques de máquina	57.78	10%	89%
Recirculación	34.72	6%	95%
Personal ausente	25.44	5%	100%

Elaboración propia

Figura 2. 3

Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2014



Elaboración propia

Tabla 2. 11

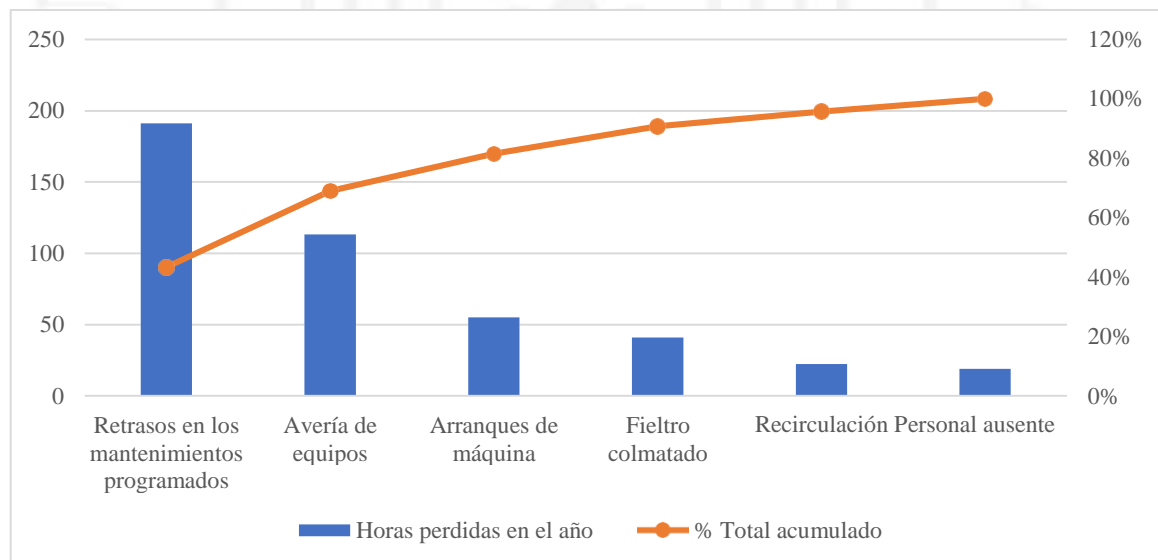
Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2015

Problema	Horas perdidas en el año	% Total	% Total acumulado
Retrasos en los mantenimientos programados	191.13	43%	43%
Avería de equipos	113.31	26%	69%
Arranques de máquina	55.1	12%	81%
Filtro colmatado	40.88	9%	91%
Recirculación	22.24	5%	96%
Personal ausente	18.88	4%	100%

Elaboración propia

Figura 2. 4

Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2015



Elaboración propia

Tabla 2. 12

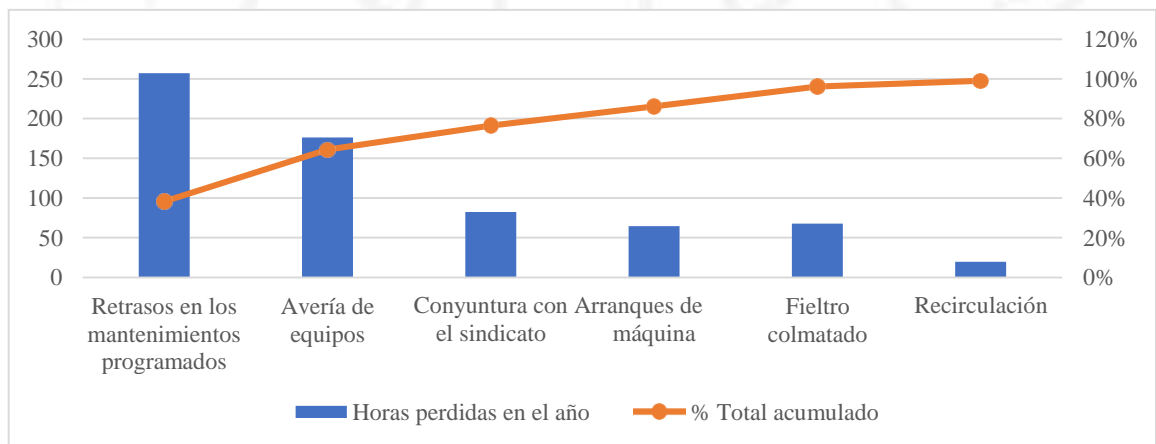
Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2016

Problema	Horas perdidas en el año	% Total	% Total acumulado
Retrasos en los mantenimientos programados	256.96	38%	38%
Avería de equipos	176.21	26%	64%
Coyuntura con el sindicato	82.00	12%	77%
Arranques de máquina	64.2	10%	86%
Filtro colmatado	67.7	10%	96%
Recirculación	19.4	3%	99%
Personal ausente	6.7	1%	100%

Elaboración propia

Figura 2. 5

Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2016



Elaboración propia

Tabla 2. 13

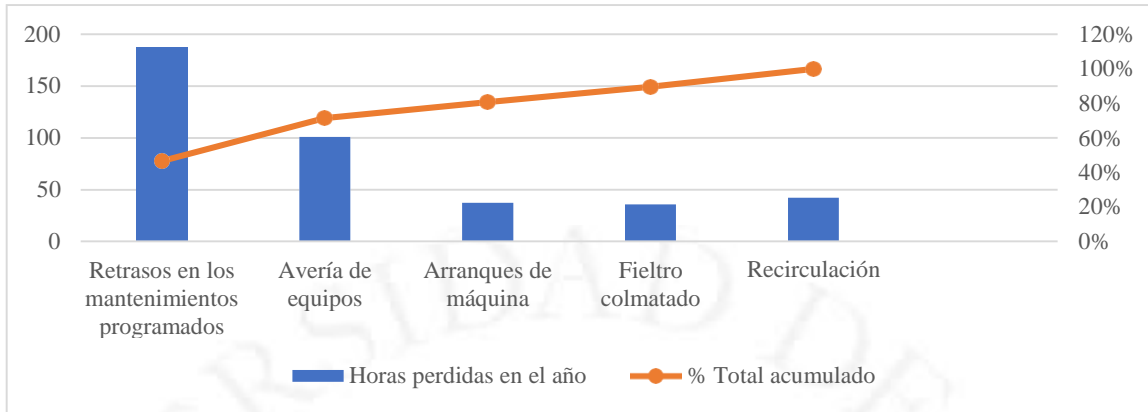
Pareto de los problemas que ocasionaron paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2017

Problema	Horas perdidas en el año	% Total	% Total acumulado
Retrasos en los mantenimientos programados	187.68	46%	46%
Avería de equipos	100.87	25%	71%
Arranques de máquina	37.35	9%	81%
Filtro colmatado	35.55	9%	90%
Recirculación	42.21	10%	100%

Elaboración propia

Figura 2. 6

Pareto de los problemas que ocasionan paradas no programadas y/o baja eficiencia de la línea, año 2017



Elaboración propia

Tabla 2. 14

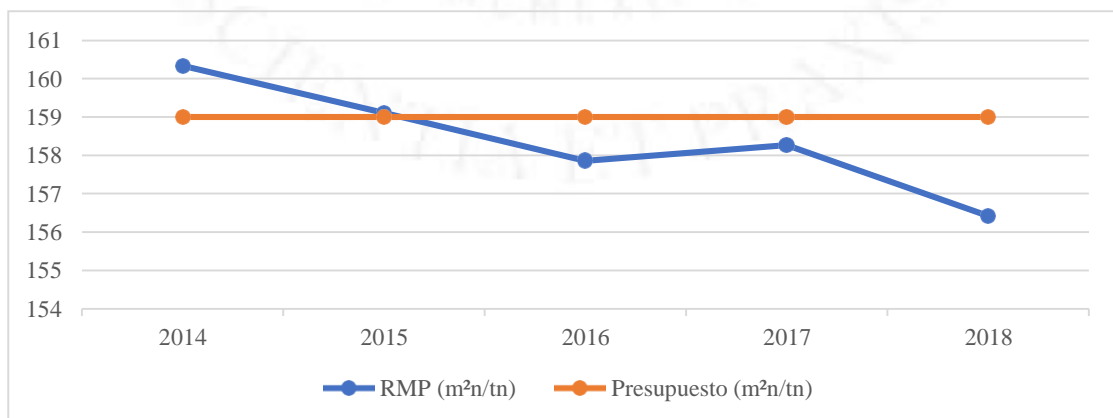
Cuadro comparativo del rendimiento de materia prima del 2014 al 2018

Año	RMP (m ² n/tn)	Presupuesto (m ² n/tn)
2014	160.34	159
2015	159.11	159
2016	157.86	159
2017	158.27	159
2018	156.42	159

Elaboración propia

Figura 2. 7

Tendencia del rendimiento de materia prima del 2014 al 2018



Elaboración propia

En la Tabla 2.14 y Figura 2.7, se puede observar que, en los años 2014 al 2018 el indicador de rendimiento de materia prima salió del presupuesto y con tendencia a bajar cada año por lo que se deja en evidencia que la compañía tiene un problema con el correcto aprovechamiento de la materia prima, por lo que en este proyecto propone la mejora con el objetivo de que este indicador siempre se mantenga por encima del presupuesto y con esto se logrará una reducción en el costo del producto.

Tabla 2. 15

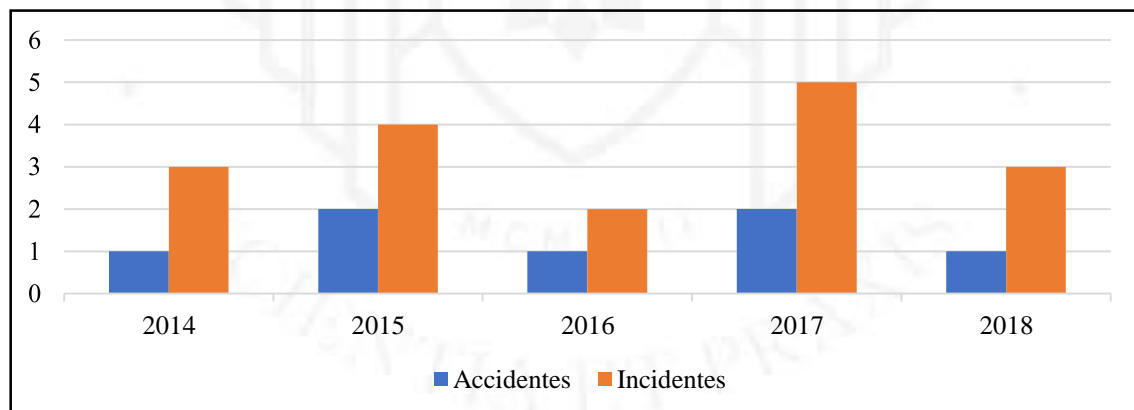
Accidentes e incidentes ocurridos del 2014 al 2018

Año	Accidentes	Incidentes
2014	1	3
2015	2	4
2016	1	2
2017	2	5
2018	1	3

Elaboración propia

Figura 2. 8

Accidentes e incidentes ocurridos del 2014 al 2018



Elaboración propia

En la Tabla 2.15 y Figura 2.8, nos permite observar lo siguiente:

En el año 2014, ocurrió un accidente en el área de moldeados (procesos manuales), un operador estaba trasladando producción en un coche, en el trayecto pasa por una intersección y es embestido por un montacarga, que no lo vio cruzar debido a ello el operador sufrió una fractura en la pierna izquierda.

En el año 2015, ocurrieron dos accidentes, los dos sucedieron en PL6, línea que fabrica planchas lisas, un operador se encontraba desarmando una tubería para limpiarla, pero se olvidó de cerrar la válvula de pase de material y el material le cayó en los ojos ocasionándole una infección. El otro accidente, se dio en un mantenimiento programado de la línea, dos operadores se encontraban desarmando una tubería, cuando a uno de ellos se le resbala de las manos un tramo de tubería, impactando está en la canilla del otro operador, causando una fuerte contusión.

En el año 2016, ocurrió un accidente en PL5, línea donde se va a realizar el proyecto de mejora, este accidente sucedió cuando un operador ingresó a la máquina que operaba para revisarla, debido a que esta presentaba una falla, pero se olvidó de bloquear el equipo cuando de repente la máquina empezó a operar y parte de un equipo impacta con el operador ocasionándole una fractura en el brazo derecho.

En el año 2017, un accidente ocurrió en el área de almacén de productos terminados; el electricista de turno se encontraba revisando la grúa puente, ya que esta había presentado una falla. Cuando el eléctrico termina de intervenir la grúa puente le indica al operador que opere para verificar que el problema fue resuelto pero el operador realiza una mala maniobra generando que el gancho de la grúa puente impacte en el hombro del electricista ocasionado una fractura. El otro accidente ocurrió en PL5; un mecánico interviene los rodillos de una faja en movimiento, este introduce un desarmador en el rodillo con la intención de remover material que se había adherido al rodillo, cuando el rodillo atrapa la mano del mecánico generándole un corte profundo en su mano derecha.

En el año 2018, ocurrió un accidente en PL5, un operador que se encontraba enganchando los paquetes para que posteriormente la grúa puente se los llevase, no se percata que una rejilla de la canaleta de paso de vapor condensado de las cabinas de curado se encontraba doblada, dejando un hueco grande, por lo que, al pasar, su pie derecho se introduce en el hueco generándole quemaduras de segundo grado. Según la investigación final, el peso de los paquetes había generado que la rejilla se doblase, esto sucedió en el turno anterior. El turno que le continuaba retira el paquete, pero como se comenta líneas arriba, el operador que estaba enganchando los paquetes no se dio cuenta del mal estado de la rejilla, ocasionándole que luego al volver a pasar por esa zona sufra el accidente.

CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO

3.1 Análisis del sistema o proceso objeto de estudio

3.1.1 Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio

- Preparación de la mezcla:

Es muy importante controlar la cantidad de cada materia prima que ingresará a la mezcla; ya que, el suministrar más o menos de algún componente traería consecuencias perjudiciales en el proceso productivo, así como en la calidad del producto. Las materias primas como el agua, caolín, carbonato de calcio, celulosa y cemento ingresan automáticamente a un mezclador, a excepción de la Fibras sintéticas que el operador del mezclador tiene que ingresarlas manualmente (la fibra C66 viene en bolsas de 19,88 kg, la fibra U30 en bolsas de 7,64 kg y el residuo seco en bolsas de 15,28 kg). Aquí se obtiene una mezcla homogénea.

Figura 3. 1

Mezclador



Fuente: Fábrica Peruana Eternit S.A (2019)

- Formación del producto:

La mezcla ingresa a la máquina “Hatschek” donde se da inicio a la formación de la plancha de fibrocemento, previamente se le agrega un floculante que tiene como función aglomerar las partículas pequeñas y convertirlas en partículas más grandes para que de esta manera sea factible que los tamices recojan el material y lo transfieran al fieltro. Junto con el floculante se le agrega un antiespumante para vencer la tensión superficial y evitar de esta manera que entre capa y capa se formen burbujas de aire, lo que sería perjudicial para la calidad de la plancha en el proceso de ondulado. La máquina “Hatschek” cuenta al inicio con 2 “mesas de vacío secundarias” que tienen como función hacer que la lámina de material que aun contiene un exceso de humedad de 70 – 80% y un espesor de 0,33 – 0,66 mm no se desprenda del fieltro y esto lo logra mediante un sistema de succión. También se cuenta con 2 “mesas de vacío principales” las cuales retiran el agua de la lámina, esto también se logra mediante un sistema de succión. La lamina luego de haber pasado por las “mesas de vacío principales” pasan por el rodillo formador donde se van formando las capas de material y una vez completadas el número de capas (4 capas de material con un espesor de 0,99 mm cada una) una cuchilla de corte automática corta la lámina (6,25 mts de largo cada lamina) y el proceso se vuelve a repetir.

Figura 3. 2

Máquina Hatschek



Fuente: Fábrica Peruana Eternit S.A (2019)

- Ondulado:

Luego de que la lámina lisa de 6,25 x 1,20 mts, sale de la máquina “Hatschek” pasa por 2 discos de corte longitudinales que corta la lámina a ambos extremos, medida acorde a la medida del ancho del producto terminado (1,10 mts). Después de que lamina lisa haya sido cortada longitudinalmente es cortada transversalmente por 3 discos de corte, 2 ubicados a los extremos y 1 en el centro, cabe mencionar que estos retazos no se pierden sino que son trasladados por una faja transportadora, hacia un equipo que desintegra lo retazos y por bombeo vuelven a retornar al proceso para ser reaprovechados como parte de la mezcla. De estos cortes se obtienen dos planchas lisas de 3,05 x 1,10 mts cada una. Finalmente, una “ventosa” recoge las dos planchas lisas y las ondula (el ondulado es similar a un acordeón), luego de haberlas ondulado las deja en un molde de acero inoxidable, el proceso se vuelve a repetir. En el ondulado se forman paquetes de 46 planchas con sus 46 moldes respectivos.

Figura 3. 3

Ventosa Ondulada



Fuente: Fábrica Peruana Eternit S.A (2019)

- Pre – curado:

Los paquetes formados en el ondulado son trasladados mediante una grúa puente a las cabinas de pre - curado, aquí los paquetes permanecen entre 3,5 a 4 hrs, a una temperatura entre 60 a 65 °C, esto con el fin de acelerar el fraguado de las planchas de fibrocemento.

Figura 3. 4

Cabina Precuadrado



Fuente: Fábrica Peruana Eternit S.A (2019)

- Proceso de desapilado

Como etapa final del proceso de producción, los paquetes ya fraguados en las cabinas de pre – curado son trasladados a zona de desapilado para separar los moldes de las planchas. Aquí se forman paquetes de 130 planchas y los moldes son trasladados nuevamente a la zona de ondulado, pero previamente son lubricados con aceite con el fin de evitar que las planchas se peguen al molde y al momento de separarlos, estas se quiebran. Los paquetes de 130 planchas son derivadas al APT.

Figura 3. 5

Máquina Desalojadora

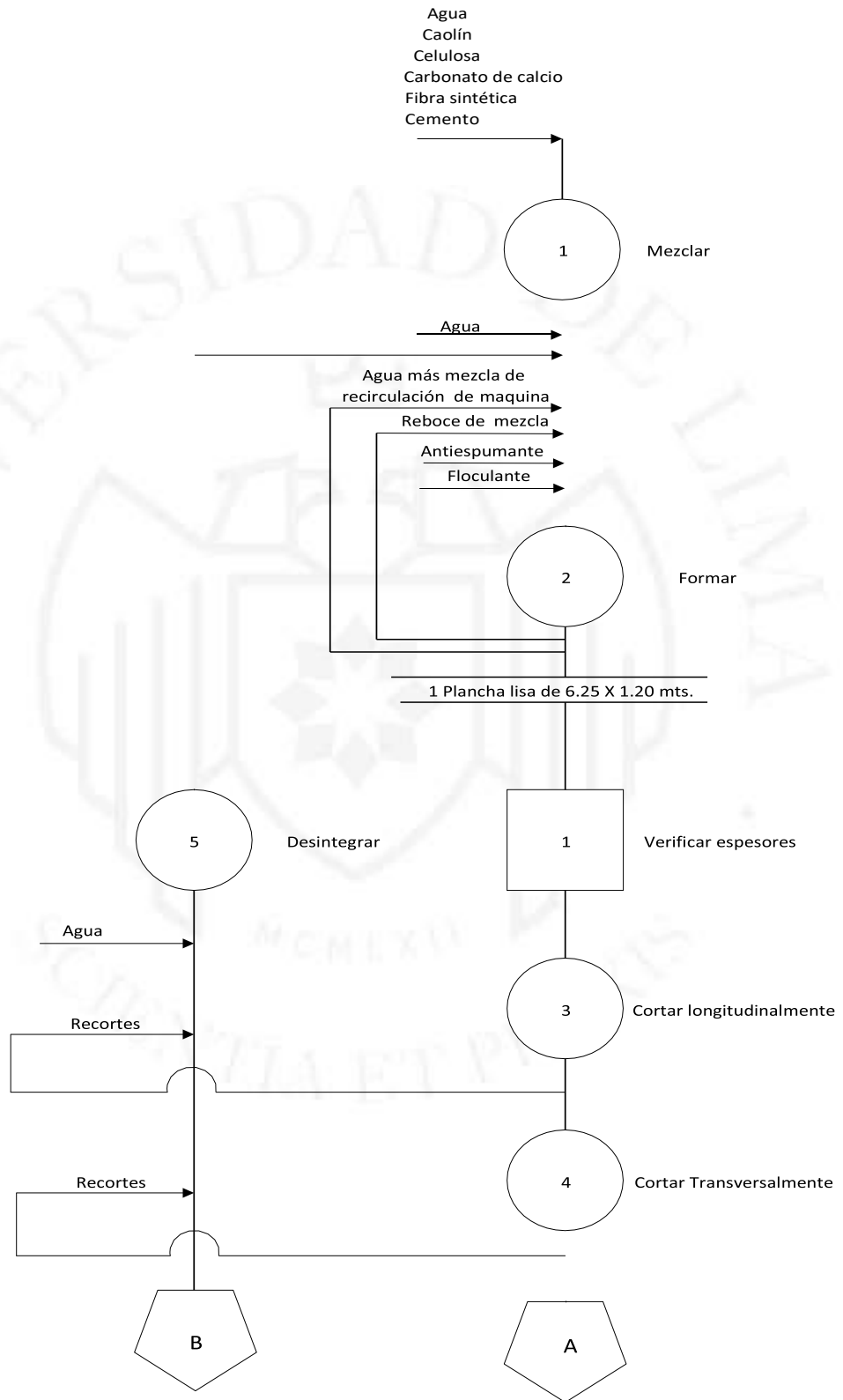


Fuente: Fábrica Peruana Eternit S.A (2019)



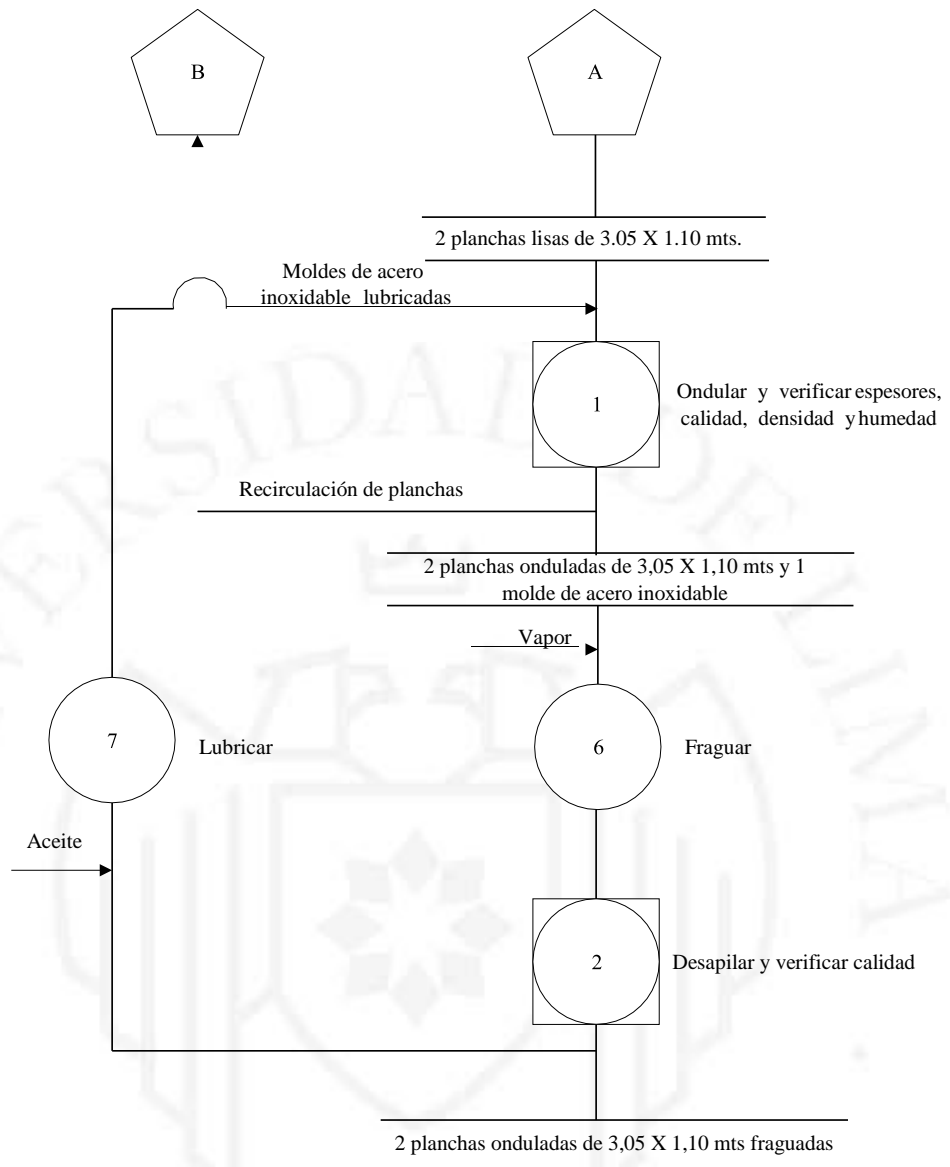
Figura 3. 6

Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de planchas de fibrocemento (DOP)



(continúa)

(continuación)

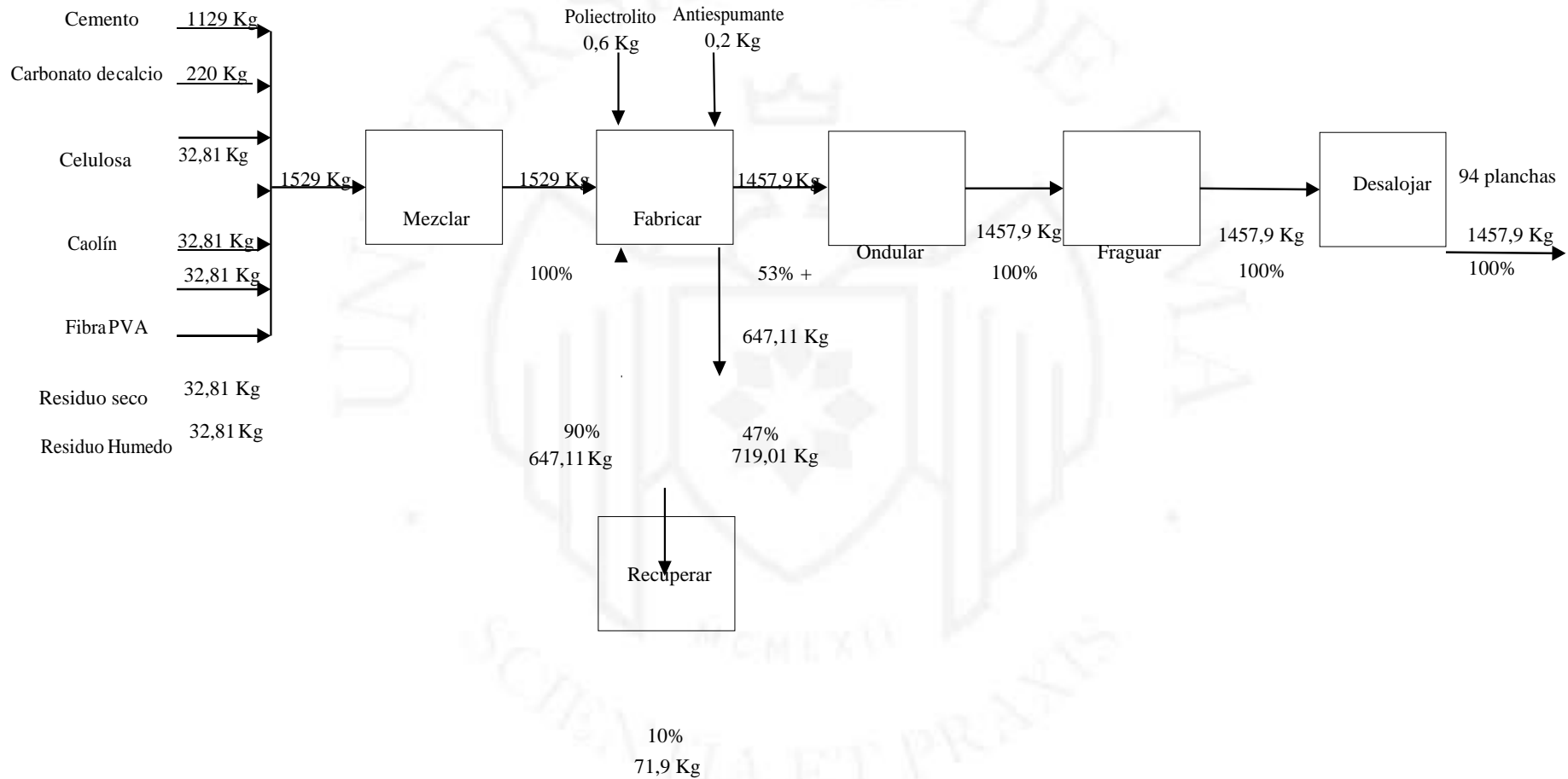


Resumen		
○	:	7
□	:	1
○ □	:	2
Total		10

Elaboración Propia

Figura 3.7

Diagrama de Balance de materia



Elaboración Propia

Como se puede observar en la Figura 3.7, el diagrama de flujo representa el balance de material.

Tabla 3. 1

Tiempo de ciclo por equipo para identificar el cuello de botella

Equipo	Elemento	OBS DIA1	OBS DIA2	OBS DIA3	OBS DIA4	OBS DIA5	OBS DIA6	OBS DIA7	OBS DIA8	OBS DIA9	OBS DIA10
Hatschek	Formación de pasta	18.38	18.18	18.4	18.41	18.28	18.5	18.14	18.32	18.31	18.34
Fajas transportadoras	Transporte de pasta	18.31	18.29	18.32	18.28	18.29	18.31	18.31	18.3	18.28	18.29
Onduladora	Corte, ondulado y apilado de pasta	18.72	18.39	18.63	18.55	18.79	23.26	31.14	18.53	18.52	18.41
							CEP	D			
Desalojadora	Separación de pasta y molde	20.36	21.31	20.19	20.78	21.75	20.48	21.12	20.15	20.71	21.16
Grúa Puente	Traslación de paquetes	17.96	18.71	17.79	18.18	18.98	17.88	18.72	17.55	18.31	18.56

(continúa)

(continuación)

Equipo	Elemento	OBS DIA11	OBS DIA12	OBS DIA13	OBS DIA14	OBS DIA15	OBS DIA16	OBS DIA17	OBS DIA18	OBS DIA19	OBS DIA20	Tiempo promedio (seg.)	Suplementos	Tiempo estándar (seg./pasta)
Hatschek	Formación de pasta	18.41	18.55	18.25	18.33	18.17	31.36	18.51	18.62	18.66	18.14	18.36	-	9.18
							D							
Fajas transportadoras	Transporte de pasta	18.29	18.31	18.3	18.32	18.32	18.31	18.27	18.29	18.32	18.3	18.30	-	9.15
Onduladora	Corte, ondulado y apilado de pasta	18.6	24.12	18.88	18.55	18.34	18.41	18.77	18.82	18.58	18.6	18.59	0.22	9.41
			CEM											
Desalojadora	Separación de pasta y molde	28.19	19.39	20.79	20.26	20.45	34.76	20.16	20.67	21.13	31.65	20.64	0.71	10.67
		CEMP					CEPT			REM				
Grúa Puente	Traslación de paquetes	18.15	18.23	18.39	17.88	18.05	18.1	18.16	18.07	18.73	17.93	18.22		9.11

Elementos extraños	Tiempo promedio (seg.)	Códigos	Cabinas de curado	pastas / cabina
Cambio de estantes de pastas	4.67	CEP	1	368
Cambio de estante de moldes	5.53	CEM	2	552
Cambio de estante de moldes y pastas	7.55	CEMP	3	552
Cambio de estantes de Producto terminado	14.12	CEPT	4	276
Recojo de estantes de moldes	11.01	REM	Total	1748
Demora	-	D		

Elaboración Propia

Tal como se puede apreciar en la Tabla 3.1, para obtener la toma de tiempo de la máquinas se hizo que los equipos operasen a su máxima capacidad para que de esta manera se pueda identificar cual es el cuello de botella. Luego de los cálculos obtenidos se identificó que el cuello de botella es la desalojadora, ya que tiene el mayor tiempo de ciclo (10,67 seg./pasta)

3.1.2 Capacidad instalada

Tabla 3. 2

Capacidad de producción por equipo

Capacidad de producción por equipo						
Equipo	Pastas/hora	Factor de utilización	Factor de eficiencia	Capacidad instalada (pastas/hora)	Coefficiente de conversión	Capacidad instalada (m ² n/hora)
Hatschek	392	0,9	0,96	339	3,16	1 071
Onduladora	383	0,9	0,96	331	3,16	1 046
Desalojadora	337	0,9	0,96	291	3,16	920
Cabina de Curado	437	0,9	0,96	378	3,16	1 195

Elaboración Propia

Como se puede observar en la Tabla 3.2, para el cálculo de la capacidad instalada se ha considerado 0,9 como factor de utilización. Considerando un tiempo disponible real por turno de 8 horas y un tiempo promedio de paro de 0,8 horas.

Tiempo efectivo utilizado por producir = 8 Hrs – 0,8 Hrs = 7,2 Hrs

Factor de Utilización = $\frac{\text{Tiempo efectivo utilizado por producir} \times 100}{\text{Tiempo disponible real}}$

Factor de Utilización = $\frac{7,2 \text{ Hrs} \times 100}{8 \text{ Hrs}} = 90\%$

En cuanto al factor de eficiencia se está considerando 0,96, ya que la producción potencial de la línea es de 400 pastas/hora mientras que la producción real es de 383 pastas/hora.

Según los cálculos obtenidos la capacidad instalada es de 291 pastas/hora y se toma en cuenta esta capacidad, la del cuello de botella.

3.1.2 Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos)

Tabla 3. 3

Indicadores específicos de desempeño

Indicadores generales	Indicadores específicos
Rendimiento de materia prima	% de eficiencia de bateas
	Promedio de densidades de las planchas
	Promedio de espesores de las planchas
Eficiencia de máquina	% de paradas no programadas
	% de recirculación
	Tiempo de formación promedio de la plancha (con las velocidades de la máquina)
% de rechazos	Cumplimiento de los estándares de calidad
	Cantidad de SOP ⁶ registrados
Índice de frecuencia (IF)	Cantidad de conversaciones de seguridad ⁷ registradas
	Cantidad de accidentes incapacitantes
Índice de gravedad (IG)	Cantidad de días pérdidas por accidentes
Elaboración Propia	

3.2 Determinación de las causas raíces de los problemas hallados

Para poder elegir los puntos en los cuales la investigación se enfocará, se realizará una comparación entre los factores que originan los problemas más relevantes de la línea de fabricación de planchas de fibrocemento. De esta manera se determinará los que son más importantes con respecto a los otros. Si un factor es más o igual de importante que el otro se colocará un 1 y si es menos importante se colocará 0.

Cabe resaltar que esta calificación es desde el punto de vista de los autores de esta investigación y puede variar dependiendo de quién la realice.

⁶ SOP: Sistema de observación preventiva. Los actos inseguros cometidos por una persona son registrados en una base de datos, previamente se le hace la observación a la persona y se le explican los riesgos de ese acto inseguro.

⁷ Se le comunica al personal y se trata de crear en ellos una cultura de seguridad, estas conversaciones son registradas en una base de datos.

Tabla 3. 4

Ranking de factores de retrasos en los mantenimientos programados

Retrasos en los mantenimientos programados	Ineficiente programación de trabajos	No se supervisan los trabajos	Línea sucia y desordenada	Demora en retiro de materiales y repuestos	Retraso en la ejecución de trabajos	Demora en la búsqueda de herramientas	No hay la cantidad ni las herramientas necesarias	Puntaje	Real %	Ponderación
Ineficiente programación de trabajos		1	0	1	1	1	1	5	13,89	14
No se supervisan los Trabajos	1		0	1	1	1	1	5	13,89	14
Línea sucia y desordenada	1	1		1	1	1	1	6	16,67	16
Demora en retiro de materiales y repuestos	1	1	0		1	1	1	5	13,89	14
Retraso en la ejecución de Trabajos	1	1	0	1		1	1	5	13,89	14
Demora en la búsqueda de Herramientas	1	1	0	1	1		1	5	13,89	14
No hay la cantidad ni las herramientas necesarias	1	1	0	1	1	1		5	13,89	14

Elaboración Propia

Tabla 3. 5

Ranking de factores de bajo rendimiento de la materia prima

Bajo rendimiento de la materia prima	Línea sucia y desordenada, evita detectar fuga de material	Personal opera mal los equipos	Pruebas con nuevas materias primas	Parámetros de control fuera del rango de aceptación.	Inadecuada dosificación de las materias primas o insumos	No hay residuos húmedos	Puntaje	Real %	Ponderación
Línea sucia y desordenada, evita detectar fugas de material	1	1	1	1	1	1	5	26,32	26
Personal opera mal los equipos	0	1	1	0	1	0	2	10,53	11
Pruebas con nuevas materias primas	0	0	1	0	1	0	1	5,26	5
Parámetros de control fuera del rango de aceptación.	1	1	1	1	1	1	5	26,32	26
Inadecuada dosificación de las materias primas o insumos	0	1	0	0	1	0	1	5,26	5
No hay residuos húmedos	1	1	1	1	1	1	5	26,32	26

Elaboración Propia

Tabla 3. 6

Ranking de factores de incidentes en línea

Incidentes en línea	No se hace seguimiento a las condiciones inseguras	Falta un supervisor de campo de seguridad industrial	Falta de compromiso del personal técnico y operario con la seguridad	La línea se encuentra sucia y desordenada	Equipos no cuentan con sistema de seguridad integrado	Puntaje	Real %	Ponderación
No se hace seguimiento a las condiciones inseguras		1	1	1	1	4	26,67	27
Falta un supervisor de campo de seguridad industrial	0		0	0	0	0	0,00	0
Falta de compromiso del personal técnico y operario con la seguridad	1	0		1	1	3	20,00	20
La línea se encuentra sucia y desordenada	1	1	1		1	4	26,67	27
Equipos no encuentran con sistema de seguridad integrado	1	1	1	1		4	26,67	27

Elaboración Propia

Tabla 3. 7

Ranking de factores de baja productividad en la línea

Baja productividad en la línea	No se mide la eficiencia productiva por equipo	Postergan el mantenimiento programado	Demoras en cambios de producción	Ineficiencia de los trabajos en los mantenimientos programados	Filtro y tamices colmatados	Avería de equipos	Máquina sucia	Línea sucia y desordena	Insatisfacción del personal	Falta de compromiso del personal	Demora del personal técnico	Pruebas con nuevas MP	MP fuera de especificación	Desajuste de la botella
No se mide la eficiencia productiva por equipo		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Postergan el mantenimiento programado	0		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Demoras en cambios de producción	0	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ineficiencia de los trabajos en los mantenimientos programados	0	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Filtro y tamices Colmatados	0	0	0	0		0	1	1	1	1	1	1	1	1
Avería de equipos	0	0	0	0	1		1	1	1	1	1	1	1	1
Máquina sucia	0	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1

(continúa)

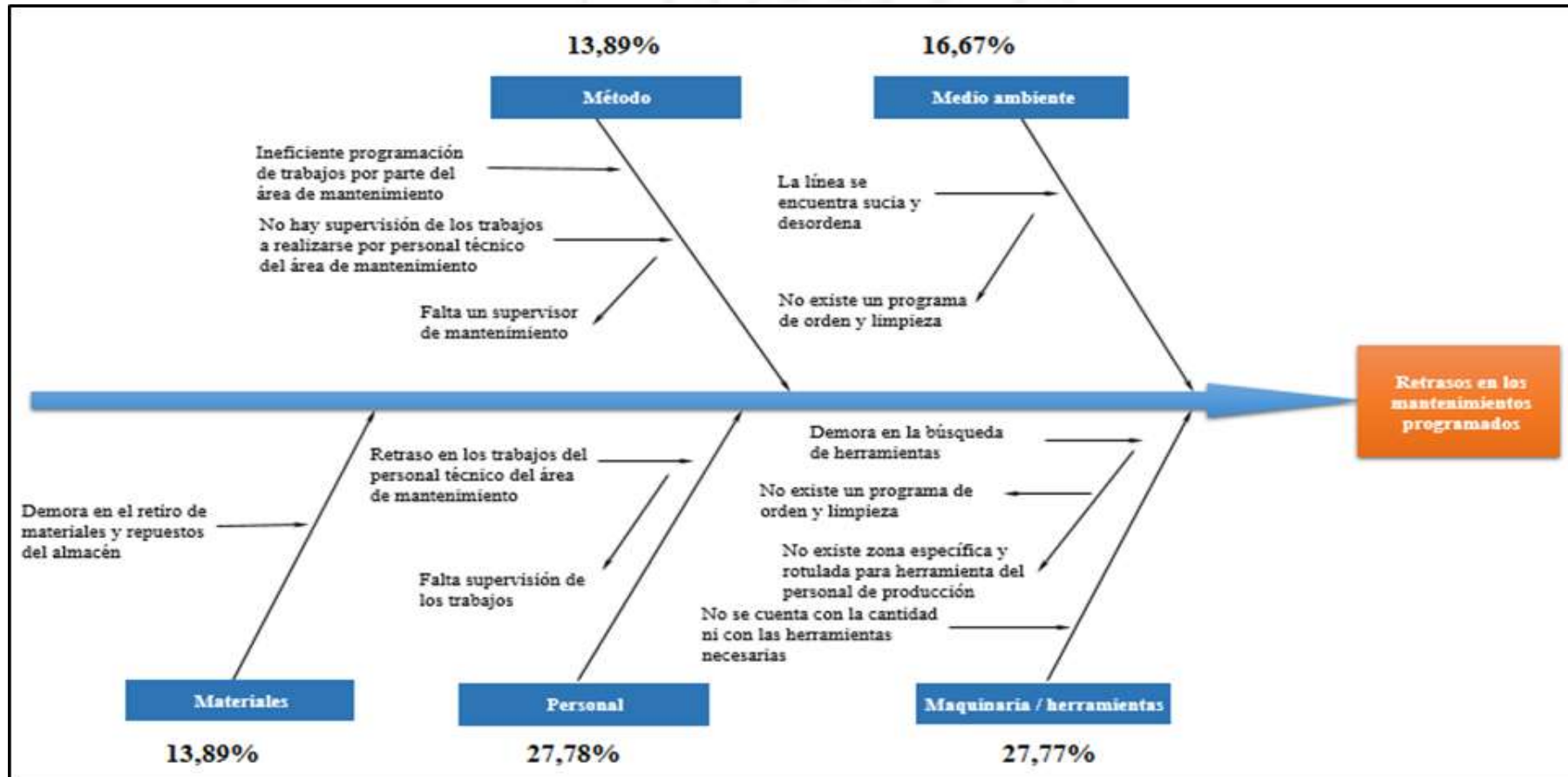
(continuación)

La línea sucia y desordenada	0	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	0
Insatisfacción del personal	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0
Falta de compromiso del personal	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0
Demora del personal técnico	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		0	0	0
Pruebas con nuevas MP	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1		0	0
MP fuera de Especificación	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1		0
Desalojadora cuello de botella	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Puntaje	13	4	3	2	1	1	11	12	9	8	12	12	12	13
% Real	11,5%	3,54%	2,65%	1,77%	0,88%	0,88%	9,73%	10,6%	7,96%	7,08%	10,6%	10,6%	10,6%	11,5%
Ponderación	12	4	3	2	1	1	10	11	8	7	11	11	11	12

Elaboración Propia

Figura 3. 8

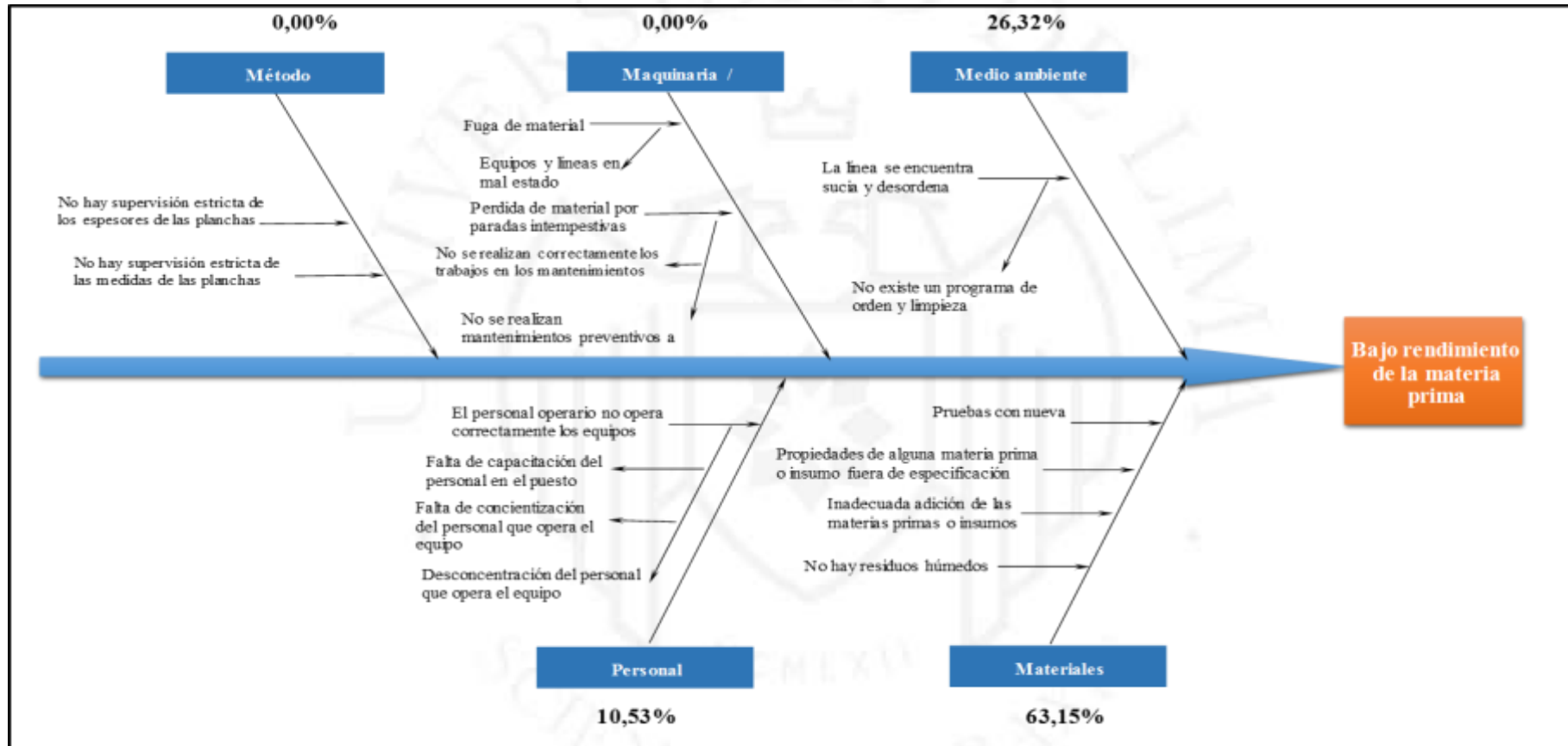
Diagrama de Ishikawa de retrasos en los mantenimientos programados



Elaboración Propia

Figura 3.9

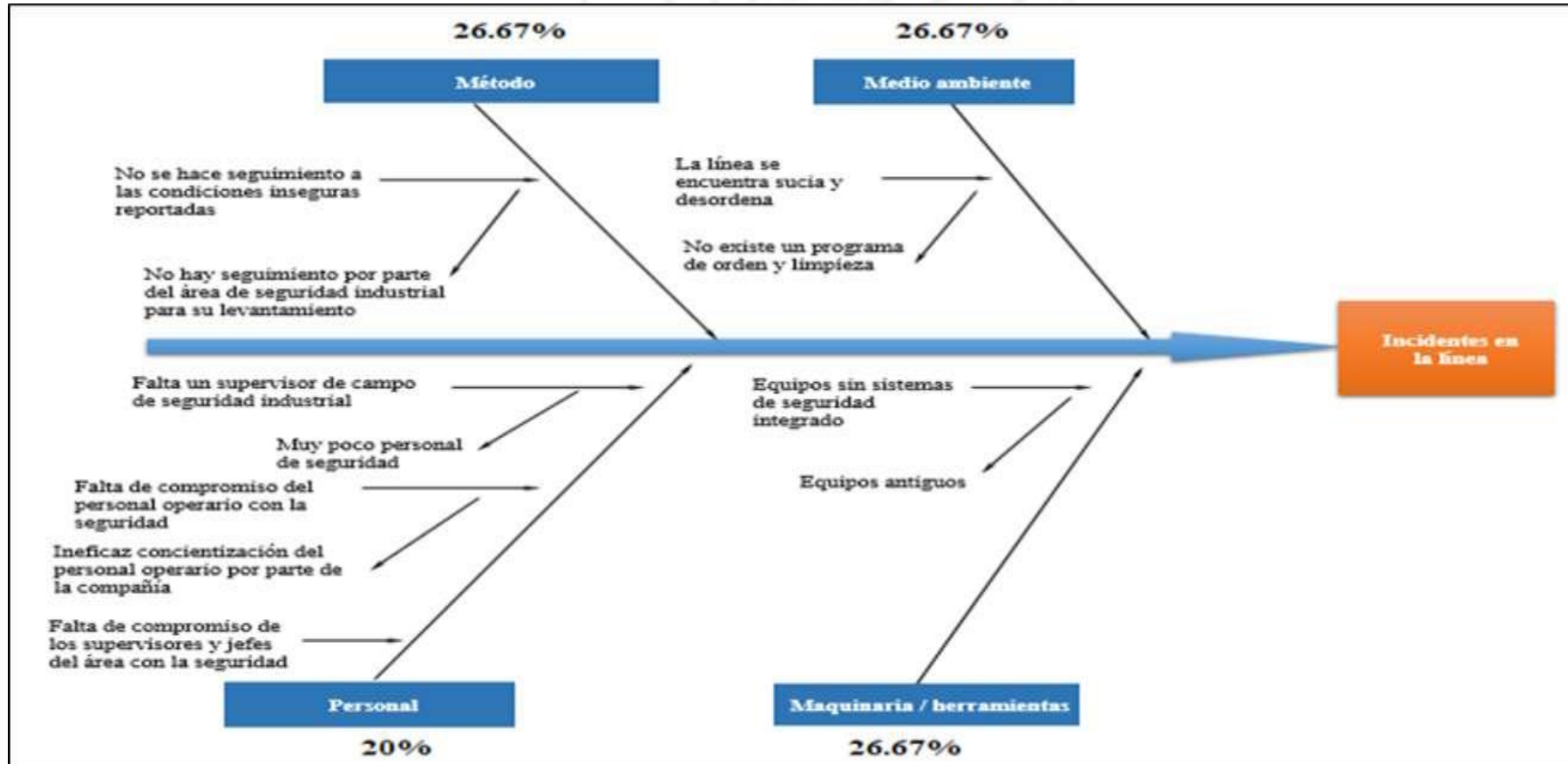
Diagrama de Ishikawa de bajo rendimiento de la materia prima



Elaboración Propia

Figura 3. 10

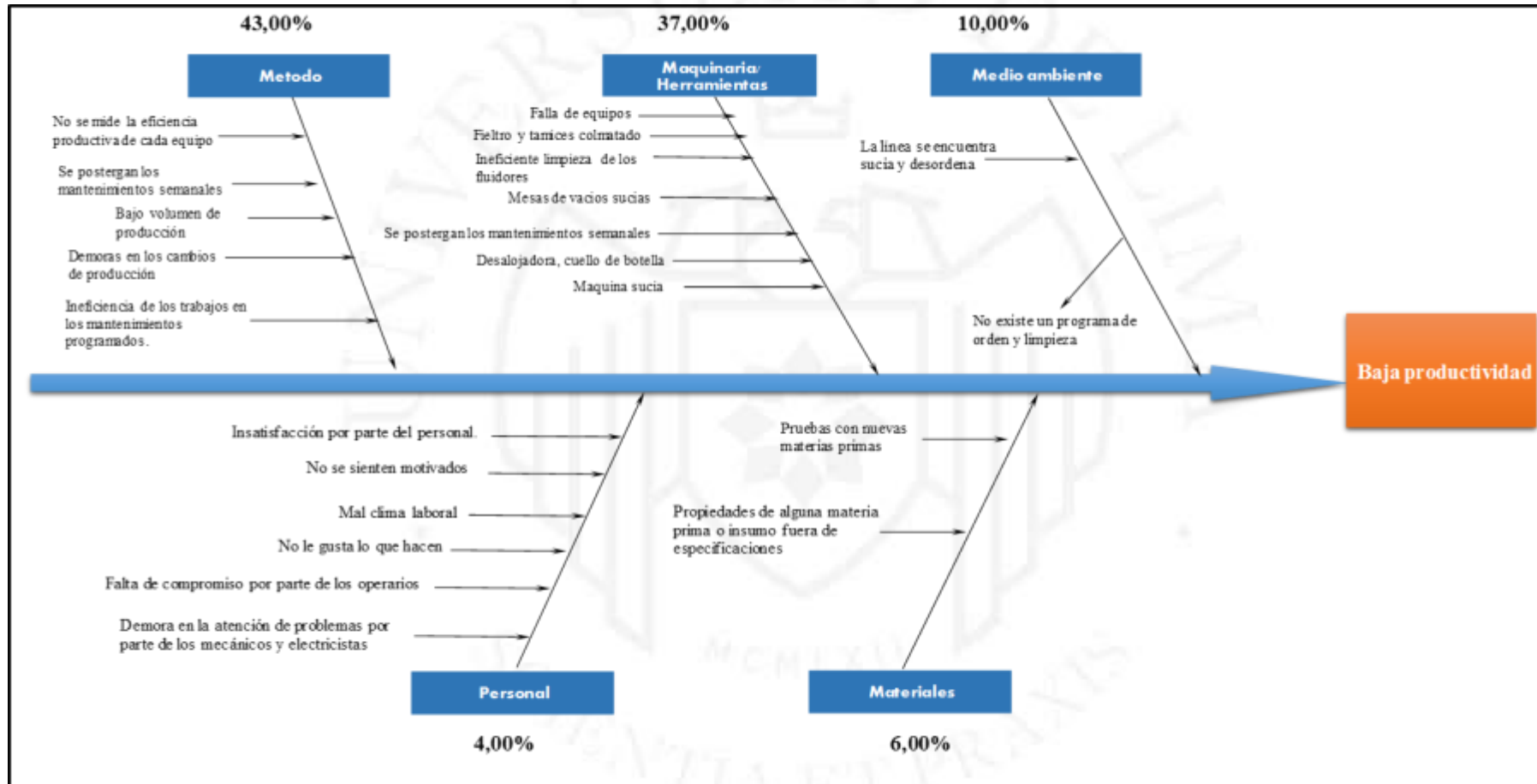
Diagrama de Ishikawa de incidentes en la línea



Elaboración Propia

Figura 3. 11

Diagrama de Ishikawa de baja productividad



Elaboración Propia

Como se puede observar en la Figura 3.8, mantenimiento programado la causa principal del problema está en el factor personal representada con un 27,78%, que implica retrasos en los trabajos del personal técnico del área de mantenimiento y la falta de supervisión.

Tal como se observa en la Figura 3.9, bajo rendimiento de materia prima la principal causa del problema está en el factor material representada con un 63,15%, que implica pruebas con una nueva materia prima, propiedades de alguna materia prima o insumo fuera de especificación, inadecuada adición de las materias primas o insumos, no hay residuos húmedos.

Tal como se observa en la Figura 3.10, incidentes en seguridad de la línea las causas principales del problema están en el factor método, medio ambiente, maquinaria/herramientas representadas con un 26,67%.

Tal como se observa en la Figura 3.11, baja productividad las causas principales del problema están en el factor método representada con un 43%, que implica insatisfacción en el ámbito laboral, falta de compromiso y demora en la atención de problemas.

CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DE LA SOLUCIÓN PARA LOS PROBLEMAS

4.1 Planteamiento de alternativas de solución

Los problemas estudiados para el presente trabajo de investigación son aquellos que tienen mayor repercusión en la situación actual de la línea de fabricación de planchas de fibrocemento. Para ello, se consultó a profesionales que vienen laborando en la línea hace ya varios años, los cuales expusieron propuestas de solución para dichos problemas.

Con las diferentes propuestas de solución, se pudo plantear los siguientes mecanismos de mejoras:

Retrasos en los mantenimientos programados

- Determinar el tiempo estándar de cada actividad que involucre el mantenimiento programado y determinar las frecuencias de limpieza de cada equipo y tubería
- Elaborar un Gantt de los mantenimientos programados donde se refleje la duración, cantidad de personas involucradas y responsable para cada trabajo a ejecutarse.
- Elaborar un indicador que refleje el porcentaje de cumplimiento de los trabajos planificados para los mantenimientos programados. Luego de cada mantenimiento el resultado del indicador se compartirá con las áreas involucradas y con la gerencia.
- Implementar la metodología de las 5'S en la línea.

Bajo rendimiento de la materia prima

- Elaborar un diagrama de causa – efecto (Ishikawa) de que cosas ocasionan que los parámetros de control que impactan directamente al rendimiento de materia prima (densidad y espesor de las planchas) resulten fuera de los parámetros de aceptación y presentar acciones correctivas para cada una.
- Asignar un área donde se almacene el material sustraído de la limpieza de los equipos en los mantenimientos programados para que luego sea molido y reutilizado en la mezcla como residuos húmedos.

- Fabricar una canaleta que recupere el material que se pierde por la salida de los tamices.
- Implementar la metodología de las 5'S en la línea.

Incidentes en la línea

- Identificar los equipos que no cuentan con botoneras de paradas de emergencia y/o sistemas de interruptores de carga eléctrica. Instalarles a los equipos que no cuentan con esto.
- Adquirir dispositivos de bloqueo.
- Capacitar al personal operario y técnico en temas de seguridad industrial y salud en el trabajo.
- Creación de una matriz de clasificación de condiciones inseguras por prioridad. Luego de lo obtenido de esta matriz se fijarán fechas de ejecución, las cuales deberá ser comunicadas a todo el personal de la línea.
- Elaborar un check list simple, que los mismos operarios llenarán, de las condiciones en las que están recibiendo el turno, ya que este check list será el input para la matriz de clasificación de condiciones inseguras por prioridad. Si se detectan condiciones inseguras, estas deben de ser reportadas de inmediato, delimitando la zona y comunicando a todo el personal de la línea para que todos tengan conocimiento y estén alertas.
- Elaborar un indicador mensual de cuantas condiciones inseguras fueron resueltas entre las que se tenían definidas con fecha de ejecución en ese mes.
- Implementar la metodología de las 5'S en la línea.

Baja productividad

- Implementar el indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos). De esta manera se podrá medir y cuantificar los procesos. Si mido puedo controlar y si controló puedo mejorar.
- Implementar la metodología de las 5'S en la línea. Con ello se podrá obtener menos averías de equipos, menos movimientos y traslados inútiles, etc.
- Hacer mejoras en el equipo cuello de botella, reduciendo así su tiempo de ciclo.

- Aplicar la herramienta de mejora continua SMED (Single Minute Exchange of Die o cambio de matriz en menos de 10 minutos) para reducir los tiempos de cambios de producción.

4.2 Selección de alternativas de solución

4.2.1 Determinación y ponderación de criterios de evaluación de las alternativas

Para escoger una solución, antes se necesita elaborar una matriz de enfrentamiento de factores que cuantifique la ponderación de cada uno de los criterios escogidos.

Tabla 4. 1

Matriz de enfrentamiento de factores

Criterios	Complejidad	Factibilidad	Inversión	Inmediatez en resultados	Impacto en problemas	Conteo	Ponderado
Complejidad		1	0	0	0	1	10%
Factibilidad	0		0	1	0	1	10 %
Inversión	1	1		0	0	2	20 %
Inmediatez en resultados	1	0	1		0	2	20%
Impacto	1	1	1	1		4	40%
Total						10	100%

Elaboración propia

De la Tabla 4.1, se obtiene como conclusión que los criterios más relevantes son “inversión”, “inmediatez en resultados” e “impacto en problemas”.

Los puntajes utilizados para medir cada una de las propuestas son los siguientes:

Figura 4. 1

Escalas para evaluar las propuestas de solución

Estado de Complejidad	Puntaje
Alta	10
Media	20
Baja	30

Inmediatez en resultados	Puntaje
Largo plazo	10
Mediano plazo	20
Corto plazo	30

Factibilidad	Puntaje
Muy Factible	30
Factible	20
Poco factible	10
No existe factibilidad	0

Impacto en problemas	Puntaje
Alto	30
Medio	20
Bajo	10

Inversión	Puntaje
Alta	10
Media	20
Baja	30

Fuente: Pastor, Elsie (2010)

Para poder decidir cuales alternativas de solución, para cada problema, son las más relevantes se empleará la matriz de ranking de factores.

Figura 4. 2

Matriz de factores de soluciones

Causas raíces	Problemas	Alternativas de solución	10%	10%	20%	20%	40%	Total
			Escala de complejidad	Factibilidad	Inversión	Inmediatez en resultados	Impacto en problemas	
Ineficiente programación de trabajos	Retrasos en los mantenimientos programados	Determinar frecuencias de limpieza de cada equipo y tubería, así mismo determinar tiempos promedios de duración.	30	30	30	30	30	30
No se supervisan los trabajos								
Retraso en la ejecución de trabajos								
Línea sucia y desordena		Elaborar Gantt previo a los mantenimientos programados (duración, cantidad de personas involucradas y responsables).	30	30	30	30	30	30
Demora en retiro de materiales y repuestos								
Demora en la búsqueda de herramientas		Elaborar KPI de % de cumplimiento de trabajos ejecutados.	30	30	30	30	10	22
Falta de herramientas		Implementar la metodología de las 5'S.	20	30	30	30	30	29

(continúa)

(continuación)

Causas raíces						20%	40%	Total
						Inmediatez en resultados	Impacto en problemas	
Línea sucia y desordenada, evita detectar fuga de material		Elaborar un diagrama de causa – efecto (Ishikawa) de que cosas ocasionan que los parámetros de control que impactan directamente al rendimiento de materia prima resulten fuera de los rangos de aceptación.	30	30	30	30	30	30
Parámetros de control fuera del rango de aceptación.	Bajo rendimiento de la materia prima	Ubicar zona para material sustraído de los mantenimientos programados.	30	10	30	30	30	28
		Fabricar canaleta de recuperación de material.	30	30	20	30	30	28
No hay residuos húmedos para consumir		Implementar la metodología de las 5'S. Crear un programa de limpieza.	20	30	30	30	20	25

(continúa)

(continuación)

Causas raíces						20%	40%	Total
						Inmediatez en resultados	Impacto en problemas	
Falta de seguimiento a las condiciones inseguras	Incidentes en la línea	Instalar botoneras de parada de emergencia y/o interruptores de carga eléctrica a los equipos que no cuentan con esto.	30	20	20	30	30	27
		Adquirir dispositivos de bloqueo.	30	30	20	30	30	28
Falta de compromiso del personal técnico y operario con la seguridad		Capacitación al personal en temas de seguridad y salud en el trabajo.	30	30	20	30	30	28
		Elaborar un check list de las condiciones en las que se recibe el turno.	30	30	30	30	30	30
Línea sucia y desordena		Clasificar las condiciones inseguras por prioridad y establecer fechas de ejecución.	30	30	30	30	30	30
		Elaborar KPI de % de cumplimiento de las condiciones inseguras.	30	30	30	30	10	22
		Equipos no cuentan con sistema de seguridad integrado	Ronda por la línea por parte del supervisor de seguridad, una vez por turno.	30	30	30	30	10
Implementar la metodología de las 5'S.			20	30	30	30	20	25

(continúa)

(continuación)

Causas raíces	Problema	Alternativas de solución	10%	10%	20%	20%	40%	Total
			Escala de complejidad	Factibilidad	Inversión	Inmediatez en resultados	Impacto en problemas	
No se mide la eficiencia productiva por cada equipo	Aumento de la productividad	Implementar el indicador OEE.	20	30	30	20	30	27
cuello de botella - Desalojadora		Implementar la metodología de las 5'S.	20	30	30	30	20	25
Ineficientes trabajos en los mantenimientos programados		Aplicar ingeniería, haciendo mejoras en el equipo cuello de botella.	30	30	10	30	30	26
Paradas no programadas		Adquirir más moldes para la línea.	30	20	10	20	20	19
Línea sucia y desordena								
Demoras en los cambios de producción								

Elaboración propia

Luego de realizar el ranking de factores se eligen las soluciones propuestas que obtienen el mayor puntaje, las demás propuestas de solución que por su poca inmediatez en los resultados o por su poco impacto tienen menos puntaje, pasarían a ser soluciones secundarias y que se pueden ejecutar después de haberse ejecutado las principales.

4.2.2 Evaluación cualitativa de las soluciones propuestas

Los beneficios cualitativos que se esperan una vez que las propuestas de solución sean implementadas son las siguientes:

Reducción del mantenimiento programado

- Al calcular los tiempos estándar de ejecución de cada actividad realizada en los mantenimientos programados, así como la frecuencia de limpieza de cada equipo y tubería, se va a poder planificar eficientemente las actividades, tener una mejor asignación de recursos y esto traerá como consecuencia que los mantenimientos no se extiendan más del tiempo presupuestado, lo que se traduce en tener más tiempo disponible los equipos para producir.
- Implementando la metodología de las 5'S vamos a lograr eliminar los tiempos muertos que se tienen por búsqueda de herramientas, materiales y repuestos.

Aumento del rendimiento de materia prima

- Fabricando una canaleta que recupere el material que sale del fondo de los tamices se logrará un mejor aprovechamiento de la materia prima ya que el material no iría al cono, adhiriéndose gran parte de este material en las paredes del cono y en el de las tuberías, ya que con esta propuesta de solución el material reingresaría directamente a la máquina.
- Recuperando todo el material que se sustrae de la limpieza de los equipos y tuberías en los mantenimientos programados y asignando una zona para almacenar este material para que posteriormente sea reutilizado en la mezcla, se conseguirá incrementar el volumen por mezcla y con ello aumentar también el rendimiento de materia prima.
- Empleando la herramienta de mejora continua, Ishikawa, para encontrar las causas raíces que ocasionan que los parámetros de control que impactan directamente al rendimiento de materia prima resulten fuera de los rangos de

aceptación, podremos plantear acciones para eliminarlas y que estas no se vuelvan a presentar a futuro.

- Implementando las 5'S también se va a conseguir tener un mejor aprovechamiento de la materia ya que al tener limpio los equipos y la zona de trabajo, se va a lograr detectar a tiempo cualquier fuga de material.

Disminución de accidentes

- Se elaborará un check list de las condiciones con las que el operador recibe el turno, la cual lo tiene que llenar el mismo operador al inicio de sus actividades. Se logrará con esto que los operadores estén alertas a lo que sucede y está presente en su entorno de trabajo, evitando así que ocurra un accidente por algo que no se detectó a tiempo.
- Es posible que en una semana o en un mes se detecten varias condiciones inseguras y el problema aquí también sea ¿qué condición insegura se debe levantar primero?, ya que, por el tiempo y los recursos limitados, todas las condiciones inseguras no pueden ser levantadas en un mismo día es por eso que se ha elaborado una matriz de clasificación de condiciones inseguras con la que se va a poder clasificarlas por prioridad.
- Realizando capacitaciones en temas de seguridad como peligros y riesgos, primeros auxilios, procedimientos contra todo tipo de emergencias, Lototo, etc., se conseguirá que todo el personal de la línea esté preparado para identificar los peligros y riesgos de cada trabajo que va a realizar, que sepa en qué puntos debe realizar el bloqueo de seguridad, como debe proceder ante cualquier tipo de emergencia, identificar en qué estado se encuentran antes de iniciar su jornada de trabajo y también como brindar primeros auxilios. Con todo esto se va a conseguir evitar que ocurran accidentes ya que todo el personal de la línea estará capacitado y comprometido con la seguridad.
- Implementando las 5'S también se logrará evitar que ocurra un accidente por motivos de que no se detectó a tiempo una condición insegura ya que la zona se encontraba sucia y desordenada.

Aumento de la productividad

- Implementando el OEE (Overall Equipment Effectiveness) vamos a conseguir optimizar los procesos, identificando cuales son las perdidas y los cuellos de botella. Hansen (2001)
- Implementando la metodología de las 5'S se va a poder conseguir una mejor visibilidad para identificar algunas fallas antes que se vuelvan críticas ocasionando una parada no programada, ya que al tener los equipos y tu zona de trabajo limpia, ordenada y sin ningún objeto en desuso, por ejemplo las fugas de aceite, fugas de aire, pernos flojos, etc., van a poder ser detectados con facilidad y antes de que el equipo falle. Se va a reducir el tiempo de las paradas por cambios de producción⁸, ya que, las herramientas a utilizarse estarán clasificadas, ordenadas y al alcance de la mano, se eliminará los movimientos y traslados inútiles. Aldavert, Vidal y Lorente (2016)
- Aplicando ingeniería, mejoras en el equipo cuello de botella, vamos a lograr reducir su tiempo de ciclo y por consiguiente vamos a lograr un aumento en la productividad de la línea.
- Aplicando SMED para los cambios de producción vamos a lograr acortar el tiempo que dura hacer estos cambios, haciendo que actividades internas (se ejecutan con máquina detenida) pasen a ser actividades externas (se pueden ejecutar con máquina en funcionamiento)⁹. Méndez (2003)

4.2.3 Priorización de soluciones seleccionadas

De la matriz de factores de soluciones se escogió las propuestas más relevantes para proponerlas como mejoras a implementarse en la línea de fabricación de planchas de fibrocemento.

⁸ Esto se complementará con la implementación del SMED.

⁹ Contemplando que toda actividad debe ser totalmente segura para quien la ejecuta. Se debe garantizar la seguridad del trabajador.

Retrasos de mantenimientos programados

- Determinar frecuencias de limpieza de cada equipo y tubería, así mismo determinar tiempos estándar de ejecución.
- Elaborar Gantt de los mantenimientos programados (duración, cantidad de personas involucradas y responsables)
- Se implementará la metodología de las 5'S. Se realizará una presentación a los trabajadores de la línea, explicándoles en que consiste las 5'S, cuáles son los pasos a seguir y cuáles son los beneficios de implementar esta metodología.

Bajo rendimiento de la materia prima

- Elaborar un diagrama de causa – efecto (Ishikawa) de que cosas ocasionan que los parámetros de control que impactan directamente al rendimiento de materia prima resulten fuera de los rangos de aceptación.
- Asignar una zona para el producto sustraído de los mantenimientos programados. Se separará y delimitará una zona para el almacenamiento del material sustraído de los mantenimientos para que posteriormente sea reutilizado en la mezcla, para la fabricación de las planchas de fibrocemento, como residuos. El material antes de ingresar a la mezcla será molido y disuelto en agua para que luego sea almacenado en una cisterna y por bombeo ingrese a la mezcla.
- Fabricar canaleta de recuperación de material
De la mezcla que ingresa a la máquina, aproximadamente un 55% se “aprovecha”, el otro 45% se va por el fondo y por bombeo este material es trasladado a un cono (reservorio) para que luego vuelva a ingresar a la máquina. Como ya se mencionó anteriormente, la línea cuenta con un circuito cerrado, todo se reaprovecha por lo que sería lógico que el rendimiento de materia prima este muy bien pero estadísticamente no resulta así y esto se debe a que la mezcla que se va por el fondo de la máquina se adhiere a las paredes de los equipos, de las tuberías y del cono por lo que es allí donde se pierde materia prima. Por tal motivo, se fabricará una canaleta para que en vez de que la mezcla se vaya por el fondo de la máquina, se vaya por esta canaleta y automáticamente, por bombeo, ingrese nuevamente a la máquina y de esta manera no se pierda materia prima. Cabe mencionar que este material que reingresa nuevamente a la máquina no va a causar ningún problema

al proceso ya que solamente se está acortando el recorrido que sufre este, para que en lugar que vaya al cono (reservorio) y luego reingrese a la máquina, lo haga de manera casi inmediata, logrando que no se pierda material en el largo del recorrido.

- Implementación de la metodología 5 S', con esto lograremos detectar cualquier fuga de material por tuberías y/o equipos, evitando pérdidas de materia prima.

Incidentes de la línea

- Instalar botoneras de parada de emergencia y/o interruptores de carga eléctrica a los equipos que no cuentan con esto.
- Adquirir dispositivos de bloqueo.
- Creación de una matriz de clasificación de condiciones inseguras por prioridad. Elaborar un check list de las condiciones inseguras existentes, clasificándolas por prioridad y estableciendo fechas de ejecución. Actualmente las fechas que se asignan a las condiciones inseguras son por disponibilidad de recursos y no por prioridad, no se realiza un previo análisis, como un IPERC, de cada condición insegura para recién establecer las fechas de ejecución de cada una. Se creará una matriz de clasificación de condiciones inseguras por prioridad, esta matriz para su clasificación tendrá en consideración el puntaje obtenido del IPERC para cada condición insegura, la frecuencia de tránsito por esa zona y la gravedad del riesgo que pueda ocasionar. El input para esta matriz serán las condiciones inseguras detectadas en el check list, cabe mencionar que las condiciones inseguras que puedan ser levantadas inmediatamente no entran como input para la matriz, por obvias razones.
- Se creará un check list simple para que los mismos operadores lo llenen, una vez por turno y este se hará siempre al inicio de cada turno. Este check list contemplará las condiciones en las que se está recibiendo el turno, si hay algo en la línea que pueda significar un riesgo para él, para los demás trabajadores o para cualquiera que visite la línea. Este check list debe ser revisado por el supervisor de turno y por el supervisor del área de seguridad industrial.
- Capacitaciones en temas de seguridad y salud en el trabajo tales como: cursos en salud ocupacional, higiene industrial, ergonomía, gestión y salud ocupacional y planes y respuestas ante emergencias. Estos cursos serán dictados por AGS

Consulting S.A.C, especialistas en el tema. Además se realizará un capacitación de bloqueo y etiquetado Loto. Esta capacitación será llevado en Tecsup.

- Implementación de la metodología 5 S', con esto evitaremos que por temas de suciedad y desorden en la línea no se pueda detectar a tiempo una condición insegura o que el mismo desorden se vuelva una condición insegura.

Aumento de productividad

- Implementar el indicador OEE (Ver anexo 13: cálculo del OEE de los meses de junio, julio, agosto y setiembre del 2018, de la línea de planchas de fibrocemento)
- Reducir los tiempos de cambios de producción aplicando SMED. Se identificará, elaborando una lista de todas las actividades que conlleva un cambio de producción y las herramientas necesarias para esto. Las actividades se clasificarán en actividades internas (máquina trabajando y operario trabajando) y externas (máquina apagada y operario trabajando). Posterior a esto, se examinará que actividades que se ejecutan con máquina detenida podrían ejecutarse con máquina en funcionamiento. Antes de realizar un cambio de producción se debe tener listo todas las herramientas necesarias identificadas con anterioridad en la lista, así mismo se debe tener un juego extra por si alguna herramienta se dañe durante la ejecución de la tarea y estas deben estar cerca de la zona del trabajo. Se buscará siempre mejorar los tiempos obtenidos en cada cambio de producción anterior.
- Reducir el tiempo de ciclo del equipo de botella aplicando ingeniería, mejoras en el equipo logrando aumentar la eficiencia de la línea.
- Implementar la metodología de las 5'S. Con esto lograremos eliminar los tiempos muertos y reprocesos.

CAPITULO V: IMPLEMENTACIÓN DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS

5.1 Ingeniería de la solución

El presente trabajo busca detectar los principales problemas de la línea de fabricación de planchas de fibrocemento mediante la recopilación de información y entrevistas al personal involucrado en el proceso productivo. En base a ello establecer su grado de relevancia y si trae consigo una solución ejecutable.

Problema 1: Retrasos de los mantenimientos programados

Alternativa de solución 1: Determinar frecuencias de limpieza de cada equipo y tubería, así mismo determinar tiempos promedios de duración y la cantidad de personas necesarias para ejecutar cada actividad.

Tabla 5. 1

Actividades de mantenimiento programado

#	Actividades
E1	Limpieza de Cisterna Principal
E2	Limpieza de Línea de Agua de Arrastre
E3	Limpieza de Línea de recuperación de 6'
E4	Limpieza de Mezclador
E5	Limpieza de canaletas de rebose de bateas + Caja rebose
E6	Limpieza de Premixer + Timones reguladores de alimentación a bateas
E7	Limpieza de Selectifier + Caja de desconche
E8	Limpieza de Canaletas de alimentación a bateas
E9	Limpieza de Kanaflex´s de succión de vacíos
E10	Limpieza de Bateas 1, 2 y 3
E11	Limpieza de Mesas de lavado y secado de Fieltro
E12	Limpieza de Mesas principales de vacío
E13	Limpieza de Mesas tubulares de fijación
E14	Limpieza de Desintegrador de recortes
E15	Limpieza de Línea "Y" y Codo adyacente al desintegrador de pasta+ caída a cisterna principal
E16	Limpieza de Línea de subida a torre de enfriamiento

(continúa)

(continuación)

#	Actividades
E18	Lubricación de la caja de rodamientos de la bomba de descarga de mezclador
E19	Lubricar de los rodamientos del motor de la bomba de descarga de la cisterna principal
E20	Mantenimiento de los ejes de los agitadores de la hatschek
E21	Mantenimiento de los orientadores de la hatschek
E22	Lubricación de chumaceras de los rolos prensapastas
E23	Lubricación de chumaceras de los tamices
E24	Lubricación de chumaceras del rolo templador de fieltro
E25	Lubricar los rodamientos del motor de la bomba del sistema de traslación de la onduladora
E26	Lubricar los rodamientos del motor del agitador del mezclador
E27	Lubricación de chumaceras de los rodillos de las fajas transportadoras
E28	Mantenimiento a los tableros eléctricos
E29	Limpieza de Cono
E30	Limpieza de Poza de recuperación
E31	Limpieza de Canaletas alrededor de máquina
E32	Limpieza de Línea de recuperación de 8'
E33	Limpieza de Línea de bajada a torre de enfriamiento
E34	Limpieza de Línea de fluidores alrededor de máquina
E35	Limpieza de Línea de Cisterna principal a Desintegrador de recortes

Elaboración Propia

Tabla 5. 2

Tiempo estándar de duración de las actividades de mantenimiento programado

#	Cantidad de personas	Tipo de trabajo	Frecuencia de intervención (días)	Tiempo estándar (Hrs.)
E1	3	Operacional	15	2,60
E2	4	Operacional	15	3,20
E3	4	Operacional	15	2,90
E4	1	Operacional	15	2,60
E5	1	Operacional	7	1,40
E6	1	Operacional	7	1,30
E7	1	Operacional	7	1,10
E8	1	Operacional	7	0,80
E9	2	Operacional	7	1,90
E10	3	Operacional	7	1,20
E11	1	Operacional	7	1,50
E12	1	Operacional	7	1,50
E13	2	Operacional	7	1,50

(continúa)

(continuación)

#	Cantidad de personas	Tipo de trabajo	Frecuencia de intervención (días)	Tiempo estándar (Hrs.)
E15	2	Operacional	15	1,10
E16	3	Operacional	15	2,59
E17	6	Operacional	15	3,96
E18	1	Mecánico	7	1,00
E19	1	Mecánico	7	0,93
E20	2	Mecánico	7	5,83
E21	1	Mecánico	7	5,83
E22	1	Mecánico	7	1,00
E23	1	Mecánico	7	1,00
E24	1	Mecánico	7	0,50
E25	1	Mecánico	7	1,51
E26	1	Mecánico	7	0,55
E27	2	Mecánico	7	3,47
E28	3	Eléctrico	7	6,50
E29	2	Operacional	15	3,83
E30	3	Operacional	15	4,15
E31	2	Operacional	15	1,42
E32	4	Operacional	15	3,43
E33	3	Operacional	15	2,87
E34	4	Operacional	15	2,92
E35	5	Operacional	15	2,96

Elaboración Propia

Ver Anexo N°3 Determinación del tiempo estándar de las actividades de mantenimiento programado.

Alternativa de solución 2: Elaborar Gantt de los mantenimientos programados (duración, cantidad de personas involucradas y responsables).

Para la elaboración del Gantt se ha considerado lo siguiente:

15 operarios (10 de turno y 5 en sobretiempo).

5 mecánicos (3 de turno y 2 en sobretiempo).

3 electricistas (2 de turno y 1 en sobretiempo).

SP: Supervisor de producción.

CE: Coordinador eléctrico.

CM: Coordinador mecánico.

Tabla 5. 3

Actividades de mantenimiento programado del Gantt de la primera semana

#	Actividades de mantenimiento programado en la primera semana
E1	Limpieza de Cisterna Principal
E2	Limpieza de Línea de Agua de Arrastre
E3	Limpieza de Línea de recuperación de 6'
E4	Limpieza de Mezclador
E5	Limpieza de canaletas de rebose de bateas + Caja rebose
E6	Limpieza de Premixer + Timones reguladores de alimentación a bateas
E7	Limpieza de Selectifier + Caja de desconche
E8	Limpieza de Canaletas de alimentación a bateas
E9	Limpieza de Kanaflex´s de succión de vacíos
E10	Limpieza de Bateas 1, 2 y 3
E11	Limpieza de Mesas de lavado y secado de Fieltro
E12	Limpieza de Mesas principales de vacío
E13	Limpieza de Mesas tubulares de fijación
E14	Limpieza de Desintegrador de recortes
E15	Limpieza de Línea "Y" y Codo adyacente al desintegrador de pasta+ caída a cisterna principal
E16	Limpieza de Línea de subida a torre de enfriamiento
E17	Limpieza de poza de agua de sello
E18	Lubricación de la caja de rodamientos de la bomba de descarga de mezclador
E19	Lubricar de los rodamientos del motor de la bomba de descarga de la cisterna principal
E20	Mantenimiento de los ejes de los agitadores de la hatschek
E21	Mantenimiento de los orientadores de la hatschek
E22	Lubricación de chumaceras de los rolos prensapastas
E23	Lubricación de chumaceras de los tamices
E24	Lubricación de chumaceras del rolo templador de fieltro
E25	Lubricar los rodamientos del motor de la bomba del sistema de traslación de la onduladora
E26	Lubricar los rodamientos del motor del agitador del mezclador
E27	Lubricación de chumaceras de los rodillos de las fajas transportadoras
E28	Mantenimiento a los tableros eléctricos

Elaboración Propia

Figura 5. 1

Gantt de primera semana de mantenimiento programado

Actividades	T. de ejecución luego de la mejora (Hrs.)	Cantidad de personas	Responsable	7 - 8	8 - 9	9 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15
E0	1	3	SP	■	■						
E1	2,6	3	SP		■	■	■	■			
E2	3,2	4	SP		■	■	■	■	■		
E3	2,9	4	SP		■	■	■	■			
E4	2,6	1	SP		■	■	■				
E5	1,4	1	SP		■	■					
E6	1,3	1	SP		■	■					
E7	1,1	1	SP		■	■					
E8	0,8	1	SP			■	■				
E9	1,9	2	SP			■	■	■	■		
E10	1,2	3	SP				■	■	■		
E11	1,5	1	SP				■	■	■		
E12	1,5	1	SP				■	■	■		
E13	1,5	2	SP					■	■	■	■
E14	4,2	2	SP					■	■	■	■
E15	1,1	2	SP					■	■	■	■
E16	2,59	3	SP					■	■	■	■
E17	3,96	6	SP					■	■	■	■
E18	1,00	1	CM		■	■					
E19	0,93	1	CM		■	■					
E20	5,83	2	CM		■	■	■	■	■	■	■
E21	5,83	1	CM		■	■	■	■	■	■	■
E22	1,00	1	CM			■	■				
E23	1,00	1	CM			■	■				
E24	0,50	1	CM				■	■			
E25	1,51	1	CM				■	■	■		
E26	0,55	1	CM				■	■			
E27	3,47	2	CM					■	■	■	■
E28	6,50	3	CE		■	■	■	■	■	■	■

Leyenda:	
SP:	Supervisor de producción
CE:	Coordinador eléctrico
CM:	Coordinador mecánico

Elaboración Propia

Tabla 5. 4

Actividades de mantenimiento programado del Gantt de la segunda semana

#	Actividades
E1	Limpieza de Cono
E2	Limpieza de Poza de recuperación
E3	Limpieza de Canaletas alrededor de máquina
E4	Limpieza de Línea de recuperación de 8'
E5	Limpieza de canaletas de rebose de bateas + Caja rebose
E6	Limpieza de Premixer + Timones reguladores de alimentación a bateas
E7	Limpieza de Selectifier + Caja de desconche
E8	Limpieza de Canaletas de alimentación a bateas
E9	Limpieza de Kanaflex´s de succión de vacíos
E10	Limpieza de Bateas 1, 2 y 3
E11	Limpieza de Mesas de lavado y secado de Filtro
E12	Limpieza de Mesas principales de vacío
E13	Limpieza de Mesas tubulares de fijación
E14	Limpieza de Línea de bajada a torre de enfriamiento
E15	Limpieza de Línea de fluidores alrededor de máquina
E16	Limpieza de Línea de Cisterna principal a Desintegrador de recortes
E17	Lubricación de la caja de rodamientos de la bomba de descarga de mezclador
E18	Lubricar de los rodamientos del motor de la bomba de descarga de la cisterna principal
E19	Mantenimiento de los ejes de los agitadores de la hatschek
E20	Mantenimiento de los orientadores de la hatschek
E21	Lubricación de chumaceras de los rolos prensapastas
E22	Lubricación de chumaceras de los tamices
E23	Lubricación de chumaceras del rolo templador de fieltro
E24	Lubricar los rodamientos del motor de la bomba del sistema de traslación de la onduladora
E25	Lubricar los rodamientos del motor del agitador del mezclador
E26	Lubricación de chumaceras de los rodillos de las fajas transportadoras
E27	Mantenimiento a los tableros eléctricos

Elaboración Propia

Figura 5. 2

Gantt de segunda semana de mantenimiento programado

Actividades	T. de ejecución luego de la mejora (Hrs.)	Cantidad de personas	Responsable	7 - 8	8 - 9	9 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15
E0	1,00	3	SP	■	■						
E1	3,83	2	SP		■	■	■	■			
E2	4,15	3	SP		■	■	■	■			
E3	1,42	2	SP		■	■					
E4	3,43	4	SP		■	■	■	■			
E5	1,40	1	SP		■	■					
E6	1,41	1	SP		■	■					
E7	1,10	1	SP		■	■					
E8	0,80	1	SP		■	■					
E9	1,90	2	SP		■	■	■				
E10	1,20	3	SP			■	■				
E11	1,50	1	SP			■	■				
E12	1,50	1	SP				■	■	■		
E13	1,50	2	SP				■	■			
E14	2,87	3	SP				■	■	■	■	
E15	2,92	4	SP					■	■	■	■
E16	2,96	5	SP						■	■	■
E17	1,00	1	CM		■	■					
E18	0,93	1	CM		■	■					
E19	5,83	2	CM		■	■	■	■	■	■	
E20	5,83	1	CM		■	■	■	■	■	■	
E21	0,75	1	CM			■	■				
E22	1,00	1	CM			■	■				
E23	0,50	1	CM				■				
E24	1,51	1	CM				■	■			
E25	0,65	1	CM				■	■			
E26	3,47	2	CM					■	■	■	■
E27	6,50	3	CE		■	■	■	■	■	■	■

Leyenda:	
SP:	Supervisor de producción
CE:	Coordinador eléctrico
CM:	Coordinador mecánico

Elaboración Propia

Alternativa de solución 3: Implementar la metodología de las 5'S con el objetivo de eliminar los tiempos muertos. Se definirá cuáles son las causas raíces y en base a esto se propondrá alternativas de solución para eliminar cada una.

Líneas abajo se muestra las alternativas de solución para eliminar los tiempos muertos.

Tabla 5. 5

Propuestas de solución para eliminar tiempos muertos

Causa	Propuesta de solución
Búsqueda de herramientas	Implementar las 5'S. Hacer una lista de las herramientas necesarias y cuantas más se necesitan comprar (Ver Tabla 5.6 Listado de herramientas). Mandar a fabricar armarios para colocar las herramientas, estas deben ir clasificadas y rotuladas.
Búsqueda de repuestos y materiales	Implementar las 5'S. Tener una zona dentro de la línea donde se almacene los repuestos y materiales que se usan con frecuencia en los mantenimientos (Ver Tabla 5.7 lista de repuestos y materiales más usados en los mantenimientos programados). Esto luego de los mantenimientos debe reponerse.
Desorden en la línea	Implementar las 5'S. Hacer una lista de los objetos innecesarios que se encuentran dentro de la línea para luego ser reubicados en otra zona (Ver Tabla 5.6 lista de objetos necesarios e innecesarios). Elaborar un plan de limpieza, clasificando la línea por zonas y determinar responsables de mantener estas zonas limpias y ordenadas (Ver Tabla 5.8 Plan de limpieza). Adicional a esto, se creará un check list de limpieza el cual debe ser llenado al inicio de cada turno (Ver Anexo 16 Check list de limpieza).
Mala planificación, organización y supervisión	Previo a un mantenimiento, realizar un Gantt para proyectar la duración de este (Ver Figura 5.1 y 5.2 Gantt mantenimientos programados). Designar por grupo de actividades, a responsables que las supervisen y garanticen que se ejecuten dentro del tiempo estándar establecido para cada actividad.

Elaboración Propia

Tabla 5. 6

Listado de herramientas

#	Actuales	Por comprar
1	Llave de boca de 24" (4 unid.)	5 unid.
2	Llave de boca de 28" (2 unid.)	2 unid.
3	Llave de boca de 32" (1 unid.)	1 unid.
4	Llave de boca de 16" (3 unid.)	2 unid.
5	Llave francesa de 12" (2 unid.)	3 unid.
6	Llave stillson de 24" (2 unid.)	2 unid.
7	Pistola Neumática (1 unid.)	3 unid.
8	Rotomartillo neumático (0 unid.)	2 unid.

Elaboración Propia

Tabla 5. 7

Lista de repuestos y materiales más usados en los mantenimientos programados

#	Descripción	TIPO	Stock de seguridad a mantener dentro de planta
1	Llave de bola de 1 1/2"	Repuesto	6
2	Llave de bola de 2"	Repuesto	3
3	Conector rápido 5/16"	Repuesto	4
4	Empaquetadura para tubería de 4"	Repuesto	7
5	Empaquetadura para tubería de 6"	Repuesto	7
6	Empaquetadura para tubería de 8"	Repuesto	4
7	Perno, tuerca y arandela M-16	Repuesto	22
8	Perno, tuerca y arandela M-5	Repuesto	30
9	Frasco de silicona líquida de 1kg	Material	4
10	Balde de 10 kg de grasa	Material	2
11	Cinta metálica 3M	Material	5
12	Jebe esponjoso de 5 x 1 cm	Material	6

Elaboración Propia

Tabla 5. 8

Lista de objetos necesarios e innecesarios dentro de la línea

#	Objetos necesarios	Objetos innecesarios
1	Formato de backup (1 unid.)	Formatos antiguos (2 unid.)
2	Bombas de vacío de back up (1 unid.)	Líneas de Tuberías en desuso (3 unid.)
3	Telas back up para la ventosa onduladora (2 unid.)	Moldes fuera de medidas (350 unid.)
4	Armarios de herramientas en buen estado (1 unid.)	Estantes de moldes fuera de medidas (10 unid)
5	Tamiz de back up (1 unid.)	Armario de herramientas en muy mal estado (3 unid)
6	Mesa tubular de back up (1 unid.)	-
7	Mesa de vacío de back up (1 unid.)	-

Elaboración Propia

Tabla 5. 9

Plan de limpieza

Zona	Sub Zonas	Tiempo (min.)	Responsables
Mezclador	Mezclador	5	Operador del mezclador
	Cono	10	
	Cisterna principal	8	
	Cisterna Auxiliar	5	
	Sala de control	10	
Formato	Fajas transportadoras #1 y #2	8	Operador del formato
	Formato	5	
	Tablero de control	5	
Máquina	Máquina Hatschek	10	Operador de la máquina
	Zona bombas de vacío	5	
Onduladora	Fajas transportadoras #3	5	Operador de la onduladora
	Desintegrador de recortes	10	
	Tablero de control	5	
	ventosas y vagonetas	13	
Cabinas de pre - curado	Cabinas de pre - curado	13	Operador del enzunchado
	Zona de válvulas reguladoras de vapor	7	
Desalojadora	Sistema de lubricación de moldes	18	Operador del desalojo
	Tablero de control	5	
	ventosas y vagonetas	13	

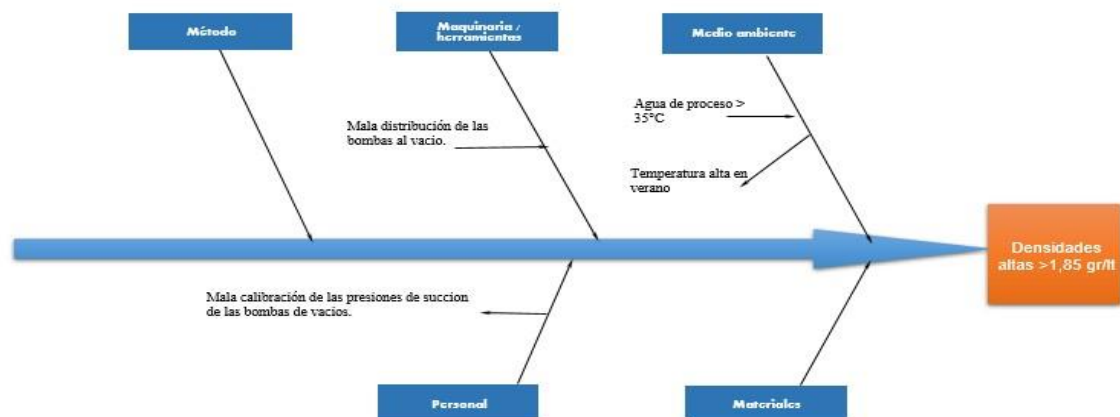
Elaboración Propia

Problema 2: Bajo rendimiento de la materia prima.

Alternativa de solución 1: Elaborar un diagrama de causa – efecto (Ishikawa) de las cosas ocasionan que los parámetros de control que impactan directamente al rendimiento de materia prima resulten fuera de los parámetros de aceptación.

Figura 5. 3

Ishikawa de densidades



Elaboración Propia

Propuesta de solución de densidades altas.

1. Mala distribución de las bombas al vacío----- > Modificar la distribución actual.

Tabla 5. 10

Distribución Actual

Bomba vacío 1	Mesa de secado
Bomba vacío 2	Mesa de lavado
Bomba vacío 2	Mesa tubular 1
Bomba vacío 2	Mesa tubular 2
Bomba vacío 3	Mesa principal 1
Bomba vacío 4	Mesa principal 2

Elaboración Propia

Tabla 5. 11

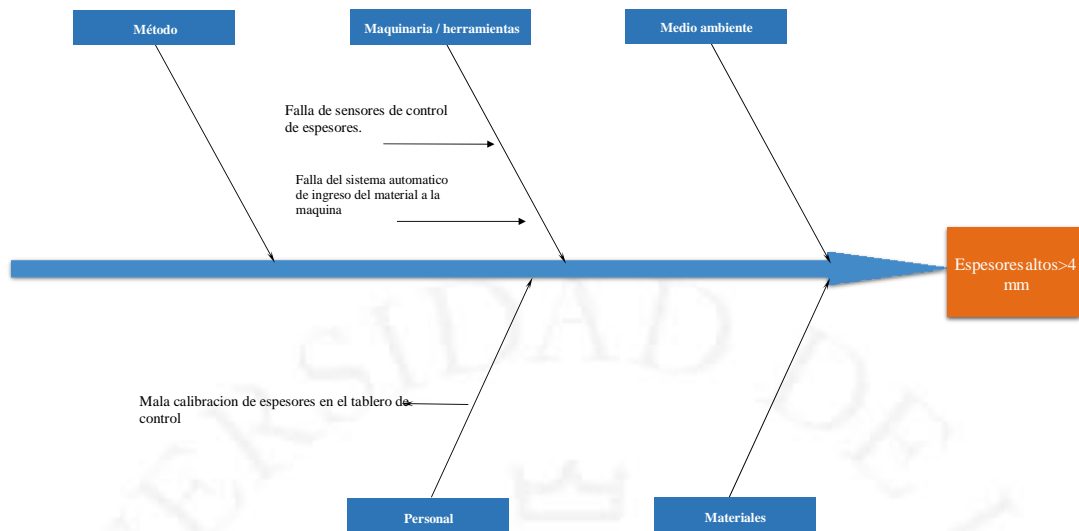
Propuesta de distribución

Bomba vacío 1	Mesa de secado
Bomba vacío 1	Mesa de lavado
Bomba vacío 2	Mesa tubular 1
Bomba vacío 2	Mesa tubular 2
Bomba vacío 3	Mesa principal 1
Bomba vacío 4	Mesa principal 2

Elaboración Propia

Figura 5. 4

Ishikawa de espesores



Elaboración Propia

Propuesta de solución para espesores altos

1. Falla de los sensores de control de espesores y del sistema automático de ingreso del material a la maquina -----> Capacitación del personal operario en el proceso productivo.

Alternativa de solución 2: Ubicar zona para material sustraído de los mantenimientos programados.

(Ver Anexo 12 Zona de acopio del material sustraído de los mantenimientos programados)

Alternativa de solución 3: Fabricar canaleta de recuperación de material.

La canaleta se fabricará con material en desuso (chatarra) que se obtiene de la línea de planchas, por lo que el costo será de S/. 0,00. Esta canaleta será fabricada por los mecánicos de la empresa. Su ubicación será a la salida de los tamices.

Alternativa de solución 4: Implementar la metodología de las 5'S.

Seleccionar

Se realizará una lista de lo que actualmente se tiene dentro de la planta (Ver Tabla 5.8 Lista de objetos necesarios e innecesarios dentro de la línea)

Se realizará una lista de las herramientas e insumos con las cantidades respectivas necesarias que se manejan o se deben manejar en planta (Ver Tabla 5.7 Lista de repuestos y materiales más usados en los mantenimientos programados) esta información se evaluará en conjunto con la opinión de los técnicos y operarios.

Ordenar

Los objetos innecesarios se derivan a una zona fuera de planta y los necesarios se reubican y se mantienen dentro planta delimitando una zona.

Se acondiciona un armario para las herramientas y otro armario para los insumos y repuestos que son usados con mayor frecuencia en los mantenimientos.

Limpieza estandarización y disciplina

Se creará un programa de limpieza, definiendo zonas, tiempo de duración y designando responsables (Ver Tabla 5. 9 Plan de limpieza) y un check list de limpieza que debe ser llenado (Ver Anexo 16 Check list de limpieza).

La empresa tiene que asumir la responsabilidad de estas 3'S, de tal manera que las primeras 2'S, sean sostenibles en el tiempo como, por ejemplo. Los supervisores de la línea deben de asegurar que el armario de herramientas siempre se mantenga clasificado y ordenado. El armario de insumos usados con mayor frecuencia en el mantenimiento programado siempre se mantenga con el stock necesario.

Problema 3: Incidentes en la línea

Alternativa de solución 1 y 2: Instalar botoneras de parada de emergencia y/o interruptores de carga eléctrica a los equipos que no cuentan con esto y adquirir dispositivos de bloqueo loto

Se tomará en cuenta el programa de bloqueo loto. El bloqueo loto es un procedimiento de emergencia (eléctrica, mecánica e hidráulica) donde se le quita o libera energía a un equipo que puede causar un incidente. Por lo que, la intención es paralizar el trabajo hasta que se controle o elimine el peligro.

Se planteará la compra de 3 kits de bloqueo loto que incluye:

- 11 dispositivos de bloqueos para válvulas.
- Enchufes.
- Interruptores.
- 1 sensor.
- 10 tarjetas de peligro.
- 2 cerrojos de acero.
- 10 candados.
- 1 manual.
- 1 caja grande de plástico.

El costo de cada kit es de S/ 2 000 y se comprará 3 kits, por lo que el costo total es de S/ 6 000.

Así mismo, se tomó en cuenta una capacitación para el personal de la línea en el procedimiento de bloqueo Loto. Para dicha capacitación se toma en cuenta la institución TECSUP. Líneas abajo está el programa a desarrollar.

Curso Especialista en Bloqueo y Etiquetado LOTO

Programa a desarrollar:

- Energías peligrosas
- Bloqueo y Etiquetado
- Normas relacionadas (OSHA, ANSI y normas peruanas) Programa de Bloqueo y Etiquetado
- Dispositivos de Bloqueo y Etiquetado
- Pasos para un bloqueo efectivo
- Consecuencias a causa de incumplimiento

Tabla 5. 12

Capacitación de Programa de bloqueo y etiquetado

INSTITUCIÓN	CAPACITACIÓN	DURACIÓN	COSTO
TECSUP	Programa de bloqueo y etiquetado	6 horas	S/ 800
Total			S/32 000

Elaboración Propia

Para la capacitación de la línea se considera las siguientes personas:

- 3 mecánicos
- 2 electricistas
- 10 operarios por turno. El número de trabajo por día son 3 turnos.
- 1 jefe de producción.
- 1 coordinador de producción.
- 3 supervisores de producción.

Para capacitar a 40 personas el costo total es de 32 000 soles.

Alternativa de solución 3: Capacitación al personal en temas de seguridad y salud en el trabajo

Dentro del plan de mejora se ha considerado dar capacitación a la organización en temas relacionados a la prevención de riesgos tomados con la empresa AGS CONSULTING S.A.C.

AGS CONSULTING S.A.C. es una empresa dedicada a servicios varios de asesoría en las principales áreas de seguridad, salud en el trabajo y gestión empresarial. Se escogió esta empresa ya que permite desarrollar soluciones de acuerdo a las necesidades de la empresa.

La capacitación solicitada se dará una vez al año y está conformada por 4 cursos de 8 horas cada curso con un total de 32 horas divididas en 4 días.

Por otro lado, la capacitación se hará abordada en los distintos temas designados líneas debajo de manera general no abarcando puntos específicos ya que se necesita que el personal tenga conocimiento general de cada curso que se dictará.

Programa a desarrollar:

Cursos de salud ocupacional

- Prevención de la hipoacusia inducida por ruido
- Prevención de enfermedades infecciosas ocupacionales
- Prevención de enfermedades al sistema musculo esquelético
- Prevención de enfermedades respiratorias ocupacionales
- Exámenes Médicos Ocupacionales
- Protocolos Médicos Ocupacionales

Higiene industrial

Agentes Físicos

- Ruido y sus efectos en la salud
- Vibraciones y sus efectos en la salud
- Iluminación y sus efectos en la salud
- Temperaturas extremas y sus efectos en la salud
- Radiaciones ionizantes y no-ionizantes y sus efectos en la salud

Agentes Químicos

- Polvo y sus efectos en la salud
- Gases y vapores y sus efectos en la salud
- Humos y sus efectos en la salud

Agentes biológicos

Cursos de Ergonomía

- Norma Básica de Ergonomía y Evaluación del Riesgo Disergonómico
- Manejo manual de cargas

- Carga Postural: caracterización, evaluación y control
- Movimientos repetitivos
- Métodos de evaluación ergonómicas: Ecuación NIOSH, OWAS, REBA, RULA, JSI, OCRA, Tablas de Snook & Cirello, Renault.
- Ergonomía en oficinas
- Carga Mental

Cursos de Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional

- Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo OHSAS 18001
- Administración del Control de Pérdidas
- Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos (IPERC)
- Estadísticas de Seguridad
- Legislación de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Mapping de Procesos
- Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Reglamento Interno de Seguridad
- Organización y Funcionamiento del Comité de Seguridad y salud en el trabajo

Cursos de Planes y Respuestas ante Emergencias

- Seguridad Contra incendios
- Preparación para la emergencia
- Planes de Evacuación
- Capacitación de Brigadas (Primeros auxilios, Evacuación e Incendios)
- Simulacros de evacuación
- Primeros auxilios (teórico – Práctico)

Tabla 5. 13

Capacitaciones en SST

INSTITUCIÓN	CAPACITACIÓN	DURACION	COSTO S/
AGS CONSULTING	Salud Ocupacional	8 horas	S/ 500
AGS CONSULTING	Higiene Industrial y Ergonomía Ocupacional	8 horas	S/ 500
AGS CONSULTING	Cursos de Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional	8 horas	S/ 1000
AGS CONSULTING	Cursos de Planes y Respuestas ante Emergencias	8 horas	S/ 800
Total			S/2 800

Elaboración Propia

Para la capacitación de la línea se considera las siguientes personas:

- 3 mecánicos
- 2 electricistas
- 10 operarios por turno. El número de trabajo por día son 3 turnos.
- 1 jefe de producción.
- 1 coordinador de producción.
- 3 supervisores de producción.

Para capacitar a 40 personas el costo total es de 112 000 soles.

Alternativa de solución 4: Elaborar un check list de las condiciones en las que se recibe el turno.

(Ver Anexo 4 Check list de condiciones inseguras)

Ver anexo 5 Criterios de evaluación para la clasificación de condiciones inseguras por prioridad.

Alternativa de solución 5: Clasificar las condiciones inseguras por prioridad y establecer fechas de ejecución.

(Ver Anexo 17 Matriz IPERC)

(Ver Anexo 6 Matriz de clasificación de condiciones inseguras por prioridad)

Alternativa de solución 6: Implementar la metodología de las 5'S

Clasificar

La primera regla de la 5'S es clasificar los objetos en necesario e innecesario con el objetivo de liberar espacio desechando o reusando (Ver Tabla 5.8 Lista de objetos necesarios e innecesarios dentro de la línea).

Así mismo, se habló con el jefe de producción de la línea para la implementación de tarjetas rojas (Ver Anexo 11 Tarjeta roja identificatoria – 5'S) en los elementos de poco uso o ningún uso.

Organizar

El siguiente paso es organizar, con esto se organiza el espacio dentro del área de producción de la línea permitiendo encontrar los objetos necesarios de una manera más rápida, eficaz y sin demoras en el tiempo. Los objetos necesarios se colocan en un armario clasificándolos de acuerdo a su función y los innecesarios se ubicarán en una zona de acopio dentro de la planta (Ver Anexo 12 Zona de acopio del material sustraído de los mantenimientos programados). De esta manera también, se evitará accidentes que perjudican a los operarios de la línea.

Limpieza

Para el desarrollo de la limpieza se tiene que considerar, que no es una simple actividad de limpieza de equipos y pisos, sino que esto tiene que ir acompañado con la inspección (Ver Anexo 7 Formato de evaluación para auditorias de 5'S y Ver anexo 8. Formato de observaciones encontradas en auditorias 5'S), ya que, se trata de revisar toda el área para evitar accidentes y daños en los equipos. Para ello, se conversó con la gerencia de producción para realizar una capacitación a los operarios para transmitirle la necesidad de compromiso con la limpieza del área.

Estandarización y disciplina

Para estas 2'S la empresa tiene que asumir la responsabilidad para que la estandarización y disciplina se mantenga en el tiempo. Para ello se conversó con el gerente de producción para la realización de una capacitación, establecimiento de políticas de orden y limpieza,

asignación de trabajos responsables, seguimientos y control. (Ver Anexo 7. Formato de evaluación para auditorías de 5'S, (Ver anexo 8. Formato de observaciones encontradas en auditorías 5'S), (Ver anexo 9. Formato de control de tarjetas rojas de 5'S), (Ver anexo 10 Formato de control de tarjeta rojas de 5'S herramientas)

Problema 4: Baja productividad

Alternativa de solución 1: Implementar el indicador OEE.

(Ver Anexo 13 Cálculo del OEE de los meses de junio, julio, agosto y setiembre del 2018, de la línea de planchas de fibrocemento).

Alternativa de solución 2: Implementar la metodología de las 5'S

Se toma en cuenta la implementación de la metodología de las 5'S en los problemas de retrasos en los mantenimientos programados e incidentes en la línea, ya que, no solo tendrá un impacto positivo en estos dos problemas si no que, tendrá un impacto positivo en el problema de baja productividad. Ya que al implementar la 5'S ayuda a mejorar la baja productividad de línea.

Alternativa de solución 3: “Eliminar el cuello de botella” que es la desalojadora, aplicando ingeniería (Ver Tabla 5. 14 Mejoras en el equipo cuello de botella - desalojadora).

Tabla 5. 14

Mejoras en el equipo cuello de botella – desalojadora

Equipo	Componente	Mejora	Observaciones	
Desalojadora	vagoneta mixta (planchas y moldes)	Sensor láser	Se instalará tanto en la vagoneta mixta (planchas y moldes), como en la vagoneta de producción, sensores láser, lo cual consistiría en un sensor láser emisor ubicado en un extremo de la vagoneta y en el otro extremo iría el sensor láser receptor, estos con dos posiciones de nivel (1ro y 2do nivel). Cuando haya recepción de señal de los sensores emisor y receptor en el 1er nivel, esto le va a indicar al programa que la vagoneta debe subir y esta subirá hasta que no haya recepción de señal de los sensores emisor y receptor en el 2do nivel (este sería su tope). Se va instalar 2 pistones a los extremos de cada vagoneta, esto con el fin de que las vagonetas puedan subir y bajar. Estas dos mejoras van a lograr que las ventosas siempre tengan una distancia mínima necesaria y a la vez constante en las subidas y bajadas.	
		Pistones		
	vagoneta de producción	Sensor láser		
		Pistones		
	Ventosas	Fabricación de ventosas para producción de 6'		Con estas nuevas ventosas se va evitar tiempos muertos en las que el operador ingresa dentro del equipo para separar manualmente las planchas de los moldes. Cabe mencionar que con esta mejora también se está eliminando una condición insegura.
		Fabricación de ventosas para producción de 8'		
		Fabricación de ventosa para retiro de planchas defectuosas		Con esta nueva ventosa se va evitar tiempos muertos en las que el operador ingresa dentro del equipo para separar las planchas defectuosas. Cabe mencionar que con esta mejora también se está eliminando una condición insegura.
	Carro de trasferencia	Variador de velocidad		Con este variador se va a lograr reducir el tiempo en que el carro de transferencia de moldes recoge los paquetes de moldes ya apilados.

Elaboración Propia

Alternativa de solución 4: Reducir los tiempos de cambios de producción aplicando SMED

Ver Anexo 14. Análisis SMED para reducción de tiempos de cambio.

5.2 Plan de implementación de la solución

5.2.1 Objetivos y metas

El objetivo principal de esta investigación es, mejorar el proceso productivo de la línea de plancha de fibrocemento de la Fábrica Peruana Eternit S.A

Tabla 5. 15

Objetivos y metas

Objetivos secundarios	Meta
Disminuir los retrasos en los mantenimientos programados	<ul style="list-style-type: none">• Definir tiempos estándares de ejecución.• Obtener un porcentaje de cumplimiento de los trabajos planificados para los mantenimientos programados.• Mandar a fabricar armarios donde se guarden las herramientas y un armario especialmente para colocar los repuestos y materiales.
Mejorar el bajo rendimiento de materia prima	<ul style="list-style-type: none">• Reducir desperdicios.• Realizar limpieza en las tuberías.• Implementación de una canaleta.
Reducir incidentes	<ul style="list-style-type: none">• Adquirir dispositivos de bloqueo.• Iniciar un programa de capacitación al personal operario, supervisores y jefes en el procedimiento de bloqueo lototo.• Si se detectan condiciones inseguras, estas deben de ser reportadas de inmediato.
Incrementar productividad	<ul style="list-style-type: none">• Cuantificar los procesos• Adquirir equipos más modernos y automatizados.

Elaboración Propia

5.2.2 Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución

El presupuesto para la elaboración de la mejora de producción de la línea de fibrocemento de la fábrica peruana Eternit considerando la mano de obra, equipos, servicios y otros costos durante un periodo de 12 meses es el siguiente:

Tabla 5.16

Presupuesto General

Ítem	Descripción	Monto
Mano de obra		
Supervisor de Proyecto (1)	Responsable del proyecto	S/ 120 000
Analistas de Proyecto (4)	Encargados de procesar la información y generar reportes con indicadores para proponer oportunidades de mejora.	S/ 240 000
Practicante (1)	Encargado de recopilar información y ponerla en una base de datos.	S/ 14 250
Equipos		
Laptop (6)	Una laptop para cada miembro del equipo.	S/ 12 000
Cámara fotográfica	Equipo para capturar imágenes dentro de la línea.	S/ 1 000
Consumibles	Papel, tinta para imprimir, cintas adhesivas, pintura, etc.	S/ 3 000
Sillas (6)	1 silla para cada integrante del equipo.	S/ 1 200
Mesa de trabajo	1 mesa de trabajo para todos los integrantes del equipo	S/ 1 000
Equipos de protección al personal	Casco, guantes, botas de seguridad, protector auditivo, lentes de seguridad.	S/ 1 950

(continúa)

(continuación)

Ítem	Descripción	Monto
Servicios		
Gestión de Comunicación	Servicio de una empresa consultora para difundir el proyecto mediante correos, banners y capacitaciones.	S/ 1 000
Servicio de impresión	Impresiones que se necesitan para la difusión del proyecto	S/ 2 500
Servicio de carpintería	Servicio para elaborar un armario de herramientas en una zona delimitada de la línea por el personal del proyecto	S/ 5 000
Servicio de pintado	Servicio para delimitar las zonas con pintura dentro de la línea de fibrocemento.	S/ 3 000
Implementación de capacitaciones y asesorías constantes	Servicio de capacitaciones al personal del área de la línea de fibrocemento	S/ 15 000
Otros		
Transporte	Movilidad para los integrantes del equipo	S/ 8 400
Útiles de oficina	Lapiceros, cuadernos, folders, etc.	S/ 6 000
Seguro de SCTR	Seguro complementario de trabajo de riesgo.	S/ 8 751
Otros gastos	Gastos inoportunos que se puede presentar	S/ 5 000
	Total	S/ 449 051
Elaboración Propia		

5.2.3 Actividades y cronograma de implementación de la solución

A continuación, se presenta el cronograma de implementación del proyecto, que será sustentada frente a la alta dirección de la compañía.

Figura 5. 5

Cronograma de Implementación

Actividad	Duración	Año 2019		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre					
		Inicio	Fin	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	Determinar frecuencias, tiempo estándar de limpieza de cada equipo.	4	Semanas	01/01/2019	31/01/2019	■																									
2	Elaboración de Gannt de mantenimiento programado.	2	Semanas	05/02/2019	18/05/2019		■																								
3	Implementar metodología 5'S	10	Semanas	19/02/2019	29/04/2019			■	■	■	■																				
4	Elaboración de propuesta de distribución de bombas de vacío.	4	Semanas	01/05/2019	28/05/2019						■	■																			
5	Asignar una zona para el producto sustraído de los Mant. Programados.	4	Semanas	04/06/2019	30/06/2019							■	■																		
6	Fabricación de canaleta para recuperación de mezcla.	8	Semanas	01/07/2019	31/08/2019									■	■	■	■														
7	Capacitación en seguridad industrial y bloqueo Loto.	2	Semanas	03/09/2019	16/09/2019															■	■										
8	Mejoras en el cuello de botella y elaboración de IPERC.	14	Semanas	17/09/2019	31/12/2019																	■	■	■	■	■	■	■	■		
9	Implementación del indicador OEE (Eficiencia Global de los Equipos)	5	Semanas	22/10/2019	25/11/2019																					■	■	■	■		
10	Aplicación de SMED.	5	Semanas	26/11/2019	31/12/2019																							■	■		

Elaboración Propia

CAPITULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA DE LA SOLUCIÓN

6.1 Determinación de escenarios para las soluciones propuestas

Para la solución de la propuesta se han definido tres escenarios que son el realista, pesimista y optimista. Las variables independientes son las horas de mantenimiento programado y no programado, horas de cambio de producción y material recuperado.

Las variables dependientes son los costos de mantenimiento programado y no programado, costo de cambio de producción y costos por material recuperado.

En un escenario optimista se considera, que el impacto en los costos sería 50% menor, mientras que en un impacto pesimista sería 50% mayor.

6.2 Estimación de los resultados de la implementación

Se estima que la reducción en las horas de mantenimiento programado, no programado, cambios de producción, así como, la utilización de material recuperado de los mantenimientos programados en la mezcla y recuperación de material que se pierde en la salida de los tamices tendría un impacto positivo en la reducción de costos de la línea, ya que, mejoraría la producción, mantenimiento y seguridad industrial.

Por esta razón, se calculó los costos de la línea del año 2017 versus el tiempo que dura la mejora. Cabe recalcar que las mejoras que se utilizan están en relación con las planteadas anteriormente.

6.2.1 Costos de la línea antes de la mejora

A continuación, se puede observar los cálculos para hallar los costos de la línea antes de la mejora (Año 2017). Para el cálculo de los costos de la línea en el año 2017 se consideró lo siguiente: La línea está conformada por 3 mecánicos por turno, 2 electricistas por turno y 10 operarios por turno. El número de trabajo por día son 3 turnos.

Además la línea cuenta con 1 jefe de producción, 1 coordinador de producción y 1 supervisor por turno.

- En una hora se produce 389 planchas.
- El precio de venta de la plancha es de S/ 34,32.
- El costo de venta de la plancha es de S/ 22.
- La utilidad de la plancha es de S/ 12,32.
- El costo de mano de obra por un operario es de S/ 6,25/hr.
- El costo de mano de obra por un mecánico es S/ 20/hr.
- El costo de mano de obra por un electricista es de S/ 25/hr.
- El costo de mano de obra por un coordinador es de S/ 30/hr.
- El costo de mano de obra por un supervisor es de S/ 25/hr.
- El costo de sobretiempo de horas extras es 30% más.

Costo de mantenimiento programado

El mantenimiento programado dura 12 horas (1 turno= 12 horas) y se realiza 1 vez cada semana.

1 Año= 52 semanas

$$\frac{12 \text{ horas}}{\text{semana}} \times \frac{52 \text{ semanas}}{\text{año}} = \frac{624 \text{ horas}}{\text{año}}$$

En todo el año se realizó 624 horas de mantenimiento programado. Cuando hay un mantenimiento programado se considera 15 operarios (10 de turno y 5 por sobretiempo), 5 mecánicos (3 de turno y 2 por sobretiempo), 3 electricistas (2 de turno y 1 sobretiempo). Así mismo se considera 1 coordinador y 1 supervisor. Para cálculo del costo de mano de obra no se está considerando el gerente y jefe de producción, ya que, ellos tienen a su cargo otras líneas de la planta, por lo que su trabajo no paraliza. También no se considera al asistente y practicante de producción, ya que, sus funciones temas de reportes y gestión de producción.

✓ Costo de mano de obra:

Por turno

<u>624 horas</u>	X	<u>S/ 20</u>	X	3 Mecánicos	=	<u>S/ 37 440</u>
año		hora				año
<u>624 horas</u>	X	<u>S/ 25</u>	X	2 Electricistas	=	<u>S/ 31 200</u>
año		hora				año
<u>624 horas</u>	X	<u>S/ 6,25</u>	X	10 Operarios	=	<u>S/ 39 000</u>
año		hora				año
<u>624 horas</u>	X	<u>S/ 30</u>	X	1 Coordinador	=	<u>S/ 18 720</u>
año		hora				año
<u>624 horas</u>	X	<u>S/ 25</u>	X	1 Supervisor	=	<u>S/ 15 600</u>
año		hora				año

Por sobretiempo

<u>624 horas</u>	X	<u>S/ 26</u>	X	2 Mecánicos	=	<u>S/ 32 448</u>
año		hora				año
<u>624 horas</u>	X	<u>S/ 32,5</u>	X	1 Electricistas	=	<u>S/ 20 280</u>
año		hora				año
<u>624 horas</u>	X	<u>S/ 8,13</u>	X	5 Operarios	=	<u>S/ 25 366</u>
año		hora				año

El costo de mano de obra por mantenimiento programado en el año 2017 fue de S/. 220 054.

✓ Costo por dejar de producir:

$$\frac{624 \text{ horas}}{\text{año}} \times 389 \frac{\text{planchas}}{\text{hora}} \times \text{S/ } 12,32 \frac{\text{planchas}}{\text{planchas}} = \frac{\text{S/ } 2\,990\,508}{\text{año}}$$

✓ Costo de materiales:

El costo de materiales por cada mantenimiento programado es de S/ 295. Este costo incluye grasa, pegamento, trapos industriales, silicona líquida. Para el cálculo de este costo se ha considerado 52 mantenimientos al año.

$$\frac{\text{S/ 295}}{\text{mantenimiento}} \times \frac{52 \text{ mantenimientos}}{\text{año}} = \frac{\text{S/ 15 340}}{\text{año}}$$

✓ Costos de reparación

Los costos de reparación del año 2017 fueron de S/ 648 959 el cual incluye los costos de repuestos. Para el cálculo del costo de mano de obra se consideró las horas de mantenimiento programado que están líneas arriba.

✓ Los costos de repuestos del año 2017 fue lo siguiente:

Tabla 6. 1

Costos de repuestos de mantenimiento programado

Repuestos	Costos S/
Motor de maquina Hatscheck	S/ 238 560
Rolos prensapastas	S/ 90 000
Bomba de rebose de batea	S/ 85 000
Bomba de alta presión de lavado de fieltro	S/ 30 000
Rolo motriz	S/ 85 399
Bomba de vacío	S/ 50 000
Bomba de recuperación	S/ 50 000
Desintegrados de recortes	S/ 20 000
Total	S/ 648 959

Elaboración Propia

El costo de mantenimiento programado total en el año 2017 fue de S/ 3 874 861.

Costos en los cambios de producción (SMED)

Los cambios de producción (C.Producción) en el año 2017 fue de 1,5 horas y el objetivo de la propuesta de mejora es reducir el cambio de producción a 1 hora.

Se realiza 36 cambios de producción al año. Para los cambios de producción se toma en cuenta 2 mecánicos, 1 electricista, 4 operarios.

✓ Costo por dejar de producir:

$$\frac{1,5 \text{ horas}}{\text{C.producción}} \times \frac{389 \text{ planchas}}{\text{hora}} \times \frac{\text{S/ } 12,32}{\text{planchas}} \times \frac{36 \text{ C.producción}}{\text{año}} = \frac{\text{S/ } 258 \text{ 794}}{\text{año}}$$

El costo de oportunidad por dejar de producir en los cambios de producción en el año 2017 fue de S/ 258 794.

✓ Costo de mano de obra:

$$\frac{1,5 \text{ horas}}{\text{C.producción}} \times \frac{36 \text{ C.producción}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/20}}{\text{hora}} \times 2 \text{ Mecánicos} = \frac{\text{S/ } 2 \text{ 160}}{\text{año}}$$

$$\frac{1,5 \text{ horas}}{\text{C.producción}} \times \frac{36 \text{ C.producción}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/25}}{\text{hora}} \times 1 \text{ Electricista} = \frac{\text{S/ } 1 \text{ 350}}{\text{año}}$$

$$\frac{1,5 \text{ horas}}{\text{C.producción}} \times \frac{36 \text{ C.producción}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/6,25}}{\text{hora}} \times 4 \text{ Operarios} = \frac{\text{S/ } 1 \text{ 350}}{\text{año}}$$

El costo de mano de obra por cambios de producción en el año 2017 fue de S/ 4 860.

El costo por cambios de producción (SMED) en el año 2017 fue de S/ 263 654.

Pérdidas por material que se pierde en la salida de los tamices.

Para hallar el equivalente en dinero del material que se pierde en la salida de los tamices se tomó en cuenta lo siguiente:

- El costo de material es de S/ 15,4 por plancha.
- En una hora se produce 389 planchas.
- En un turno (8 horas) se producen 3 112 planchas.
- En promedio por cada turno se preparan 33 mezclas.
- En una mezcla se producen 94 planchas.
- Una mezcla contiene 1 529 kg.

$$\frac{3 \text{ 112 planchas}}{33 \text{ mezclas}} = \frac{94 \text{ planchas}}{\text{mezcla}}$$

Por cada kilogramo hay S/ 0,947 de costo.

$$\frac{94 \text{ planchas}}{\text{mezcla}} \times \frac{S/ 15,4}{\text{planchas}} \times \frac{1 \text{ mezcla}}{1 529 \text{ kg}} = \frac{S/ 0,947}{\text{kg}}$$

El material que recoge el tamiz es del 53%, el cual es transferido al producto en su totalidad. Lo que se va por el fondo de la salida del tamiz es de 47%, del cual el 37% retorna a la máquina (se recupera) y el otro 10% se pierde en el camino, se adhiere a las tuberías y a los equipos.

Queda en la máquina 53% 0,53 x 1 529 kg = 810,37 kg

Lo que van en fondo de

La salida de los tamices 47% 0,47 X 1 529 Kg = 718,63 Kg

Lo que se pierde 10% 0,1 X 718,63 Kg = 71,86 Kg

El 10% que se pierde por el fondo de la salida de los tamices es de 71,86 Kg. Con este dato se puede hallar el costo de pérdida.

$$\frac{33 \text{ mezclas}}{\text{turno}} \times \frac{3 \text{ turnos}}{\text{día}} \times \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} \times \frac{71,86 \text{ Kg}}{\text{mezcla}} \times \frac{S/ 0,947}{\text{Kg}} = \frac{S/ 2 459 038}{\text{año}}$$

El costo de pérdida de material que se va por el fondo de la salida de los tamices y que no se recupera, en el año 2017 fue de S/ 2 459 038.

Costo por accidentes

En el año 2017 hubo 2 accidentes. Uno fue por fractura de hombro y el otro por corte profundo de mano derecha. Para el cálculo de los costos se tomó en cuenta lo siguiente:

- El descanso médico para la fractura de hombro fue por 4 meses.
- El descanso médico para el corte profundo fue de 1 mes.
- El costo por hora extra de trabajo es 30% más.
- El costo por hora de cada operario es de S/ 6,25.
- El costo por hora extra de cada operario es de S/ 8,125.
- El sueldo mensual de un operario es de S/1 200.

Costo de descanso médico por fractura de hombro:

$$4 \text{ meses} \times S/ 1\ 200 / \text{mes} = S/ 4\ 800$$

Costo de horas extras por fractura de hombro.

$$\frac{192 \text{ horas}}{\text{hora}} \times \frac{S/ 8,125}{\text{hora}} \times \frac{4 \text{ meses}}{\text{año}} = \frac{S/ 6\ 240}{\text{año}}$$

Costo de descanso médico por corte profundo de mano derecha.

$$1 \text{ mes} \times S/ 1\ 200 / \text{mes} = S/ 1\ 200.$$

Costo de horas extras por corte profundo de mano derecha.

$$\frac{192 \text{ horas}}{\text{hora}} \times \frac{S/ 8,125}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ mes}}{\text{año}} = \frac{S/ 1\ 560}{\text{año}}$$

Costo de materiales dañados en accidente fue de S/. 500. El costo total por accidentes en el año 2017 fue de S/ 14 300.

Nota: Los costos por atención en el centro médico y rehabilitación son pagados por el seguro SCTR (Seguro complementario de trabajo de riesgo), que la empresa adquirió para todos los trabajadores de la planta.

Costos por capacitación en seguridad industrial.

Los costos en capacitación en seguridad industrial antes de la mejora es de S/ 0.00 ya que, las capacitaciones eran dictadas por el mismo personal de la línea.

Líneas abajo se encuentra un cuadro resumen de los costos de mantenimiento y seguridad industrial de la línea de plancha de fibrocemento en el año 2017.

Tabla 6. 2

Costos de mantenimiento y seguridad en la línea de planchas de fibrocemento antes de la mejora

Costos de mantenimiento y seguridad de la línea del año 2017	
Costo de la línea	Costos en soles
Mantenimiento programado	S/ 3 874 861
Cambio de producción (SMED)	S/ 263 654
Recuperación de material que se pierde en la salida de los tamices	S/ 2 459 038
Accidentes	S/ 14 300
Capacitación y seguridad industrial	S/ 0, 00
Total	S/ 6 611 853

Elaboración Propia

6.2.2 Costos de la línea después de la mejora

A continuación, se puede observar los cálculos que se hallaron para mostrar la reducción de costos de la línea durante la mejora planteada.

Se toma en cuenta los siguientes datos para los cálculos utilizando la mejora planteada.

- En una hora se produce 389 planchas.
- El precio de venta de la plancha es de S/ 34,32.
- El costo de venta de la plancha es de S/ 22.
- La utilidad de la plancha es de S/12,32.
- El costo de mano de obra por un operario es de S/ 6,25/hr.

- El costo de mano de obra por un mecánico es S/ 20/hr.
- El costo de mano de obra por un electricista es de S/ 25/hr.
- El costo de mano de obra por un coordinador es de S/ 30/hr.
- El costo de mano de obra por un supervisor es de S/ 25/hr.
- El costo de sobretiempo de horas extras es 30% más.

Mantenimiento programado

✓ Costo de mantenimiento programado:

Actualmente el mantenimiento programado dura 12 horas debido a la mala planificación y organización de los trabajos, tiempos muertos, demora en la búsqueda de herramientas, ineficiente asignación de los recursos de mano de obra y desorden en la línea.

Con la mejora planteada el mantenimiento programado va a durar 8 horas y se realiza una vez cada semana. Tomando en cuenta estos datos hay 416 horas en todo el año de mantenimiento programado. (Ver Anexo 3 Determinación del tiempo estándar de las actividades de mantenimiento programado y Ver anexo 4 Sustento de reducción de horas de mantenimiento programado)

Cuando hay un mantenimiento programado se considera 15 operarios (10 de turno y 5 por sobretiempo), 5 mecánicos (3 de turno y 2 por sobretiempo), 3 electricistas (2 de turno y 1 sobretiempo). Así mismo se considera 1 coordinador y 1 supervisor. Para cálculo del costo de mano de obra no se está considerando el gerente y jefe de producción, ya que, ellos tienen a su cargo otras líneas de la planta, por lo que su trabajo no paraliza. También no se considera al asistente y practicante de producción, ya que, su función es temas de reportes y gestión de producción.

Durante el tiempo que dura la mejora (1 año) las horas de mantenimiento programado es de 416 horas. Líneas abajo está el cálculo.

$$\frac{8 \text{ horas}}{\text{Mant. Programado}} \times \frac{52 \text{ Mant. Programado}}{\text{año}} = \frac{416 \text{ horas}}{\text{año}}$$

✓ Costo de mano de obra:

Por turno

$$\frac{416 \text{ horas}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/ } 20}{\text{hora}} \times 3 \text{ Mecánicos} = \frac{\text{S/ } 24 \ 960}{\text{año}}$$

$$\frac{416 \text{ horas}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/ } 25}{\text{hora}} \times 2 \text{ Electricistas} = \frac{\text{S/ } 20 \ 800}{\text{año}}$$

$$\frac{416 \text{ horas}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/ } 6,25}{\text{hora}} \times 10 \text{ Operarios} = \frac{\text{S/ } 26 \ 000}{\text{año}}$$

$$\frac{416 \text{ horas}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/ } 30}{\text{hora}} \times 1 \text{ Coordinador} = \frac{\text{S/ } 12 \ 480}{\text{año}}$$

$$\frac{416 \text{ horas}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/ } 25}{\text{hora}} \times 1 \text{ Supervisor} = \frac{\text{S/ } 10 \ 400}{\text{año}}$$

Por sobretiempo

$$\frac{416 \text{ horas}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/ } 26}{\text{hora}} \times 2 \text{ Mecánicos} = \frac{\text{S/ } 21 \ 632}{\text{año}}$$

$$\frac{416 \text{ horas}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/ } 32,5}{\text{hora}} \times 1 \text{ Electricistas} = \frac{\text{S/ } 13 \ 520}{\text{año}}$$

$$\frac{416 \text{ horas}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/ } 8,13}{\text{hora}} \times 5 \text{ Operarios} = \frac{\text{S/ } 16 \ 910}{\text{año}}$$

El costo de mano de obra durante el tiempo que dura la mejora es de S/. 146 702

✓ Costo por dejar de producir :

$$\frac{416 \text{ horas}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/ } 389 \text{ planchas}}{\text{hora}} \times \frac{\text{S/ } 12,32}{\text{planchas}} = \frac{\text{S/ } 1 \ 993 \ 672}{\text{año}}$$

✓ Costo de materiales de mantenimiento programado:

El costo de materiales por cada mantenimiento programado es de S/ 295. Este costo incluye grasa, pegamento, trapos industrial, silicona líquida, etc. Para el cálculo de este costo se ha considerado 52 mantenimientos al año.

$$\frac{\text{S/ } 295}{\text{mantenimiento}} \times \frac{52 \text{ mantenimientos}}{\text{año}} = \frac{\text{S/ } 15 \ 340}{\text{año}}$$

- ✓ Costo de reparación y costos de materiales que se necesitan para la mejora

El costo de reparación y materiales que se necesitan durante el tiempo que dura la mejora es de S/ 454 269. Se considera un eficiente programa de mantenimiento programado que se viene reflejado en la disminución de costos, ya que, al tener un correcto mantenimiento programado los equipos tendrán una vida útil mayor y con ellos la cantidad de repuestos a comprar será menor. Para el cálculo del costo de mano de obra se consideró las horas de mantenimiento programado que están líneas arriba. Además, el costo de materiales que se necesitan para la mejora es de S/ 1 026. Líneas abajo está el detalle.

Tabla 6. 3

Materiales adicionales que se necesitan para la mejora

Materiales	Costos S/
Llave de boca (15 unid)	S/ 140
Pistola neumática (3 unid)	S/ 228
Rotomartillo neumático (2 unid)	S/ 158
Armario	S/ 500
Total	S/ 1 026

Elaboración Propia

Tabla 6. 4

Costos de repuestos con la mejora planteada

Repuestos	Costos S/
Motor de maquina Hatscheck	S/ 238 560
Rolos prensapastas	S/ 90 000
Bomba de rebose de batea	S/ 85 000
Bomba de alta presión de lavado de fieltro	S/ 39 683
Total	S/ 453 243

Elaboración Propia

El costo de mantenimiento programado total es de S/ 2 609 983

Reducción en tiempos de cambios de producción (SMED)

Con la implementación de la mejora se pretende reducir el tiempo de cambios de producción a 1 hora. Ver anexo 23 (Análisis SMED para reducción de tiempos de cambios)

- ✓ Costo de lo que se deja de producir por cambios de producción (C.Producción) :

$$\frac{1 \text{ hora}}{\text{C.producción}} \times \frac{389 \text{ planchas}}{\text{hora}} \times \frac{\text{S/ } 12,32}{\text{planchas}} \times \frac{36 \text{ C.producción}}{\text{año}} = \frac{\text{S/ } 172 \ 529}{\text{año}}$$

- ✓ Costo de mano de obra por cambios de producción:

$$\frac{1 \text{ hora}}{\text{C.producción}} \times \frac{36 \text{ C.producción}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/ } 20}{\text{hora}} \times 3 \text{ Mecánicos} = \frac{\text{S/ } 2 \ 160}{\text{año}}$$

$$\frac{1 \text{ hora}}{\text{C.producción}} \times \frac{36 \text{ C.producción}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/ } 25}{\text{hora}} \times 2 \text{ Electricistas} = \frac{\text{S/ } 1 \ 800}{\text{año}}$$

$$\frac{1 \text{ hora}}{\text{C.producción}} \times \frac{36 \text{ C.producción}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/ } 6,25}{\text{hora}} \times 6 \text{ Operarios} = \frac{\text{S/ } 1 \ 350}{\text{año}}$$

El costo de mano de obra por cambio de producción es de S/ 5 310. El costo por cambios de producción tomando en cuenta la mejora es de S/ 177 839.

Recuperación de material que se pierde en la salida de los tamices

El costo por fabricar la canaleta por donde se va a recuperar el material es de S/ 0,00 ya que se va a fabricar con material en desuso (chatarra) y con los mismos mecánicos de la compañía.

Costos que incurre la empresa cuando ocurre un accidente.

El objetivo de la mejora es que no haya ningún accidente en la línea, por lo que el costo es de S/ 0,00.

Costo por eliminar el cuello de botella

El costo para eliminar el cuello de botella es de S/ 265 716. Líneas abajo está el detalle del costo.

Tabla 6. 5

Costo para eliminar el cuello de botella

Mejora a implementarse	Costo S/
Sensor láser	1 780
Pistones	9 540
Sensor láser	1 780
Pistones	9 540
Fabricación de ventosas para producción de 6'	75 650
Fabricación de ventosas para producción de 8'	90 870
Fabricación de ventosa para retiro de planchas defectuosas	70 652
Variador de velocidad	5 904
Total	265 716

Elaboración Propia

Costo de capacitación de bloqueo Loto y seguridad industrial

Durante la mejora se consideró los costos en capacitación de bloqueo loto, 3 kits de bloqueo loto y capacitación en SST. El costo de cada kit es de S/ 2000 y se considera 3 kits, por lo que el costo total es de S/ 6000.

En el capítulo V en la parte de alternativa de solución está el detalle de la compra del Kit, así como el detalle de las capacitaciones.

Para la capacitación de la línea se considera las siguientes personas:

- 3 mecánicos
- 2 electricistas
- 10 operarios por turno. El número de trabajo por día son 3 turnos.
- 1 jefe de producción.
- 1 coordinador de producción.
- 3 supervisores de producción.

La cantidad a capacitar es de 40 personas, por esta razón, el costo de bloqueo loto es de S/ 32000 y el costo en seguridad industrial es de S/ 112 000. Como se dijo líneas arriba el detalle de los costos de estas capacitaciones se encuentra en el capítulo V en la parte de alternativas de solución por lo que, aquí se ha optado por poner el costo final. El costo total de capacitación y kit de bloque loto durante el tiempo que dura la mejora es de S/ 150 000.

Líneas abajo están los costos de mantenimiento y seguridad industrial durante el tiempo que dura la mejora.

Tabla 6. 6

Costos de la línea de plancha de fibrocemento con las mejoras planteadas

Costos de mantenimiento y seguridad de la línea con las mejoras planteadas	
Costo de la línea	Monto en soles
Mantenimiento programado	S/ 2 609 983
Cambio de producción (SMED)	S/ 177 839
Mejora de cuello de botella	S/ 265 716
Capacitación y seguridad Industrial	S/ 144 000
Kit Loto	S/ 6000
Total	S/ 3 203 538

Elaboración Propia

Tabla 6. 7

Costos de antes y después de la mejora

Costo antes de la mejora (2017)	Costo después de la mejora	Beneficio en soles
S/ 6 611 853	S/ 3 203 538	S/ 3 408 315

Elaboración Propia

Se presenta un cuadro resumen en el cual se especifica el costo total de la línea antes de la mejora (2017) y después de la mejora, así como, la reducción de costos lo cual se tomará como un beneficio para Eternit. Con la mejora planteada se obtiene una reducción de costos en la línea de S/ 3 408 315.

Se analizó el VANE (Valor actual neto económico) en base a los escenarios planteados. El impacto en los costos en el escenario optimista sería 50% menor, mientras que en un escenario pesimista 50% mayor.

- Realista:

Aquí se considera el costo después de las mejoras planteadas.

S/ 3 203 538

- Optimista:

En un impacto optimista los costos serían 50% menor.

S/. 3 203 538 x 0,5= S/ 1 601 769

- Pesimista:

En un impacto pesimista los costos serian 50% mayor.

S/. 3 203 538 x 1,5= S/ 4 805 307

Tabla 6. 8

Variable dependiente del análisis de sensibilidad

Impacto	Realista	Optimista	Pesimista
Costos de la línea (en soles)	S/ 3 203 538	S/ 1 601 769	S/ 4 805 307

Elaboración Propia

Además se analizó el VANE (Valor actual neto económico) y el TIRE (Tasa interna de retorno económico), obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 6. 9

Resultado del análisis

Escenario	Realista	Optimista	Pesimista
VANE	S/9 935 929	S/10 953 126	S/8 918 731
TIRE	205%	226%	185%

Elaboración Propia

A continuación, se verá a detalle el análisis económico de los escenarios planteados. Para hallar el flujo económico se tomó en cuenta los siguientes cálculos:

Tabla 6. 10

Ventas de las planchas de fibrocemento

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cantidad de Pastas	128 491	129 491	127 371	125 714	129 721	133 814	140 587	147 492	145 848	141 840	135 529	101 764
Precio unitario S/	34.32	34.32	34.32	34.32	34.32	34.32	34.32	34.32	34.32	34.32	34.32	34.32
Ventas S/	4 409 811	4 444 131	4 371 373	4 314 504	4 452 025	4 592 496	4 824 946	5 061 925	5 005 503	4 867 949	4 651 355	3 492 540

Elaboración Propia

Tabla 6. 11

Costo de venta de las planchas de fibrocemento

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cantidad de Pastas	128 491	129 491	127 371	125 714	129 721	133 814	140 587	147 492	145 848	141 840	135 529	101 764
Costo unitario S/	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Costo de Venta S/	2 826 802	2 848 802	2 802 162	2 765 708	2 853 862	2 943 908	3 092 914	3 244 824	3 208 656	3 120 480	2 981 638	2 238 808

Elaboración Propia

Costos de mano de obra de la línea:

Operarios	$\frac{S/6,25}{\text{hora}} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ turno}} \times \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ día}} \times 10 \text{ Operarios} = S/ 45 000$
Mecánicos	$\frac{S/ 20}{\text{hora}} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ turno}} \times \frac{30 \text{ días}}{\text{mes}} \times \frac{3 \text{ turno}}{1 \text{ día}} \times 3 \text{ Mecánicos} = S/ 43 200$
Electricista	$\frac{S/ 25}{\text{hora}} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ turno}} \times \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} \times \frac{3 \text{ turno}}{1 \text{ día}} \times 2 \text{ Electricistas} = S/ 36 000$
Supervisor	$\frac{S/ 4 800}{\text{mes}} \times 3 \text{ Supervisores} = S/ 14 400$
Asistente	$\frac{S/ 2 500}{\text{mes}} \times 1 \text{ Asistente} = S/ 2 500$
Practicante	$\frac{S/ 1 200}{\text{mes}} \times 1 \text{ Practicante} = S/ 1 200$
Coordinador	$\frac{S/ 5 760}{\text{mes}} \times 1 \text{ Coordinador} = S/ 5 760$
Jefe de Producción	$\frac{S/ 10 500}{\text{mes}} \times 1 \text{ Jefe} = S/ 10 500$
Gerente de producción	$\frac{S/ 15 000}{\text{mes}} \times 1 \text{ Gerente} = S/ 15 000$
Ingeniero de automatización	$\frac{S/ 4 000}{\text{mes}} \times 1 \text{ Ingeniero} = S/ 4 000$

El gerente de producción , jefe de producción y ingeniero de automatización están a cargo de las 5 líneas que tiene la empresa. Por esta razón, sus sueldos se van a dividir entre 5 para obtener el sueldo correspondiente a la línea de plancha. El costo de mano de obra mensual es de S/ 153 960. A esto se le suma las dos gratificaciones al año que perciben los trabajadores.

Tabla 6. 12

Costo de venta total realista

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Costo de Venta S/	2 826 802	2 848 802	2 802 162	2 765 708	2 853 862	2 943 908	3 092 914	3 244 824	3 208 656	3 120 480	2 981 638	2 238 808
Costos de ventas Adicionales y otros costos												
Mantenimiento Programado	217 499	217 499	217 499	217 499	217 499	217 499	217 499	217 499	217 499	217 499	217 499	217 499
SMED	14 820	14 820	14 820	14 820	14 820	14 820	14 820	14 820	14 820	14 820	14 820	14 820
Mejora de cuello de botella	22 143	22 143	22 143	22 143	22 143	22 143	22 143	22 143	22 143	22 143	22 143	22 143
Capacitación	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000
Kit Loto	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo de venta total S/	3 093 764	3 115 764	3 069 124	3 032 670	3 120 824	3 210 870	3 359 876	3 511 786	3 475 618	3 387 442	3 248 600	2 505 770

Elaboración Propia

Tabla 6. 13

Utilidad Bruta

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ventas S/	4 409 811	4 444 131	4 371 373	4 314 504	4 452 025	4 592 496	4 824 946	5 061 925	5 005 503	4 867 949	4 651 355	3 492 540
Costo de venta total S/	3 093 764	3 115 764	3 069 124	3 032 670	3 120 824	3 210 870	3 359 876	3 511 786	3 475 618	3 387 442	3 248 600	2 505 770
Utilidad Bruta S/	1 316 048	1 328 368	1 302 249	1 281 835	1 331 201	1 381 627	1 465 070	1 550 140	1 529 886	1 480 507	1 402 756	986 771

Elaboración Propia

Para los costos de ventas adicionales y otros costos se ha realizado un calculo proporcional en base a su costo total del escenario.

Tabla 6. 14

Análisis Económico en el escenario realista

	Mes 0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ventas S/		4 409 811	4 444 131	4 371 373	4 314 504	4 452 025	4 592 496	4 824 946	5 061 925	5 005 503	4 867 949	4 651 355	3 492 540
Costo de Venta total S/		3 093 764	3 115 764	3 069 124	3 032 670	3 120 824	3 210 870	3 359 876	3 511 786	3 475 618	3 387 442	3 248 600	2 505 770
Utilidad Bruta S/		1 316 048	1 328 368	1 302 249	1 281 835	1 331 201	1 381 627	1 465 070	1 550 140	1 529 886	1 480 507	1 402 756	986 771
U.A.I		1 316 048	1 328 368	1 302 249	1 281 835	1 331 201	1 381 627	1 465 070	1 550 140	1 529 886	1 480 507	1 402 756	986 771
Imp. Renta 30%		394 814	398 510	390 675	384 550	399 360	414 488	439 521	465 042	458 966	444 152	420 827	296 031
Utilidad Neta S/		921 233	929 857	911 574	897 284	931 841	967 139	1 025 549	1 085 098	1 070 920	1 036 355	981 929	690 740
Inversión S/	(-)449 051												
Flujo económico S/	(-)449 051	921 233	929 857	911 574	897 284	931 841	967 139	1 025 549	1 085 098	1 070 920	1 036 355	981 929	690 740

TASA	20%
VANE	S/ 9 935 929
TIRE	205%

Elaboración Propia

Como el proyecto tiene una duracion de 12 meses para el calculo del VAN se considero una tasa mensual de 1,53% que es el resultado de pasar la tasa de 20% anual a mensual.

Tabla 6. 15

Costo de venta total optimista

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Costo de Venta S/	2 826 802	2 848 802	2 802 162	2 765 708	2 853 862	2 943 908	3 092 914	3 244 824	3 208 656	3 120 480	2 981 638	2 238 808
Costos de ventas Adicionales y otros costos												
Mantenimiento Programado	108 749	108 749	108 749	108 749	108 749	108 749	108 749	108 749	108 749	108 749	108 749	108 749
SMED	7 410	7 410	7 410	7 410	7 410	7 410	7 410	7 410	7 410	7 410	7 410	7 410
Mejora de cuello de botella	11 072	11 072	11 072	11 072	11 072	11 072	11 072	11 072	11 072	11 072	11 072	11 072
Capacitación	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000
Kit Loto	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Costo de venta total S/	2 960 283	2 960 283	2 960 283	2 960 283	2 960 283	2 960 283	2 960 283	2 960 283	2 960 283	2 960 283	2 960 283	2 960 283

Elaboración Propia

Para los costos de ventas adicionales y otros costos se ha realizado un cálculo proporcional en base a su costo total del escenario.

Tabla 6. 16

Análisis Económico en el escenario optimista

	Mes 0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ventas S/		4 409 811	4 444 131	4 371 373	4 314 504	4 452 025	4 592 496	4 824 946	5 061 925	5 005 503	4 867 949	4 651 355	3 492 540
Costo de Venta S/		2 960 283	2 982 283	2 935 643	2 899 189	2 987 343	3 077 389	3 226 395	3 378 305	3 342 137	3 253 961	3 115 119	2 372 289
Utilidad Bruta S/		1 449 528	1 461 848	1 435 730	1 415 316	1 464 682	1 515 108	1 598 551	1 683 621	1 663 367	1 613 988	1 536 237	1 120 252
U.A.I		1 449 528	1 461 848	1 435 730	1 415 316	1 464 682	1 515 108	1 598 551	1 683 621	1 663 367	1 613 988	1 536 237	1 120 252
Imp. Renta 30%		434 859	438 555	430 719	424 595	439 405	454 532	479 565	505 086	499 010	484 196	460 871	336 076
Utilidad Neta S/		1 014 670	1 023 294	1 005 011	990 721	1 025 277	1 060 575	1 118 986	1 178 534	1 164 357	1 129 792	1 075 366	784 176
Inversión S/	(-449 051)												
Flujo económico S/	(-449 051)	1 014 670	1 023 294	1 005 011	990 721	1 025 277	1 060 575	1 118 986	1 178 534	1 164 357	1 129 792	1 075 366	784 176

TASA	20%
VANE	S/10 953 126
TIRE	226%

Elaboración Propia

Para el cálculo del VAN se considero una tasa mensual de 1,53%, ya que el proyecto dura 12 meses.

Tabla 6. 17

Costo de venta total pesimista

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Costo de Venta S/	2 826 802	2 848 802	2 802 162	2 765 708	2 853 862	2 943 908	3 092 914	3 244 824	3 208 656	3 120 480	2 981 638	2 238 808
Costos de ventas Adicionales y otros costos												
Mantenimiento Programado	326 248	326 248	326 248	326 248	326 248	326 248	326 248	326 248	326 248	326 248	326 248	326 248
SMED	22 230	22 230	22 230	22 230	22 230	22 230	22 230	22 230	22 230	22 230	22 230	22 230
Mejora de cuello de botella	33 215	33 215	33 215	33 215	33 215	33 215	33 215	33 215	33 215	33 215	33 215	33 215
Capacitación	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000	18 000
Kit Loto	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
Costo de venta total S/	3 227 244	3 249 244	3 202 604	3 166 150	3 254 304	3 344 350	3 493 356	3 645 266	3 609 098	3 520 922	3 382 080	2 639 250

Para los costos de ventas adicionales y otros costos se ha realizado un cálculo proporcional en base a su costo total del escenario.

Tabla 6. 18

Análisis Económico en el escenario pesimista

	Mes 0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ventas S/		4 409 811	4 444 131	4 371 373	4 314 504	4 452 025	4 592 496	4 824 946	5 061 925	5 005 503	4 867 949	4 651 355	3 492 540
Costo de Venta S/		3 227 244	3 249 244	3 202 604	3 166 150	3 254 304	3 344 350	3 493 356	3 645 266	3 609 098	3 520 922	3 382 080	2 639 250
Utilidad Bruta S/		1 182 567	1 194 887	1 168 768	1 148 354	1 197 720	1 248 146	1 331 590	1 416 659	1 396 405	1 347 027	1 269 275	853 290
U.A.I		1 182 567	1 194 887	1 168 768	1 148 354	1 197 720	1 248 146	1 331 590	1 416 659	1 396 405	1 347 027	1 269 275	853 290
Imp. Renta 30%		354 770	358 466	350 631	344 506	359 316	374 444	399 477	424 998	418 922	404 108	380 783	255 987
Utilidad Neta S/		827 797	836 421	818 138	803 848	838 404	873 702	932 113	991 661	977 484	942 919	888 493	597 303
Inversión S/	(-449 051)												
Flujo económico S/	(-449 051)	827 797	836 421	818 138	803 848	838 404	873 702	932 113	991 661	977 484	942 919	888 493	597 303

TASA	20%
VANE	S/ 8 918 731
TIRE	185%

Elaboración Propia

Para el cálculo del VAN se considero una tasa mensual de 1,53%, ya que el proyecto dura 12 meses.

Análisis económico y financiero de la propuesta

La inversión requerida para implementar las mejoras será realizada por la empresa. No se utilizará financiamiento externo. Por esta razón, el análisis es solo económico más no financiero.

Para el análisis económico del proyecto se ha considerado una tasa de 20% fijado por la alta dirección de la empresa y un impuesto a la renta de 30%, por indicación de la compañía.

Tabla 6. 19

Resultado del análisis económico realista

VANE	S/ 9 935 929
TIRE	205%

Elaboración Propia

En la Tabla 6.19, el VAN (Valor actual neto) y TIR (Tasa interna de retorno) realista es de S/ 9 935 929 y 205%. Tales resultados hace que el proyecto tenga impactos positivos en la empresa como para la sociedad, ya que el $VAN > 0$ y el $TIR > 1,53\%$.

Impacto de la solución propuesta

- Impacto social

A continuación, se calculó los principales indicadores sociales que se tomó en cuenta en la mejora.

Valor Agregado:

Este indicador mide la evaluación socio económica de un proyecto. Para el cálculo de este indicador en la mejora se tomó en cuenta los sueldos y la utilidad antes de impuestos y después se calculó el VANE utilizando una tasa mensual de 1,53% que equivale a 20 % anual el cual fue fijado por la empresa.

Con todos estos datos el valor agregado a lo largo del proyecto es de S/17 091 872.

Líneas abajo, se puede el observar el cálculo de este indicador.

Tabla 6. 20

Valor agregado acumulado

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Sueldos S/	179 620	179 620	179 620	179 620	179 620	179 620	179 620	179 620	179 620	179 620	179 620	179 620
U.A.I	1 316 048	1 328 368	1 302 249	1 281 835	1 331 201	1 381 627	1 465 070	1 550 140	1 529 886	1 480 507	1 402 756	986 771
Valor Agregado	1 495 668	1 507 988	1 481 869	1 461 455	1 510 821	1 561 247	1 644 690	1 729 760	1 709 506	1 660 127	1 582 376	1 166 391

Valor Agregado Acumulado S/ 16 792 112

Elaboración Propia

- Relación producto/capital:

Este indicador mide la relación entre el valor agregado y la inversión total del proyecto.

$$\text{Producto – Capital} = \frac{\text{Valor agregado}}{\text{Inversión Total}}$$

$$\text{Producto – Capital} = \frac{\text{S/ 16 792 112}}{\text{S/ 449 051}}$$

La relación Producto – Capital es 37,39 veces la inversión.

En base al resultado, la relación de este indicador es positiva, ya que, el valor agregado es 37,39 veces más que la inversión total del proyecto.

- Intensidad de capital:

Este indicador mide la capacidad de una empresa para utilizar eficazmente sus activos.

Para la mejora, se tomó en cuenta la relación de la inversión total del proyecto versus el valor agregado del proyecto.

$$\text{Intensidad de Capital} = \frac{\text{Inversión Total}}{\text{Valor agregado}}$$

$$\text{Intensidad de Capital} = \frac{\text{S/ 449 051}}{\text{S/ 16 792 112}}$$

La intensidad de capital es 0,02. Este resultado indica que se invierte menos y se obtiene mayor valor agregado.

- Densidad de capital:

Este indicador se utiliza para estimar la inversión necesaria para crear un puesto de trabajo. En la mejora se tomó en cuenta 6 puestos de trabajo (1 supervisor, 4 analistas, 1 practicante).

$$\text{Densidad de Capital} = \frac{\text{Inversión Total}}{\text{N° de empleos}}$$

$$\text{Densidad de Capital} = \frac{\text{S/ 449 051}}{6}$$

Densidad de capital = S/ 74 841

El resultado obtenido indica que se ha invertido S/ 74 841 por cada empleo generado en el proyecto.

- Impacto ambiental

En base al análisis de la matriz de Leopold, que se muestra líneas abajo se puede afirmar que el proyecto de mejora propuesto en la línea no tiene impacto significativo en las características del agua, aire, suelo y en lo que respecta a la salud del trabajador. Además no afecta la flora y fauna del medio ambiente donde se encuentra la planta. Sin embargo, tiene un efecto importante en los factores culturales como empleo y educación, que genera una mejor calidad de vida y educación profesional.

Figura 6. 1

Matriz Leopold

Componentes ambientales (Factores ambientales)		Actividades involucradas en la etapa del proyecto						
		Mejora en la línea de planchas de fibrocemento de la Fabrica Peruana Eternit S.A: Realizar plan de mantenimiento preventivo,planificar y priorizar los trabajos de mantenimiento preventivo, implementar 5 S´,elaborar control estadístico, asignar zona de producto sustraído de los mantenimientos , fabricación de canaletas, creación de una matriz de clasificación de condiciones inseguras, capacitaciones, implementación de OEE y aplicación de SMED.						
		Aspectos generales del proyecto						
		Limpieza de equipos	Ruido	Agua Residual Industrial	Accidentes	Residuos Sólidos	Capacitaciones	Total Magnitud
1	Aire		-1 1					-1
2	Suelo	-1 2		-2 2		-2 2		-5
3	Agua	-1 2		-1 2				-2
4	Flora							
	Fauna							
5	Salud trabajador		-1 1	-1 1	-2 2	-1 1	3 3	-2
	Educación y cultura						2 2	2
	Vivienda							
	Alimentación							
	Empleo				-1 1		4 4	3
Total de importancia		4	2	5	3	3	9	

Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- Con el uso de las herramientas de ingeniería industrial se mejoró el proceso productivo de la línea de planchas de fibrocemento tales como: diagrama de Ishikawa, Pareto, SMED, 5 S' Y OEE obteniendo resultados positivos en la reducción de costos.
- A través de la implementación de las 5S' y de un correcto mantenimiento programado se logró disminuir las horas de mantenimiento a 8 horas.
- Mediante la implementación de las 5S', un programa de limpieza y fabricación de una canaleta de recuperación de material se logró mejorar el rendimiento de materia prima.
- Mediante capacitaciones en seguridad industrial, elaboración de matriz IPERC y procedimientos contra todo tipo de emergencia se logró reducir los incidentes de la línea de plancha de fibrocemento ya que uno de los objetivos es que no se presente ningún accidente.
- Mediante un correcto mantenimiento programado, adecuada limpieza, buen rendimiento de materia prima, reducción en las horas de cambios de producción se logró mejorar la productividad de la línea de plancha de fibrocemento.
- Después de la mejora el costo de mantenimiento de la línea fue de S/3 203 538 , así mismo; se analizó el valor actual neto económico cuyo resultado fue S/ 9 935 929 y un tasa interna de retorno económico de 205%.

RECOMENDACIONES

- El personal de la línea no mantiene limpia y ordenada su zona de trabajo, las herramientas están todas desordenadas y sin rotular, hay cosas en desuso que aún se mantienen en la línea, por lo que se recomienda que si se desea que las 5'S sean sostenibles en el tiempo, el personal debe saber con exactitud que son las 5'S, para que sirven y cuáles son los beneficios que se esperan obtener. El operador como parte de sus funciones diarias, al terminar su turno deberá dejar limpio y ordenado su zona de trabajo, se debe adquirir armarios amplios y con subdivisiones para que los operarios puedan guardar sus herramientas y se debe ubicar una zona para trasladar las cosas en desuso que se encuentran en la línea. Cabe mencionar que una de las variables claves son los jefes y supervisores de la línea y el compromiso que tienen en cuanto a las 5'S, ya que, si el personal que tienen a su cargo, que son los operarios, no ven que ellos están comprometidos con las 5'S y no los motivan a mantener la línea, ordena y limpia, entonces lo que se pudo lograr en un inicio con la implementación de las 5'S se perderá.
- Con el SMED se logra reducir los tiempos que toman los cambios de producción pero siempre se tiene que apuntar a reducir cada vez más el tiempo del cambio de producción anterior.
- Todos los días en las mañanas se debe tener una reunión, donde asistan los responsables del área de mantenimiento y de producción, para analizar y encontrar las causas raíces de las paradas no programadas del día anterior, proponiendo acciones para que no vuelvan a ocurrir.
- Se recomienda publicar los indicadores más relevantes de la línea de cada turno (Eficiencia de máquina consumida, eficiencia de máquina efectiva, rendimiento de materia prima, porcentaje de paradas, porcentaje de rechazo, índice de frecuencia, índice de gravedad) para que el personal operario tenga conocimiento de cómo terminó su turno y de esta manera este más comprometido con los objetivos de la línea.
- Las capacitaciones en cuanto a temas de seguridad deben de ser constantes para que de esta manera el personal sienta que la empresa se preocupa por la seguridad.
- No se puede mejorar lo que no se puede medir. Se tiene que llevar un control de las variables de los procesos para poder detectar cualquier desviación,

encontrando la causa raíz y presentando planes de acción para corregir estas desviaciones.

- Se debe incluir dentro de las funciones de los supervisores, proponer e implementar mejoras en la línea.



REFERENCIAS

- Bonilla, E.; Diaz, B.; Kleeberg, F.; Noriega, M. (2014). Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas. Lima: Universidad de Lima, Fondo Editorial.
- Cabrejos, D. y Mejia, K. (2013). Mejora de la Productividad en el área de Confecciones de la empresa Best Group Textil S.A.C mediante la aplicación de la metodología PHVA. Tesis para Obtener el título de Ingeniería Industrial. Recuperado el 18 de Setiembre de 2017, de http://www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20131_3.pdf
- Cámara Peruana de la Construcción. (20 de Marzo de 2019). Recuperado de <https://www.capeco.org/>
- El diario de Economía y Negocios del Perú. (Octubre de 01 de 2017). INEI: Construcción sigue en racha positiva y logra su crecimiento más alto en agosto. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/inei-construccion-sigue-racha-positiva-y-logra-su-crecimiento-mas-alto-agosto-2201296>
- Eternit. (01 de Abril de 2019). Recuperado de <https://www.eternit.com.pe/es-es/productos/todos-productos#Productos>
- Eternit Construimos Confianza. (18 de Diciembre de 2017). Recuperado de <http://www.eternit.com.pe/es-es/sobre-nosotros>
- Jaca García, M. C. y Santos García, J. (2009). La mejora continua en las organizaciones. Análisis de su implantación en 30 empresas. DYNA, 134-141.
- Mejía Carrera. (Setiembre de 2013). Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial. Lima, Perú. Recuperado el 18 de Setiembre de 2017, de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4922/MEJIA_SAMIR_ANALISIS_MEJORA_PROCESO_CONFECCIONES_ROPA.pdf
- Pastor, E. (2010). Mejora Continua de los procesos: herramientas y técnicas. Lima: Universidad de Lima.
- PBI de Construcción. (01 de Abril de 2019). Recuperado de http://www3.vivienda.gob.pe/Destacados/estadistica/62_PBI-CONSTRUCCION.pdf.

BIBLIOGRAFIA

Frey Morote, Juan Carlos y Vela Ruiz, Jessica Paola. (09 de 05 de 2016). Relevancia del proceso de abastecimiento en empresas grandes del sector construcción : estudio de caso comparado entre empresas familiares peruanas. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. Recuperado el 2017, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6847>

García, A. (2013). Estrategias empresariales: Una visión holística. Bilineata Publishing.

Hansen, R. (2001). Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production/maintenance Tool for Increased Profits. Industrial Press Inc.

Méndez, M. (2003). El proceso de cambio de útiles. FC Editorial.

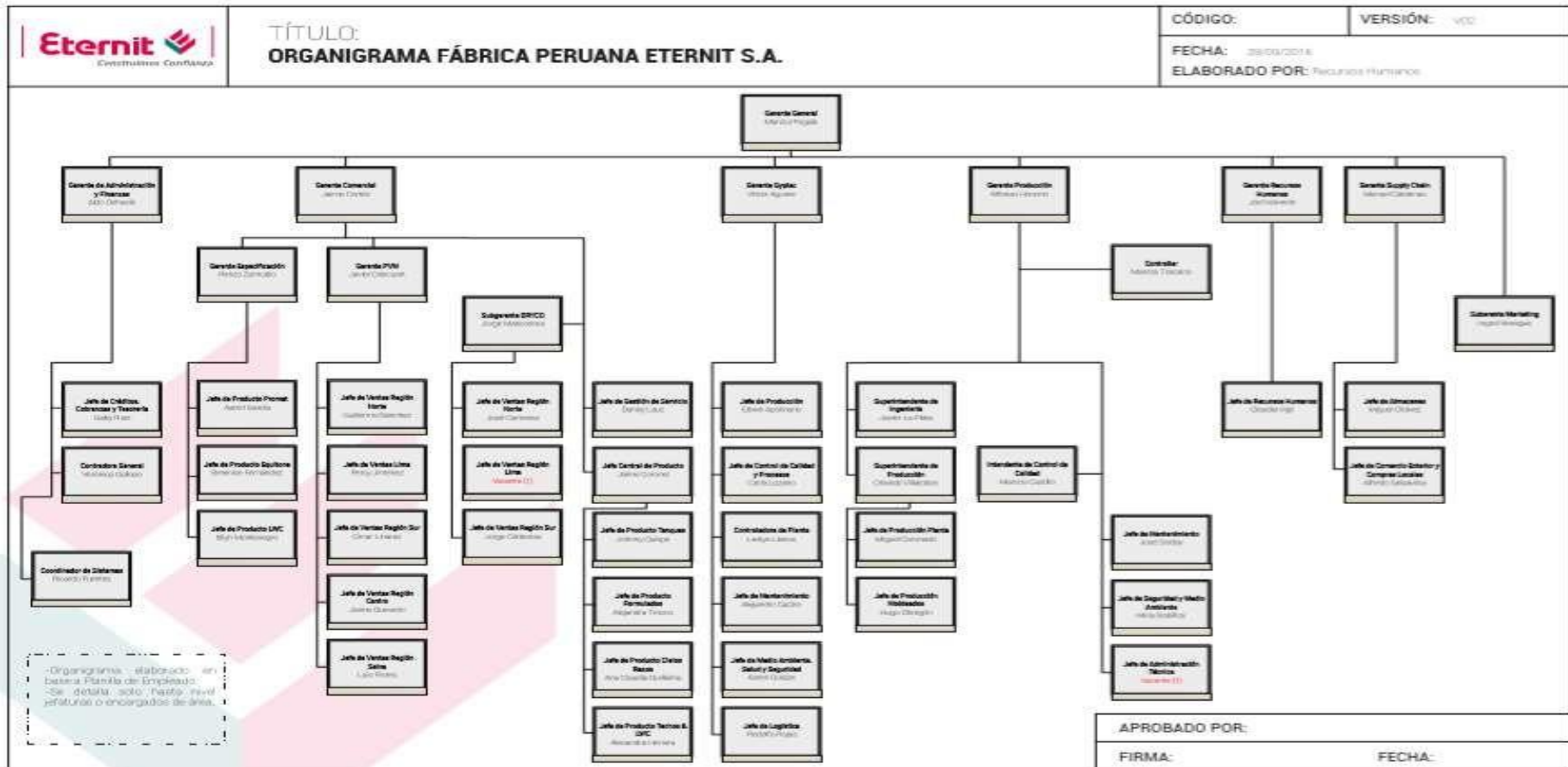
Porter, M. (2017). Ser competitivo: Edición actualizada y aumentada. Grupo Planeta.

Zacarias, H. (2014). Administración Estratégica. Grupo Patria.



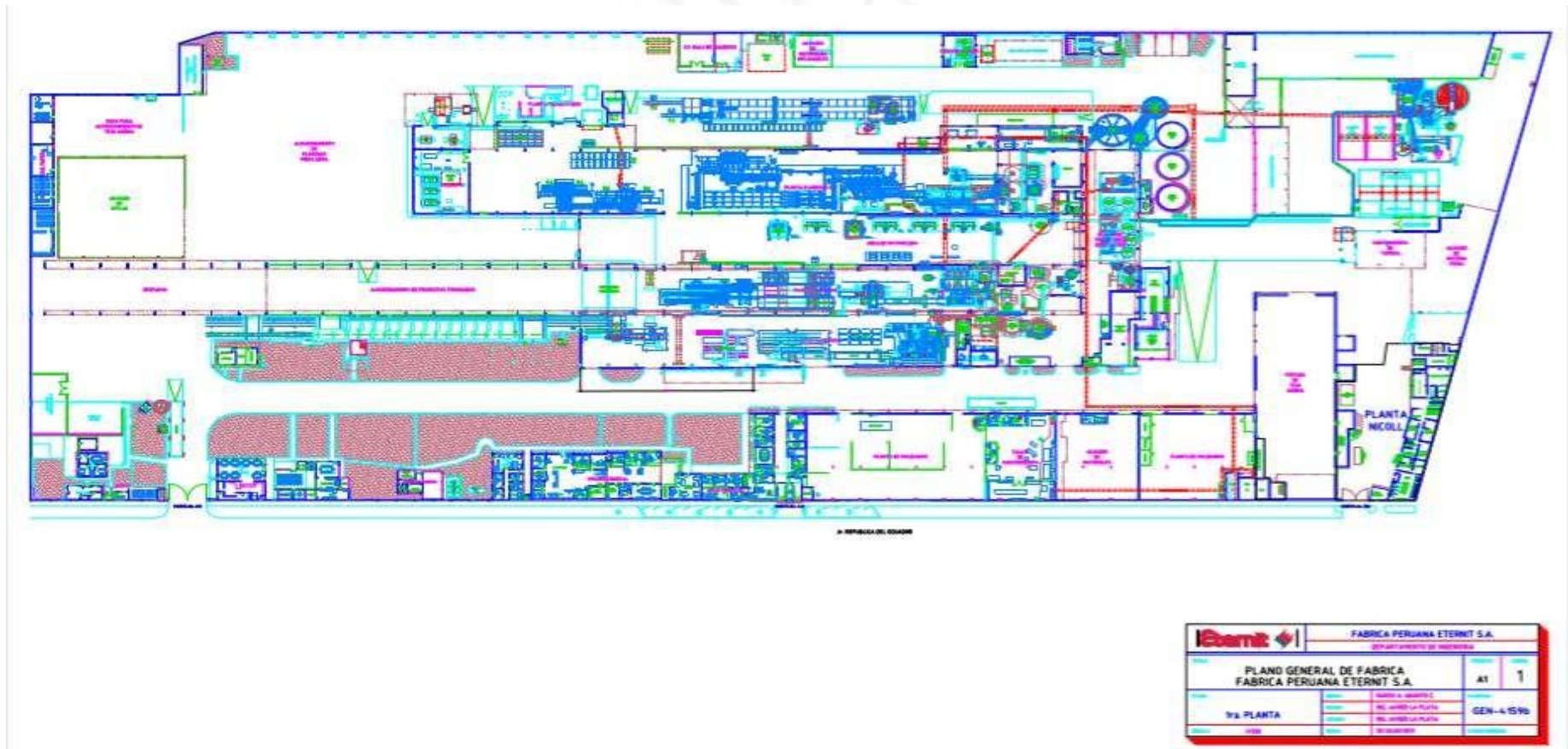
ANEXOS

Anexo 1: Organigrama



Fuente: Fabrica Peruana Eternit (2018)

Anexo 2: Plano general de la Fabrica Peruana Eternit S.A



Fuente: Fabrica Peruana Eternit (2018)

Anexo 3: Determinación del tiempo estándar de las actividades de mantenimiento programado

N° de elementos	Elementos
E1	Limpieza de Cisterna Principal
E2	Limpieza de Línea de Agua de Arrastre
E3	Limpieza de Línea de recuperación de 6'
E4	Limpieza de Mezclador
E5	Limpieza de canaletas de rebose de bateas + Caja rebose
E6	Limpieza de Premixer + Timones reguladores de alimentación a bateas
E7	Limpieza de Selectifier + Caja de desconche
E8	Limpieza de Canaletas de alimentación a bateas
E9	Limpieza de Kanaflex´s de succión de vacíos
E10	Limpieza de Bateas 1, 2 y 3
E11	Limpieza de Mesas de lavado y secado de Filtro
E12	Limpieza de Mesas principales de vacío
E13	Limpieza de Mesas tubulares de fijación
E14	Limpieza de Desintegrador de recortes
E15	Limpieza de Línea "Y" y Codo adyacente al desintegrador de pasta+ caída a cisterna principal
E16	Limpieza de Línea de subida a torre de enfriamiento
E17	Limpieza de poza de agua de sello
E18	Lubricación de la caja de rodamientos de la bomba de descarga de mezclador
E19	Lubricar de los rodamientos del motor de la bomba de descarga de la cisterna principal
E20	Mantenimiento de los ejes de los agitadores de la hatschek
E21	Mantenimiento de los orientadores de la hatschek
E22	Lubricación de chumaceras de los rolos prensapastas
E23	Lubricación de chumaceras de los tamices
E24	Lubricación de chumaceras del rolo templador de fieltro
E25	Lubricar los rodamientos del motor de la bomba del sistema de traslación de la onduladora
E26	Lubricar los rodamientos del motor del agitador del mezclador
E27	Lubricación de chumaceras de los rodillos de las fajas transportadoras
E28	Mantenimiento a los tableros eléctricos
E29	Limpieza de Cono
E30	Limpieza de Poza de recuperación
E31	Limpieza de Canaletas alrededor de máquina
E32	Limpieza de Línea de recuperación de 8'
E33	Limpieza de Línea de bajada a torre de enfriamiento
E34	Limpieza de Línea de fluidores alrededor de máquina
E35	Limpieza de Línea de Cisterna principal a Desintegrador de recortes

(continúa)

(continuación)

N° de elementos	N° de observaciones (Segundos)										Promedio	Desv. Estandar	N° Muestras	Rango (+20%)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				Min	Max
E1	617	620	610	615	820	816	819	606	608	609	674	99,70	7	539	809
E2	690	681	917	655	670	664	680	670	900	680	721	99,55	6	577	865
E3	690	688	677	940	694	927	690	958	674	682	762	124,35	9	610	914
E4	501	505	693	748	493	847	503	483	480	488	574	135,47	19	459	689
E5	543	548	783	530	540	772	535	738	555	545	609	108,04	11	487	731
E6	493	490	510	500	499	485	480	500	493	490	494	8,59	0	395	593
E7	377	388	593	601	585	378	390	388	395	385	448	100,27	17	358	538
E8	335	340	339	345	329	347	333	341	336	330	338	6,00	0	270	405
E9	745	1002	740	728	1010	734	750	999	745	740	819	127,40	8	655	983
E10	503	500	690	500	700	510	500	699	482	490	557	96,20	10	446	669
E11	580	550	600	570	806	555	610	768	581	593	621	89,73	7	497	746
E12	600	589	583	783	592	589	804	591	799	582	651	99,72	8	521	781
E13	600	600	630	610	645	649	600	600	650	600	618	22,46	0	495	742
E14	800	800	750	750	750	750	800	800	800	800	780	25,82	0	624	936
E15	190	210	200	300	240	188	305	190	240	200	226	44,41	13	181	272
E16	480	470	460	683	488	700	695	468	479	500	542	104,42	12	434	651
E17	730	1060	749	1081	1090	725	738	1085	750	739	875	176,16	14	700	1050
E18	366	551	359	582	392	560	573	388	385	390	455	97,19	15	364	546
E19	348	488	345	500	338	348	494	336	335	330	386	74,66	13	309	463
E20	3500	2500	3472	2500	2300	3508	2000	3400	2500	2200	2788	607,49	16	2230	3346
E21	2200	2400	3063	3055	2371	3070	2200	2251	2350	2400	2536	370,90	7	2029	3043
E22	410	568	413	572	414	592	449	421	401	410	465	78,76	10	372	558
E23	401	420	415	555	400	420	590	418	583	410	461	80,01	10	369	553
E24	211	207	310	210	219	320	220	220	330	220	247	51,01	14	197	296
E25	599	581	850	591	800	583	596	810	550	591	655	115,26	10	524	786
E26	244	243	293	220	272	340	245	340	250	250	270	41,72	8	216	324
E27	1500	1500	1980	1500	1979	1500	1200	1980	1983	1250	1637	314,08	12	1310	1965
E28	2600	2600	3598	2600	3600	2600	3650	2600	2600	2600	2905	490,97	10	2324	3486
E29	700	700	700	929	700	930	700	925	700	700	768	110,14	7	615	922
E30	789	1100	780	1080	791	790	1088	800	799	790	881	144,15	9	705	1057
E31	300	400	250	410	300	399	259	300	220	260	310	69,22	17	248	372
E32	833	845	620	859	620	619	625	629	635	630	692	106,68	8	553	830
E33	519	528	530	550	721	542	700	527	530	530	568	75,90	6	454	681
E34	450	450	620	489	450	610	423	481	611	444	503	78,73	8	402	603
E35	500	480	635	470	462	633	450	450	450	620	515	80,49	8	412	618

(continúa)

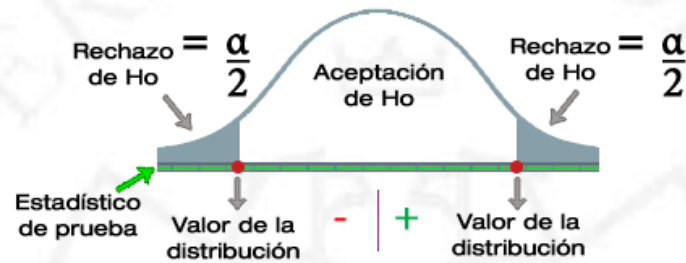
(continuación)

N° de elementos	N° de observaciones (Segundos)										Promedio	Valorizacion	Tiempo normal	Suplementos	Frecuencia	Tiempo estandar en sg	Tiempo estandar en hr.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
E1	617	620	610	615				606	608	609	476	1,1	524	17%	15	9191	2,6
E2	690	681		655	670	664	680	670		680	539	1,2	647	17%	15	11351	3,2
E3	690	688	677		694		690			674	682	1,1	586	17%	15	10285	2,9
E4	501	505			493		503	483	480	488	493	1,1	543	17%	15	9523	2,6
E5	543	548		530	540		535	555	545	542	542	1,1	597	17%	7	4885	1,4
E6	493	490	510	500	499	485	480	500	493	490	494	1,2	593	17%	7	4855	1,3
E7	377	388				378	390	388	395	385	386	1,2	463	17%	7	3792	1,1
E8	335	340	339	345	329	347	333	341	336	330	338	1,1	371	17%	7	3041	0,8
E9	745		740	728		734	750		745	740	740	1,1	814	17%	7	6669	1,9
E10	503	500		500		510	500		482	490	498	1,1	548	17%	7	4485	1,2
E11	580	550	600	570		555	610		581	593	580	1,1	638	17%	7	5224	1,5
E12	600	589	583		592	589		591		582	589	1,1	648	17%	7	5310	1,5
E13	600	600	630	610	645	649	600	600	650	600	618	1,1	680	17%	7	5571	1,5
E14	800	800	750	750	750	750	800	800	800	800	780	1,1	858	17%	15	15058	4,2
E15	190	210	200		240	188		190	240	200	207	1,1	228	17%	15	4001	1,1
E16	480	470	460		488			468	479	500	478	1,1	526	17%	15	9225	2,6
E17	730		749			725	738		750	739	739	1,1	812	17%	15	14257	4,0
E18	366		359		392			388	385	390	380	1,1	418	17%	7	3423	1,0
E19	348		345		338	348		336	335	330	340	1,1	374	17%	7	3063	0,9
E20		2500		2500	2300		2000		2500	2200	2333	1,1	2567	17%	7	21021	5,8
E21	2200	2400			2371		2200	2251	2350	2400	2310	1,1	2541	17%	7	20813	5,8
E22	410		413		414		449	421	401	410	417	1,1	459	17%	7	3755	1,0
E23	401	420	415		400	420		418		410	412	1,1	453	17%	7	3712	1,0
E24	211	207		210	219		220	220		220	215	1,1	237	17%	7	1940	0,5
E25	599	581		591		583	596		550	591	584	1,1	643	17%	7	5265	1,5
E26	244	243	293	220	272		245		250	250	252	1,1	277	17%	7	2271	0,6
E27	1500	1500		1500		1500	1200			1250	1408	1,1	1549	17%	7	12688	3,5
E28	2600	2600		2600		2600		2600	2600	2600	2600	1,1	2860	17%	7	23423	6,5
E29	700	700	700		700		700		700	700	700	1,1	770	17%	15	13514	3,8
E30	789		780		791	790		800	799	790	791	1,1	870	17%	15	15276	4,2
E31	300		250		300		259	300	220	260	270	1,1	297	17%	15	5210	1,4
E32			620		620	619	625	629	635	630	625	1,1	688	17%	15	12074	3,4
E33	519	528	530	550		542		527	530	530	532	1,1	585	17%	15	10270	2,9
E34	450	450		489	450		423	481		444	455	1,3	592	17%	15	10387	2,9
E35	500	480		470	462		450	450	450		466	1,3	606	17%	15	10632	3,0

Elaboración Propia

Para los cálculos del anexo 3 se consideró las siguientes variables:

Variables	
Nivel de confianza	90%
Error	10%
Tamaño de la muestra	10
Ajuste	20%
1 - alfa (α)	0,9
Alfa	0,1
T	1,833



Para el cálculo del N° de muestras se utilizó la siguiente fórmula para $N^{\circ} < 30$

$$N = \frac{t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-1\right)}^2 * S^2}{E_r^2 * \bar{X}^2}$$

Anexo 4: Check list de condiciones insegura

FECHA	TURNO	COD. TRABAJADOR		Accesos y zonas de tránsito se encuentran libres de obstáculos	Plataformas, escaleras, y barandas están en buen estado.	Personal de la línea cuenta con sus EPP's completos y en buen estado.	Se revisó que las guardas se encuentren en su lugar y en buen estado.	La línea cuenta con sus extintores, botiquín y camilla	COMENTARIOS	FIRMA	
											*Colocar en los recuadros solamente SI, NO o NA
	1										
	2										
	3										
	1										
	2										
	3										
	1										
	2										
	3										
	1										
	2										
	3										
Nombre y Apellido:		<u>Supervisor de Turno 1</u>				<u>Supervisor de Turno 2</u>				<u>Supervisor de Turno 3</u>	
Firma:		-				-				-	

Elaboración Propia

Anexo 5: Criterios de evaluación para la clasificación de condiciones inseguras por prioridad

GRAVEDAD

INDICE	DAÑO PERSONAL	DAÑO A LA PROPIEDAD	IMPACTO AMBIENTAL	CRITERIOS
40	Accidente que resulta en la muerte	>1000.000	Impacto externo mayor	Fatalidad
15	Accidente con lesión muy seria	> 250.000	impacto fuera del sitio / instalación	Accidente que genera una incapacidad permanente
7	Accidente con lesión seria	> 50.000	Gran impacto en en el sitio / instalación	Accidente que genera mayor a 3 días de descanso médico sin incapacidad permanente
3	Accidente con lesión	> 10.000	impacto en el área de construcción / producción	Accidente con hasta 3 días con tiempo perdido
2	Accidente con lesiones menores	> 5.000	Impacto solamente en la instalación	Atenciones médicas sin tiempo perdido
1	Accidente sin tiempo perdido, primeros auxilios	>= 250	Impacto en el lugar del incidente	Atención de primeros auxilios o casi accidente

PROBABILIDAD

INDICE	SITUACION	CONTROL ACTUAL
10	Probable	No hay forma de controlarlo
6	Muy posible	Solo se tiene EPP / Programa de comportamiento
3	Inusual	Entrenamiento en procedimiento
1	Improbable	Sustitución / Ingeniería
0.2	Prácticamente imposible	Eliminación

FRECUENCIA

1	Continuo	Diario, varias veces	Ocurre con frecuencia en nuestro sitio
2	Frecuente	> 1 x semana	Ya sucedió en nuestro sitio
3	A menudo	1 x semana	Ya sucedió en nuestra empresa
4	Ocasionalmente	1 x mes	Ya sucedió en nuestra rama
5	Raramente	1 x año	Ya he oído hablar de eso
6	Muy Raramente	1 x 5 años	Nunca lo oí

NIVEL DE RIESGO

INDICE	RIESGO
A	101 - 400
B	41 - 100
C	21 - 40
D	7 - 20
E	4 - 6
F	0 - 3

Elaboración Propia

Anexo 6: Matriz de clasificación de condiciones inseguras por prioridad

A	60 DÍAS	28 DÍAS	7 DÍAS	3 DÍAS	1 DÍA	1 DÍA
B	90 DÍAS	60 DÍAS	15 DÍAS	7 DÍAS	2 DÍAS	1 DÍA
C	120 DÍAS	90 DÍAS	15 DÍAS	7 DÍAS	3 DÍAS	2 DÍAS
D	180 DÍAS	120 DÍAS	20 DÍAS	10 DÍAS	5 DÍAS	3 DÍAS
E	300 DÍAS	150 DÍAS	28 DÍAS	15 DÍAS	10 DÍAS	7 DÍAS
F	365 DÍAS	180 DÍAS	60 DÍAS	45 DÍAS	28 DÍAS	15 DÍAS
	6	5	4	3	2	1

Nivel de riesgo: Probabilidad x Gravedad

Nivel de priorización: [Nivel de riesgo – Frecuencia]

Elaboración Propia

Anexo 7: Formato de evaluación para auditorías de 5'S

FORMATO DE EVALUACIÓN

Calif.

Seleccionar	
1	Cuentan con implementos de seguridad en su área
2	Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso (solo se tiene lo necesario)
3	Los equipos, escaleras, guardas se encuentran en buen estado (en su sitio, no roto, sin óxido, pintado)
4	Existen objetos sin uso en los últimos 6 meses
5	Pasillos libres de obstáculos
6	Las cajas o gabinetes de herramientas están libres de objetos sin uso
7	En el área, se cuenta con solo lo necesario para trabajar
8	Las áreas se encuentran debidamente señalizadas
9	Se ven materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado
10	Los miembros del equipo conocen el proceso de selección y se esfuerzan por sostenerlo por turno

Ordenar	
11	Las áreas están debidamente identificadas, es fácil encontrar lo que se busca inmediatamente
12	Existen lugares asignados para las herramientas y materiales (se encuentra identificado)
13	Los tachos de basura están en el lugar adecuado, y asignado para su fin
14	Apilamiento adecuado de materiales y herramientas para el trabajo
15	Es posible diferenciar, producto conforme, no conforme y en proceso
16	Es fácil saber el inventario de las herramientas, materiales y equipos empleados.
17	Todas las identificaciones en gabinetes, zonas están actualizadas y se respetan
18	Los residuos son correctamente segregados según tipo. (Se cumple programa de segregación)
19	Los pisos se encuentran claramente señalizados, así como los sectores de equipos.
20	Los miembros del equipo conocen el proceso de orden y se esfuerzan por sostenerlos por turno.

Limpia r	
21	EPP's en buen estado (Epp's cumplen su función)
22	Los equipos, escaleras y guardas se encuentran limpios.
23	Las herramientas de trabajo, cajas y gabinetes se encuentran limpias
24	Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas (se evita la acumulación de material)
25	Las paredes y columnas se encuentran limpias
26	Se cumplen los planes de limpieza
27	Se cuenta con disponibilidad de materiales e instrumentos de limpieza (señalizada y ordenada)
28	Ausencia de puntos de contaminación o fuga de material
29	Los miembros del equipo conocen el proceso de limpieza y se esfuerzan por sostenerlos por turno.

Guía de calificación
0 = No hay implementación
1 = En Proceso
2 = Implementado
NA = No Aplica

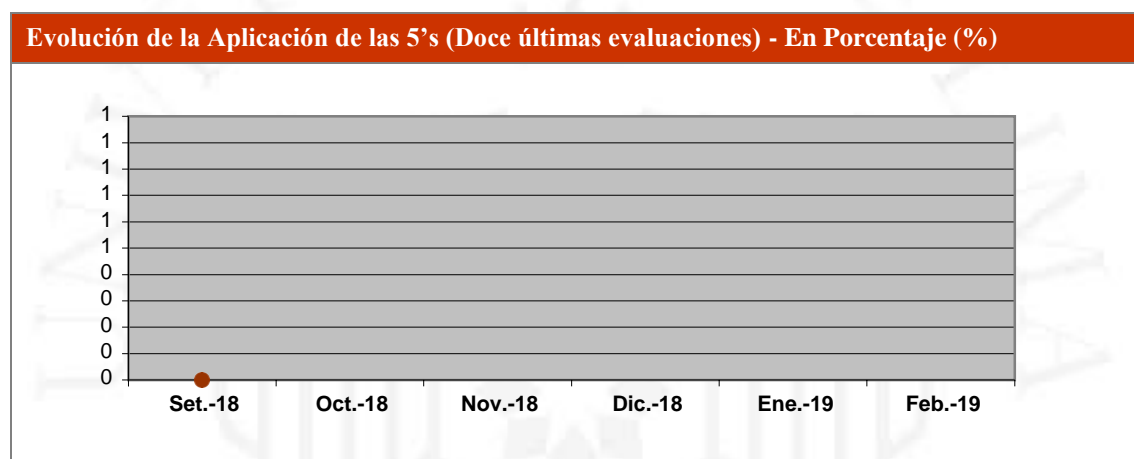
Puntos obtenidos	
Puntos posibles	58
Resultado	

Elaboración Propia

Anexo 8: Formato de observaciones encontradas en auditorías de 5'S

Inspección N.º	Área Inspeccionada	Fecha de Evaluación

Inspección realizada por:	
Responsable de área:	
Observador (operario):	



Registro de Incidencias Incidencias de Seguridad:

	(Anexar foto)		
Recomendaciones			

(continúa)

(continuación)

Incidencias Clasificación / Orden / Limpieza:

Incidencia N.º	2	Área	
Aspecto Evaluado			
Descripción			
		(Anexar foto)	

	2		
		(Anexar foto)	
Recomendaciones			

	2		
		(Anexar foto)	
Recomendaciones			

Elaboración Propia

Anexo 9: Formato de control de tarjetas rojas de 5'S

Nº Tarjeta	Fecha	Nombre del artículo	Cantidad	Plan de acción	Estatus	Comentarios	Responsable	Fecha de cierre	Foto	Foto después
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										

Elaboración Propia

Anexo 10: Formato de control de tarjetas rojas de 5'S-Herramientas

N°	INVENTARIO DE HERRAMIENTAS						
	Herramienta (Descripción de herramienta)	Cantidad	Condición (1=Bien; 2=Regular; 3=Mala)	Observaciones	Uso (Aplicación de la herramienta)	¿Es apropiada? (En caso NO sea apropiada sugerir una herramienta)	Foto referencial
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

Elaboración Propia

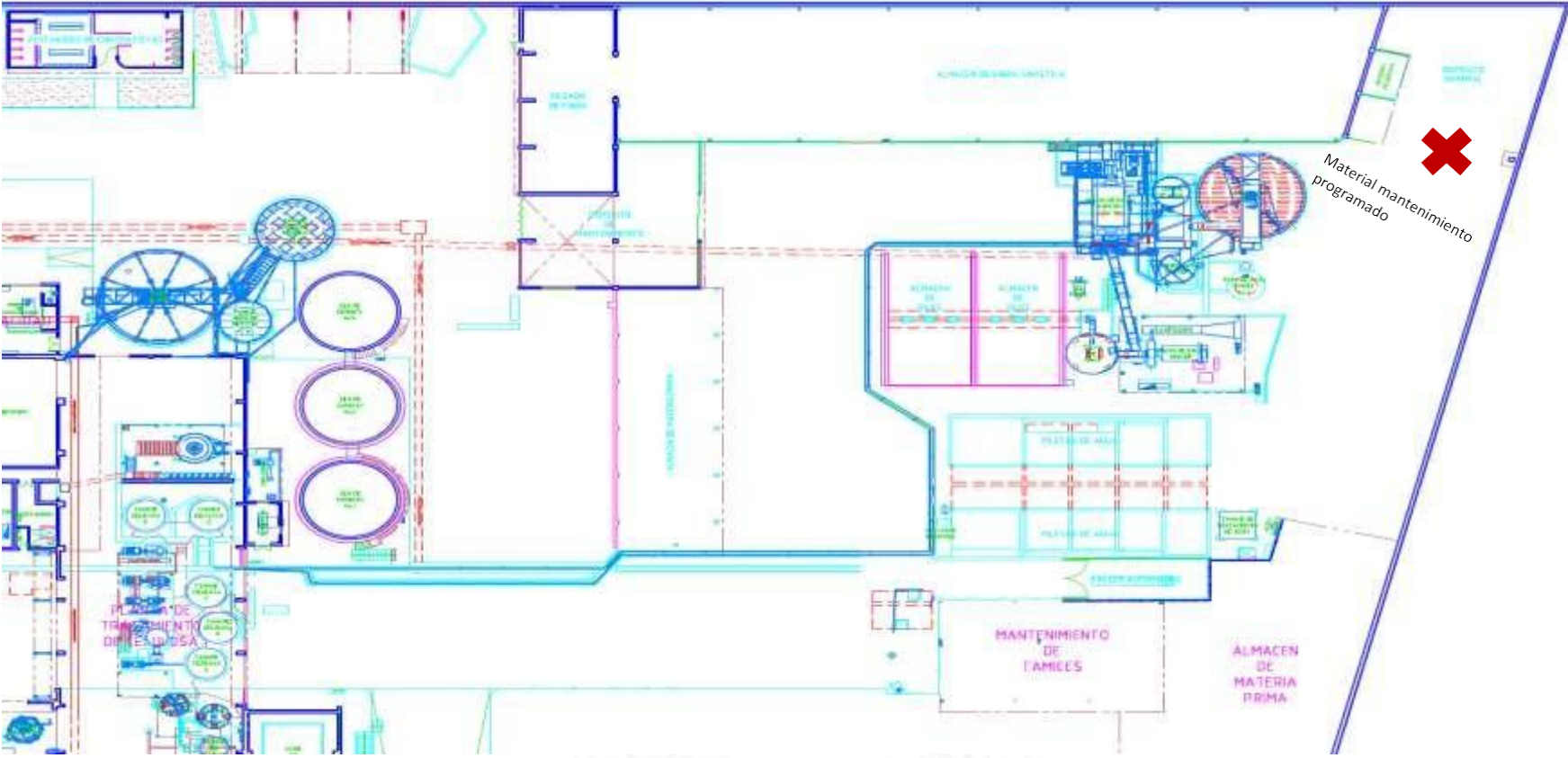
Anexo 11: Tarjeta roja identificatoria - 5'S

ETIQUETA ROJA R° _____
Fecha _____ / _____ / _____
Area _____
Item _____
Cantidad _____
ACCION SUGERIDA
<input type="checkbox"/> Agrupar en espacio separado
<input type="checkbox"/> Eliminar
<input type="checkbox"/> Reubicar
<input type="checkbox"/> Reparar
<input type="checkbox"/> Reciclar
Comentario _____

Fecha p/conduir acción _____ / _____ / _____

Elaboración Propia

Anexo 12: Zona de acopio del material sustraído de los mantenimientos programados



Elaboración Propia

Anexo 13: Cálculo del OEE de los meses de junio, julio, agosto y setiembre del 2018, de la línea de planchas de fibrocemento





jun-18	Disp (%)	Rend (%)	Calid (%)	OEE	jul-18	Disp (%)	Rend (%)	Calid (%)	OEE	ago-18	Disp (%)	Rend (%)	Calid (%)	OEE	sep-18	Disp (%)	Rend (%)	Calid (%)	OEE
01-jun	90%	95%	99%	85%	01-jul	91%	95%	99%	86%	01-ago	92%	95%	99%	87%	01-sep	93%	95%	99%	87%
02-jun	90%	95%	99%	85%	02-jul	91%	95%	99%	86%	02-ago	92%	95%	99%	87%	02-sep	93%	95%	99%	87%
03-jun	88%	94%	80%	66%	03-jul	95%	94%	80%	71%	03-ago	95%	94%	80%	71%	03-sep	95%	94%	80%	71%
04-jun	87%	92%	88%	70%	04-jul	95%	92%	88%	77%	04-ago	95%	92%	88%	77%	04-sep	95%	92%	88%	77%
05-jun	90%	94%	85%	72%	05-jul	91%	94%	85%	73%	05-ago	92%	94%	85%	74%	05-sep	93%	94%	85%	74%
06-jun	93%	91%	70%	59%	06-jul	94%	91%	70%	60%	06-ago	95%	91%	70%	61%	06-sep	96%	91%	88%	77%
07-jun	91%	94%	70%	60%	07-jul	92%	94%	70%	61%	07-ago	93%	94%	70%	61%	07-sep	95%	94%	88%	79%
08-jun	90%	95%	99%	85%	08-jul	91%	95%	99%	86%	08-ago	92%	95%	99%	87%	08-sep	93%	95%	99%	87%
09-jun	90%	92%	98%	81%	09-jul	91%	92%	98%	82%	09-ago	92%	92%	98%	83%	09-sep	93%	92%	98%	84%
10-jun	91%	95%	90%	78%	10-jul	92%	95%	90%	79%	10-ago	93%	95%	98%	87%	10-sep	94%	95%	98%	88%
11-jun	88%	91%	93%	74%	11-jul	95%	88%	93%	78%	11-ago	95%	91%	93%	80%	11-sep	95%	91%	93%	80%
12-jun	89%	94%	96%	80%	12-jul	95%	94%	96%	86%	12-ago	95%	94%	96%	86%	12-sep	95%	94%	96%	86%
13-jun	90%	95%	99%	85%	13-jul	91%	95%	99%	86%	13-ago	92%	95%	99%	87%	13-sep	93%	95%	99%	87%
14-jun	90%	95%	99%	85%	14-jul	95%	95%	99%	89%	14-ago	95%	95%	99%	89%	14-sep	95%	95%	99%	89%
15-jun	87%	90%	92%	72%	15-jul	95%	95%	92%	83%	15-ago	96%	95%	92%	84%	15-sep	97%	95%	92%	85%
16-jun	90%	91%	88%	72%	16-jul	95%	91%	88%	76%	16-ago	96%	91%	88%	77%	16-sep	97%	91%	88%	78%
17-jun	90%	95%	99%	85%	17-jul	95%	95%	99%	89%	17-ago	96%	95%	99%	90%	17-sep	97%	95%	99%	91%
18-jun	90%	95%	99%	85%	18-jul	95%	95%	99%	89%	18-ago	96%	95%	99%	90%	18-sep	97%	94%	99%	90%
19-jun	86%	90%	99%	77%	19-jul	95%	95%	99%	89%	19-ago	96%	95%	99%	90%	19-sep	97%	95%	99%	91%
20-jun	90%	95%	99%	85%	20-jul	95%	95%	99%	89%	20-ago	96%	95%	99%	90%	20-sep	97%	95%	99%	91%
21-jun	90%	95%	99%	85%	21-jul	95%	88%	99%	83%	21-ago	96%	95%	99%	90%	21-sep	97%	95%	99%	91%
22-jun	90%	95%	99%	85%	22-jul	95%	95%	99%	89%	22-ago	96%	95%	99%	90%	22-sep	97%	95%	99%	91%
23-jun	90%	95%	99%	85%	23-jul	95%	95%	99%	89%	23-ago	96%	95%	99%	90%	23-sep	97%	95%	90%	83%
24-jun	90%	95%	99%	85%	24-jul	95%	95%	90%	81%	24-ago	96%	95%	99%	90%	24-sep	97%	90%	99%	86%
25-jun	90%	95%	99%	85%	25-jul	95%	88%	99%	83%	25-ago	96%	95%	99%	90%	25-sep	97%	95%	99%	91%
26-jun	90%	95%	99%	85%	26-jul	95%	95%	99%	89%	26-ago	96%	95%	99%	90%	26-sep	97%	95%	90%	83%
27-jun	90%	95%	99%	85%	27-jul	95%	90%	90%	77%	27-ago	96%	95%	99%	90%	27-sep	97%	95%	99%	91%
28-jun	90%	95%	99%	85%	28-jul	95%	95%	99%	89%	28-ago	96%	95%	99%	90%	28-sep	97%	95%	90%	83%
29-jun	86%	90%	99%	77%	29-jul	95%	95%	99%	89%	29-ago	96%	95%	99%	90%	29-sep	97%	95%	99%	91%
30-jun	88%	90%	99%	78%	30-jul	95%	95%	99%	89%	30-ago	96%	95%	99%	90%	30-sep	97%	95%	99%	91%
Total	89%	94%	94%	79%	Total	94%	94%	94%	82%	Total	95%	94%	95%	85%	Total	96%	94%	95%	85%

Elaboración Propia

Anexo 14: Análisis SMED para reducción de tiempos de cambios

N°.	Operación de cambio	Personas				Tiempo Acumulado	Tiempo	Tiempo con SMED	Clasificación del cambio			Comentario
		1	2	3	4				Interno	Externo	Desperdicio	
1	Parar máquina	x	x			07:15						
2	Bloquear equipos	x				07:18	00:03:00	00:03:00				
3	Recoger Herramientas	x				07:29	00:11:00	00:00:00			Transporte	5'S, kit de herramientas a la mano
4	Cambiar tela de la ventosa de producción	x	x	x		07:45	00:16:00	00:12:00			Transporte	5'S, zona de telas al costado del equipo
5	Ajustes de tela de la ventosa de producción	x	x			07:50	00:05:00	00:05:00				
6	Afilado de discos de corte	x				07:52	00:02:00	00:00:00			Afilado	Tener previamente los discos de corte afilados
7	Cambio de discos de corte transversales	x	x			08:10	00:18:00	00:14:00			Cambio	Instalar sistemas de corte adicionales tan solo para subir y/o bajar
8	Posicionamiento de los discos de corte transversales	x	x			08:17	00:07:00	00:04:00			Medición	Colocar marcas referenciales para el posicionamiento de los discos de corte
9	Cambio de discos de corte longitudinales	x				08:25	00:08:00	00:05:00			Cambio	Instalar sistemas de corte adicionales tan solo para subir y/o bajar
10	Desbloqueo de equipos	x				08:28	00:03:00	00:03:00				
11	Arrancar máquina	x	x			08:36	00:08:00	00:05:00			Falta de comunicación	Comunicación entre los responsables del cambio y el operador responsable de preparar las mezclas
12	Ajustes de máquina	x	x			08:42	00:06:00	00:06:00				
13	Medición de planchas	x				08:45	00:03:00	00:03:00				

Tiempo Total	1:30:00	1:00:00
Desperdicio Total	0:30:00	

	Sin cambio
	Area de oportunidad inmediata
	Area de oportunidad (mediano plazo)
	Area de oportunidad (largo plazo)

Observaciones:

Integrantes del equipo:

Líder:

Elaboración Propia

Anexo 15: Trabajo de mantenimiento programado

#	Actividades	Cantidad de personas	Tipo de trabajo	Frecuencia de intervención (días)	Tiempo muerto (hrs.)	Tiempo estándar (Hrs.)	Causas de tiempos muertos			
							Busqueda de herramientas	Busqueda de repuestos y materiales	Desorden en la línea	Mala planificación, organización y supervisión de los trabajos
E1	Limpieza de Cisterna Principal	3	Operacional	15	0,7	2,60	X	X	X	
E2	Limpieza de Línea de Agua de Arrastre	4	Operacional	15	0,5	3,20	X	X		
E3	Limpieza de Línea de recuperación de 6'	4	Operacional	15	0,8	2,90	X	X		
E4	Limpieza de Mezclador	1	Operacional	15	0,6	2,60	X	X		
E5	Limpieza de canaletas de rebose de bateas + Caja rebose	1	Operacional	7	0,6	1,40	X	X		
E6	Limpieza de Premixer + Timones reguladores de alimentación a bateas	1	Operacional	7	0,0	1,30	X	X	X	
E7	Limpieza de Selectifier + Caja de desconche	1	Operacional	7	0,5	1,10	X	X	X	
E8	Limpieza de Canaletas de alimentación a bateas	1	Operacional	7	0,0	0,80	X	X		
E9	Limpieza de Kanaflex's de succión de vacíos	2	Operacional	7	0,8	1,90	X	X		
E10	Limpieza de Bateas 1, 2 y 3	3	Operacional	7	0,6	1,20	X	X		
E11	Limpieza de Mesas de lavado y secado de Fieltro	1	Operacional	7	0,4	1,50	X	X		
E12	Limpieza de Mesas principales de vacío	1	Operacional	7	0,7	1,50	X	X		
E13	Limpieza de Mesas tubulares de fijación	2	Operacional	7	0,0	1,50	X	X		
E14	Limpieza de Desintegrador de recortes	2	Operacional	15	0,0	4,20	X	X		
E15	Limpieza de Línea "Y" y Codo adyacente al desintegrador de pasta+ caída a cisterna principal	2	Operacional	15	0,2	1,10	X	X		
E16	Limpieza de Línea de subida a torre de enfriamiento	3	Operacional	15	0,6	2,59	X	X		
E17	Limpieza de poza de agua de sello	6	Operacional	15	1,2	3,96				
E18	Lubricación de la caja de rodamientos de la bomba de descarga de mezclador	1	Mecánico	7	0,6	1,00			X	X
E19	Lubricar de los rodamientos del motor de la bomba de descarga de la cisterna principal	1	Mecánico	7	0,4	0,93			X	X
E20	Mantenimiento de los ejes de los agitadores de la hatschek	2	Mecánico	7	2,9	5,83		X		X
E21	Mantenimiento de los orientadores de la hatschek	1	Mecánico	7	2,6	5,83		X		X
E22	Lubricación de chumaceras de los rolos prensapastas	1	Mecánico	7	0,5	1,00			X	X
E23	Lubricación de chumaceras de los tamices	1	Mecánico	7	0,5	1,00				X
E24	Lubricación de chumaceras del rolo templador de fieltro	1	Mecánico	7	0,3	0,50		X	X	X
E25	Lubricar los rodamientos del motor de la bomba del sistema de traslación de la onduladora	1	Mecánico	7	0,7	1,51			X	X
E26	Lubricar los rodamientos del motor del agitador del mezclador	1	Mecánico	7	0,2	0,55			X	X
E27	Lubricación de chumaceras de los rodillos de las fajas transportadoras	2	Mecánico	7	2,2	3,47			X	X
E28	Mantenimiento a los tableros eléctricos	3	Eléctrico	7	3,0	6,50			X	X
E29	Limpieza de Cono	2	Operacional	15	0,8	3,83	X	X	X	
E30	Limpieza de Poza de recuperación	3	Operacional	15	0,9	4,15	X	X	X	
E31	Limpieza de Canaletas alrededor de máquina	2	Operacional	15	0,3	1,42	X	X	X	
E32	Limpieza de Línea de recuperación de 8'	4	Operacional	15	0,5	3,43	X	X		
E33	Limpieza de Línea de bajada a torre de enfriamiento	3	Operacional	15	0,4	2,87	X	X		
E34	Limpieza de Línea de fluidores alrededor de máquina	4	Operacional	15	0,5	2,92	X	X		
E35	Limpieza de Línea de Cisterna principal a Desintegrador de recortes	5	Operacional	15	0,5	2,96	X	X		X

Elaboración Propia

Anexo 16: Check list de limpieza

Zona	equipos y líneas	¿ Está limpio y ordenado?		¿ Existen fugas?		Observaciones	Firma del responsable
		Si	No	Si	No		
Mezclador	Mezclador						
	Cono						
	Cisterna principal						
	Cisterna Auxiliar						
	Sala de control						
Formato	Fajas transportadoras #1 y #2						
	Formato						
	Tablero de control						
Máquina	Máquina Hatschek						
	Zona bombas de vacío						
Onduladora	Fajas transportadoras #3						
	Desintegrador de recortes						
	Tablero de control						
	ventosas y vagonetas						
Cabinas de pre - curado	Cabinas de pre - curado						
	Zona de válvulas reguladoras de vapor						
Desalojadora	Sistema de lubricación de moldes						
	Tablero de control						
	ventosas y vagonetas						

Elaboración Propia



MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS-IPER

CÓDIGO	SIG-F-035
VERSIÓN	04

I. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN											
1) SECTOR		PÚBLICO		PRIVADO		X		ZIVISTA		1	
2) NOMBRES Y APELLIDOS		FABRICA PERUANA ETERNIT S.A.		3) RESPONSABLE DE LA EMPRESA O ENTIDAD		PÚBLICA O PRIVADA		4) DIRECCIÓN		5) FECHA	
6) DISTRITO		7) PROVINCIA		8) CANTÓN		9) MUNICIPIO		10) ZONA		11) AÑO	
12) SERVICIO DE SST		13) PROGRAMA DE SST		14) EXAMEN MÉDICO OCUPACIONAL		15) N° DE ACCIDENTES DE TRABAJO OCURRIDOS EN EL AÑO		16) N° DE FALTA DE ASISTENCIA		17) N° DE FALTA DE PRESENCIA	

II. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

ÁREA	PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDADES	N° de Trabajadores Hombres (H) Mujeres (M)	TIPO DE ACTIVIDAD	PELIGROS	RIESGO	TIPO	CAUSAS QUE ORIGINAN EL RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL (procedimiento, PETS)	EVALUACIÓN DEL RIESGO							Requisito legal			REEVALUACIÓN DE RIESGO CRÍTICO																		
										PROBABILIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	PUNTAJE (P x S)	Existe	Requisito legal aplicable	Nivel del Riesgo	Clasificación del Riesgo	Eliminación	Substitución	Controles de Ingeniería	Medidas de Control a Implementar	PROBABILIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	PUNTAJE (P x S)	Nivel de Riesgo Residual														
					PELIGRO (Fuente, situación o acto)	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA de evento peligroso	SEVERIDAD de lesión o enfermedad	Seguridad	Salud	Mano de obra, Materiales, Método, Medio Ambiente, Maquinaria	EPP, capacitación, sensibilización, protecciones, otros.	Número de Personas Expuestas	Índice de Personas Expuestas (A)	Índice de controles existentes (B)	Índice de Capacitación, Entrenamiento (C)	Índice de Exposición al riesgo (D)	Índice de Frecuencia (A+B+C+D)	NIVEL DE SEVERIDAD	PUNTAJE (P x S)	Existe	Requisito legal aplicable	Nivel del Riesgo	Clasificación del Riesgo	Eliminación	Substitución	Controles de Ingeniería	Medidas de Control a Implementar	Número de Personas Expuestas	Índice de Personas Expuestas (A)	Índice de controles existentes (B)	Índice de Capacitación, Entrenamiento (C)	Índice de Exposición al riesgo (D)	Índice de Probabilidad (A+B+C)	NIVEL DE SEVERIDAD	PUNTAJE (P x S)	Nivel de Riesgo Residual		
Zona de tránsito	Grúta	Descarga en Desplazado de estantes con producción - Operación de puente grúa	1	X	Postura forzada	ERG - 003	Postura inadecuada	X	X	Postura inadecuada	Capacitaciones sobre Pausas activas	1	1	2	1	3	7	2	14	SI	Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su reglamento D.S. 005 2012-TR, R.M. 375-2008-TR.	Moderad	No Crítico	-	-	-	X	-	Continuar con las capacitaciones con respecto a pausasactiva									
Desplazado	Desplazador	Movimiento de Ventosas - Verificación en Desplazado	2	X	Objetos/Equipos	MEC - 002	Golpeado contra objetos / equipos	X	X	Acto inseguro Falta de mantenimiento preventivo / correctivo de equipos eléctricos	Coordinación con operador. Colocación de alarmas. Botón de emergencia. PLA-I-036 Instructivo de Operación de Gancho	2	1	2	1	3	7	3	21	SI	D.S. Nº 42-F, Reglamento de Seguridad Industrial	Importan	Crítico	-	-	X	X	Capacitación en riesgo específico Implementar sistema d bloqueo automático an presencia del personal.	2	1	1	1	3	6	3	18	Moderad	
Desplazado	Desplazador	Movimiento de vagonetas - Tránsito en área	3	X	Objetos/Equipos	MEC - 012	Golpeado contra objetos / equipos	X	X	Acto inseguro Falta de mantenimiento preventivo / correctivo de equipos eléctricos	Coordinación con operador. Colocación de alarmas. Botón de emergencia. PLA-I-036 Instructivo de Operación de Gancho	3	1	2	1	3	7	3	21	SI	D.S. Nº 42-F, Reglamento de Seguridad Industrial	Importan	Crítico	-	-	X	X	Capacitación en riesgo específico Implementar sistema d bloqueo automático an presencia del personal.	2	1	1	1	3	6	3	18	Moderad	
Desplazado	Desplazador	Separación de producto - Manipulación	3	X	Manipulación de objetos (Planchas Onduladas)	MEC - 010	Golpeado por Planchas Onduladas	X	X	Acto inseguro en la manipulación	Uso de EPP Capacitaciones en riesgo específico	3	1	2	2	3	8	2	16	SI	D.S. Nº 42-F, Reglamento de Seguridad Industrial	Moderad	No Crítico	-	-	-	X	-	Continuar con la sensibilización al personal sobre el riesgo expuest									
Desplazado	Desplazador	Separación de producto - Manipulación	1	X	Bipedestación prolongada	ERG - 005	Trabajo prolongado de pie / parado	X	X	Postura inadecuada	Capacitaciones sobre Pausas activas, Rotación de actividad.	1	1	2	1	3	7	2	14	SI	Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su reglamento D.S. 005 2012-TR, R.M. 375-2008-TR, D.S. 005-2012-TR.	Moderad	No Crítico	-	-	-	X	-	Continuar con las capacitaciones con respecto a pausasactiva									
Desplazado	Desplazador	Separación de producto - Manipulación	2	X	Sobreesfuerzo	ERG - 004	Lesión por carga mayor al límite máximo permisible	X	X	Actos inseguros Estándares de trabajo no establecidos	Capacitaciones en manejo de cargas, Carga máxima manual de 25 kg, Sensibilización mediante charla 5 minutos.	2	1	2	1	3	7	2	14	SI	Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, R.M. 375-2008-TR, Norma básica de	Moderad	No Crítico	-	-	X	X	Capacitar al personal e consideraciones ergonómicas.										
Desplazado	Desplazador	Rotulado de planchas - Manipulación	3	X	Manipulación de objetos (Planchas Onduladas)	MEC - 010	Golpeado por Herramientas / Objetos (Planchas Onduladas)	X	X	Equipos en movimiento Desconcentración de los involucrados en la realización de la tarea	Charlas de 5 minutos Uso de EPP	3	1	2	1	3	7	2	14	SI	D.S. Nº 42-F, Reglamento de Seguridad Industrial	Moderad	No Crítico	-	-	-	X	-	Sensibilizar al personal sobre el riesgo expuest en charlas de 5 minutos Dar a conocer el instructivo.									
Desplazado	Desplazador	Desplazado - Lubricación de moldes	3	X	Superficie Resbaladza (Suelos impregnados de lubricante)	MEC - 004	Caida al mismo nivel	X	X	Trabajadores que requieren desplazarse en el área de Desplazado. Fugas de lubricante al piso metálico en zonas donde el personal transita.	Contenedores de lubricantes (parcial) Instalación de pesterías para contener las fugas. Instalación de filtros dañados en el suelo (antideslizante),limpieza	3	1	2	1	3	7	2	14	SI	D.S. Nº 42-F, Reglamento de Seguridad Industrial	Moderad	No Crítico	-	-	X	X	Modificación del siste de lubricación de mold Sensibilizar al persona sobre el riesgo expuesto										
Desplazado	Desplazador	Desplazado - Lubricación de moldes	3	X	Nebúlas (Lubricantes pulverizados)	QUI - 003	Inhalación de lubricantes pulverizados	X	X	Sistema de lubricación por presión de aire que espanta el fluido en el ambiente.	Regulaciones dosificación (control parcial)	3	1	2	2	3	8	2	16	SI	D.S. Nº 42-F, Reglamento de Seguridad Industrial	Moderad	No Crítico	-	-	X	X	Sensibilizar al personal sobre el riesgo expuesto. Modificación del sistema de lubricación de moldes										
Desplazado	Desplazador	Desplazado - Lubricación de moldes	3	X	Sustancias Químicas (Lubricantes)	QUI -002	Contacto de la piel con lubricantes pulverizados	X	X	No usa EPP's/ EPP's en mal estado.	Uso de EPP's (guantes , minimizar el contacto con el lubricante)	3	1	2	1	2	6	2	12	SI	D.S. Nº 42-F, Reglamento de Seguridad Industrial	Moderad	No Crítico	-	-	-	X	-	Sensibilizar al persona sobre el riesgo expuesto Inspección periódica de los equipos de protección personal.									
Desplazado	Desplazador	Recepción de tanque de aceite - Coordinación de montacargas de MMPP	3	X	Vehículo motorizado (Montacarga)	MEC - 001	Accidente Vehicular (Atropello)	X	X	Maniobra temeraria Desperfectos técnicos Falta de señalización de rutas	Ruta de tránsito demontacargas. Instructivo Manejo de Montacargas. Mantenimiento Preventivo. Certificación a los montacarguistas.	3	1	1	1	3	6	3	18	SI	Ley General de Transporte y Tránsit Terrestre, Ley 27181 Reglamento Naciona de Tránsito, D.S. N° 033-2001-MTC	Moderad	No Crítico	-	-	-	X	-	Supervisión permanente de las medidas de control de velocidad del vehicul									
Desplazado	Desplazador	Cambio de tanque de Aceite - Retiro de coque de válvula / traslado de tanque con montacarga	2	X	Carga en Movimiento (Tanque con aceite)	MEC - 003	Golpeado por caída de cargas en movimiento	X	X	Mala maniobra vehicular, visibilidad dificultosa	Instructivo de uso de montacargas. Inspecciones de montacargas. Uso de EPP's	2	1	1	1	3	6	3	18	SI	D.S. Nº 42-F, Reglamento de Seguridad Industrial	Moderad	No Crítico	-	-	-	X	-	Continuar con Capacitación en riesgo específico									
Desplazado	Desplazador	Movimiento de vagonetas - Recuperación de aceite de bandejas	3	X	Objetos/Equipos (Vagonetas)	MEC - 012	Golpeado contra objetos / equipos (Vagonetas)	X	X	Acto inseguro Falta de mantenimiento preventivo / correctivo de equipos eléctricos	Coordinación con operador. Colocación de alarmas. Botón de emergencia.	3	1	2	1	3	7	3	21	SI	D.S. Nº 42-F, Reglamento de Seguridad Industrial	Importan	Crítico	-	-	X	X	Capacitación en riesgo específico Implementar sistema d bloqueo automático an presencia del personal.	2	1	1	1	3	6	3	18	Moderad	
Desplazadora	Desplazador	Manipulación de bandejas - Recuperación de aceite de bandejas	3	X	Sustancia Química (Lubricantes)	QUI - 002	Contacto de la piel con lubricantes	X	X	No usa EPP's/ EPP's en mal estado	Uso de EPP's (Guantes de Nitrilo)	3	1	2	1	2	6	2	12	SI	D.S. Nº 42-F, Reglamento de Seguridad Industrial	Moderad	No Crítico	-	-	-	X	-	Utilización de guantes. Inspección periódica de los equipos de protección personal.									
Zona adyacente a Desplazado	Grúta	Entrega de paquetes con producción a la zona de enunchado - Operación de puente grúa y equipos de izaje.	1	X	Postura forzada	ERG - 003	Postura inadecuada	X	X	Postura inadecuada	Capacitaciones sobre Pausas activas	1	1	2	1	3	7	2	14	SI	Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su reglamento D.S. 005 2012-TR, R.M. 375-2008-TR.	Moderad	No Crítico	-	-	-	X	-	Continuar con las capacitaciones con respecto a pausasactiva									
Zona adyacente a Desplazado	Enunchador	Enunchado de paquetes de productos terminados - Utilización de la máquina de enunchar (tensador y tenaza)	1	X	Manipulación de herramientas/objetos	MEC - 010	Golpeado por caída de herramientas / objetos (manipulación de tenaza)	X	X	Mala manipulación de herramientas / herramientas en mal estado.	Utilizar solo las herramientas necesarias para el trabajo/Charlas de 5 minutos. PLA-I-036 Instructivo de Operación de Gancho	1	1	2	1	3	7	2	14	SI	D.S. Nº 42-F, Reglamento de Seguridad Industrial	Moderad	No Crítico	-	-	-	X	-	Sensibilizar al personal sobre el riesgo expuest en charlas de 5 minutos Dar a conocer el instructivo.									
Zona adyacente a Desplazado	Enunchador	Enunchado de paquetes de productos terminados - Manipulación de Grapas metálicas	1	X	Superficies Punzo Cortantes	MEC - 007	Lesiones por superficies punzo cortantes (grapas)	X	X	Mala manipulación de las grapas metálicas/ No uso de EPP's.	Charlas de 5 minutos Uso de EPP's PLA-I-036 Instructivo de Operación de Gancho	1	1	2	1	3	7	1	7	SI	D.S. Nº 42-F, Reglamento de Seguridad Industrial	Tolerabl	No Crítico	-	-	-	X	-	Sensibilizar al personal sobre el riesgo expuesto en charlas de 5 minutos.									
Desalojo	Enunchador	Desalojo - Tránsito por el área	3	X	Superficie resbaladza (Suelos impregnados de lubricante)	MEC - 004	Caida al mismo nivel	X	X	Trabajadores que requieren desplazarse en el área de Desplazado. Fugas de lubricante al piso metálico en zonas donde el personal transita.	-Contenedores de lubricantes -Instalación de pesterías para contener las fugas. -Instalación de filtros dañados en el suelo (antideslizante) -Limpieza constante con aserrín	3	1	2	1	3	7	2	14	SI	D.S. Nº 42-F, Reglamento de Seguridad Industrial	Moderad	No Crítico	-	-	X	X	Modificación del siste de lubricación de mold Sensibilizar al persona sobre el riesgo expuesto										

Descripción de la actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Limpieza de fondo - Limpieza de superficie interna	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limpieza a de zona / limpieza a de mecha dor / Cistern a principa l / sistema auxiliar / poza de 4	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
recuperación - Limpieza / raspado de pared interna / retro de desechos en bolsas	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vehículo motorizado (Montacarga)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEC - 001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabajos en Altura (encima de 1.80 m)	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
MEC - 005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Postura forzada (Espacio inadecuado de trabajo)	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
ERG - 003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Accidente Vehicular (Atropello)	F	M	1	3	6	3	18			
Caída a distinto nivel	C	U	1	2	6	3	18			
Postura inadecuada	L	U	2	2	7	2	14			

Normativa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre. Ley 27181 Reglamento Nacional de Tránsito. D.S. N° 033-2001-MTC	SI	Moderad	-	X	-	-	-	-	-	-
D.S. N° 42-F. Reglamento de Seguridad Industrial	SI	Moderad	-	-	-	X	-	-	-	-
D.S. N° 42-F. Reglamento de Seguridad Industrial	SI	Moderad	-	-	-	X	-	-	-	-

No Ciego

o n a l i d e s c r i b i e n d o e l e q u i p o , y p o r t a n t o e s e d e b e e l i m i n a r e l i m p i e z a p a r a c o n d i c i o n e s p a r a e l t r a b a j o .

C a p a c i t a c i o n e s p a r a e l t r a b a j o e n a l t u r a .

Fecha aprobación del formato: 23/04/13



MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS-IPER

CÓDIGO	SIG-F-035
VERSIÓN	04

I. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

1) SECTOR: PUBLICO PRIVADO X ZIVISTA 1 2 3 S/FECHA DD MM AA

2) RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL: FABRICA PERUANA ETERNIT S.A.

3) RESPONSABLE DE EMPRESA/ENTIDAD: PÚBLICA O PRIVADA: DNI: -

4) DIRECCIÓN: REPUBLICA DE ECUADOR 448, CERCAZO DE LIMA. REGIÓN: -

5) DISTRITO: CERCAZO DE LIMA. PROVINCIA: -

6) ACTIVIDAD ECONÓMICA: INDUSTRIAL. CIU: - RUC: -

7) GESTIÓN DE SST: SI NO Comité de SST y/o Supervisor SI NO Reglamento Interno de SST SI NO Programa de anual de SST SI NO Examen Médico Ocupacional SI NO N° de Accidentes de Trabajo ocurridos el año anterior: Mortales No mortales DTS perdidos

PROCESO O ACTIVIDAD			N° de Trabajadores Tiempo de Exposición		TIPO DE ACTIVIDAD					PELIGROS		RIESGO				CAUSAS QUE ORIGINAN EL RIESGO Mano de Obra, Materiales, Método, Medio Ambiente, Maquinaria	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL (procedimiento, PETS, EPP, capacitación, sensibilización, protecciones, otros.	EVALUACIÓN DEL RIESGO						Requisito legal	Importancia	Clasificación del Riesgo	JERARQUIA DE CONTROLES						REEVALUACIÓN DE RIESGO CRÍTICO																	
												Seguridad	Salud	PROBABILIDAD				Número de Personas Expuestas	Índice de Personas Expuestas (A)	Índice de controles existentes (B)	Índice de Capacitación, Entrenamiento (C)	Índice de Exposición al riesgo (D)	Índice de Probabilidad (A+B+C+D)				Número de Personas Expuestas	Índice de Personas Expuestas (A)	Índice de controles existentes (B)	Índice de Capacitación, Entrenamiento (C)	Índice de Exposición al riesgo (D)	monitoreo y mantenimiento (A+B+C+D)																		
Seguridad	Salud	Seguridad	Salud	Seguridad	Salud	Seguridad	Salud	Seguridad	Salud	Seguridad	Salud			Seguridad	Salud	Seguridad	Salud																																	
Mezclador	Mezclador	Recepción de Materias Primas Fibras - Apertura y cierre de puerta corrediza durante el abastecimiento de Fibras	1	-	X	-	-	X			Trabajo en altura (Plataforma abierta)	MEC-005	Caída a distinto nivel	Fractura y contusiones, muerte	X		Acciones temerarias	Sensibilización mediante charla 5 minutos.	1	1	1	1	3	6	3	18	SI	D.S. N° 42-F. Reglamento de Seguridad Industrial	Moderado	No Crítico	-	-	-	X	-	Sensibilizar al personal sobre el riesgo expuesto.														
Mezclador	Mezclador	Pesaje de materiales - Manipulación de bolsas con fibra	1	-	X	-	-	X			Sobreesfuerzo por carga manual	ERG-004	Lesión por carga mayor al límite máximo permisible	Lumbalgias, lesiones de cuello y hombros, Osteoartritis, tendinitis, discopatía.	X	X	Método de trabajo inadecuado. Levantamiento incorrecto de la carga.	-Capacitaciones en manejo de cargas -Bolsas con peso no superior a los 20 kg -Sensibilización mediante charla 5 minutos.	1	1	1	1	3	6	2	12	SI	D.S. 005-2012-TR. Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo. R.M. 375-2008-TR. Norma básica de	Moderado	No Crítico	-	-	-	X	-	Capacitar al personal en consideraciones ergonómicas.														
Mezclador	Mezclador	Dosificación de materiales - Dosificación de fibra al mezclador	1	-	X	-	-	X			Polvo (Material Particulado: Fibras sintéticas)	QUI-005	Inhalación de polvo y fibra (material particulado)	Irritación y problemas alérgicos.	X	X	No usa EPPs/ EPPs en mal estado (Mascarilla)	Uso de EPPs (Mascarilla de media cara. Minimizar el contacto con el material). Limpieza periódica del absorbente de polvos.	1	1	2	1	3	7	1	7	SI	D.S. N° 42-F. Reglamento de Seguridad Industrial	Tolerable	No Crítico	-	-	-	X	-	Sensibilizar al personal sobre el riesgo expuesto. Inspección periódica de los equipos de protección personal.														
Oficina del mezclador	Mezclador	Operación de tablero de control	1	-	X	-	-	X			Energía Eléctrica	ELE-001	Contacto con electricidad	Quemaduras.	X		Cortocircuito Falta de mantenimiento preventivo / correctivo de equipos eléctricos	Pozo a tierra. Mantenimiento, sistema de protección que hace que el contacto con el control de mando no sea peligroso (Corriente estabilizada de 24 voltios, Intensidad de corriente menor a 3 mA)	2	1	1	2	3	7	2	14	SI	RM 037-2006-MEM-M. Código Nacional de Electricidad.	Moderado	No Crítico	-	-	-	X	-	Capacitación en el riesgo específico														
Cono de agua	Mezclador	Inspección de cono principal - Tránsito por escaleras	1	-	X	-	-	X			Subir y bajar escaleras	MEC-005	Caída a distinto nivel	Fractura y Contusiones, Muerte.	X		Prisa	EPPs (zapatos de seguridad). Charlas de 5 minutos	1	1	1	1	3	6	3	18	SI	D.S. N° 42-F. Reglamento de Seguridad Industrial	Moderado	No Crítico	-	-	-	X	-	Sensibilizar al personal sobre el riesgo expuesto. Continuar con la Inspección periódica de escaleras.														
Conos de agua	Mezclador	Inspección de Conos - Tránsito por escaleras y plataformas	1	-	X	-	-	X			Superficie resbaladiza, obstáculos en el piso	MEC-004	Caída al mismo nivel	Excortaciones (rasguños), Abrusiones (Lesiones Superficiales), Fracturas y Contusiones.	X		Escalones húmedos, herramientas u objetos sobre plataformas	EPPs (zapatos de seguridad). Charlas de 5 minutos	1	1	1	1	3	6	2	12	SI	D.S. N° 42-F. Reglamento de Seguridad Industrial	Moderado	No Crítico	-	-	-	X	-	Sensibilizar al personal sobre el riesgo expuesto.														

Evaluado por:	Aprobado por:	Responsable del Cumplimiento:
Fecha:	Fecha:	Fecha del Cumplimiento:

