

**Universidad de Valparaíso  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



**Propuesta para la disminución del recorte de material en proceso de fabricación de pañales de bebé. Caso: Industria Pañalera Nacional.**

Por

**Gabriela Fernanda Morales Valenzuela**

Trabajo de Título para optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Aldo Cea Ramírez

Agosto, 2015

*Dedico esta memoria con mucho cariño a mi familia.*

**Agradecimientos**

Esta memoria comprendió tiempo y esfuerzo, por lo que quisiera agradecer en primer lugar a mi familia.

Mis padres, Elizabeth y Neandro, por los valores entregados y el apoyo que día a día me entregan para cumplir mis metas.

También agradecer a la empresa por abrirme las puertas a realizar mi memoria, y hacerme sentir a gusto durante los seis meses que duró este periodo.

Igualmente agradecer a los profesores que tuve durante mi etapa universitaria, quienes de una u otra manera contribuyeron con un granito de arena y me formaron como la profesional que soy. Especialmente al profesor Aldo Cea, quien me brindó el apoyo necesario para el desarrollo de esta memoria.

## Contenido

Capítulo I .....	15
1. Introducción .....	15
1.1. Empresa.....	15
1.2. Negocios.....	16
1.3. Industria Pañalera Nacional .....	16
1.3.1. Plantas .....	16
1.3.2. Productos .....	16
1.3.3. Planta.....	17
1.4. Alcance del problema.....	17
1.5. Definición breve de problemática.....	17
1.6. Objetivo General .....	18
1.7. Objetivos Específicos.....	18
1.8. Resultados Esperados .....	18
Capítulo II .....	19
2. Marco Teórico .....	19
2.1. <i>Lean Manufacturing</i> .....	19
2.1.1. Detección, prevención y eliminación de desperdicios .....	20
2.2. Ciclo de Deming: PDCA.....	28
2.2.1. Las cuatro etapas.....	28
2.2.2. Beneficios .....	29
2.3. Herramientas para la Gestión .....	30
2.3.1. Ishikawa.....	30
Capítulo III .....	32
3. Contexto del problema .....	32
3.1. Descripción del Departamento .....	32
3.1.1. Líneas de Fabricación .....	32
3.1.2. Características de la Pañalera .....	32
3.2. Organigrama.....	33
3.3. Zonas .....	34
3.4. Productos .....	35
3.5. Competencia .....	36

3.6.	Insumos .....	37
3.7.	Proceso de Fabricación de Pañales de bebé .....	39
3.7.1.	Etapa 1: Creación de colchoneta .....	39
3.7.2.	Etapa 2: Creación de <i>Backsheet</i> .....	41
3.7.3.	Etapa 3: Creación del <i>Topsheet</i> .....	42
3.7.4.	Etapa 4: Unidad de Combinación .....	44
3.8.	Sistema de alimentación de material a la línea .....	46
Capítulo IV .....		47
4.	Análisis de desperdicios .....	47
4.1.	Tipos de Desperdicios.....	47
4.1.1.	Desperdicio N°1.....	48
4.1.2.	Desperdicio N°2.....	48
4.1.3.	Desperdicio N°3.....	49
4.1.4.	Desperdicio N°4.....	53
4.1.5.	Desperdicio N°5.....	53
4.1.6.	Desperdicio N°6.....	54
4.2.	Valorización de pérdidas .....	57
4.2.1.	Recorte Estándar de Producto .....	67
4.2.2.	Recorte Estándar de Insumo .....	67
Capítulo V .....		71
5.	Propuestas.....	71
5.1.	Desperdicio N°1.....	71
5.1.1.	Propuesta N°1 .....	71
5.2.	Desperdicio N°2.....	74
5.3.	Desperdicio N°3.....	75
5.3.1.	Propuesta N°2 .....	75
5.4.	Desperdicio N°4.....	84
5.4.1.	Propuesta N°3 .....	84
5.5.	Desperdicio N°5.....	88
5.5.1.	Propuesta N°4 .....	88
5.6.	Desperdicio N°6.....	92
5.6.1.	Propuesta N°5 .....	92

5.6.2.	Propuesta N°6 .....	94
5.6.3.	Propuesta N°7 .....	98
5.6.4.	Análisis de pérdida de propuestas 5, 6 y 7.....	102
5.7.	Factibilidad .....	105
	Propuesta N°1 .....	105
	Propuesta N°2 .....	107
	Propuesta N°3 .....	108
	Propuesta N°4 .....	109
	Propuesta N°5 .....	110
	Propuesta N°6 .....	111
	Propuesta N°7 .....	112
5.8.	Beneficio individual por propuesta .....	113
5.8.1.	Propuesta N°1 .....	113
5.8.2.	Propuesta N°2 .....	114
5.8.3.	Propuesta N°3 .....	115
5.8.4.	Propuesta N°4 .....	115
5.8.5.	Propuesta N°6 .....	116
5.8.6.	Propuesta N°7 .....	116
5.9.	Beneficio global.....	117
Capítulo VI	.....	120
6.	Plan de Implementación de Propuestas .....	120
6.1.	Propuesta N°1 .....	122
6.2.	Propuesta N°2 .....	124
6.3.	Propuesta N°3 .....	126
6.4.	Propuesta N°4 .....	127
6.5.	Propuesta N°6 .....	128
6.6.	Propuesta N°7 .....	129
6.7.	Carta Gantt para propuestas.....	130
6.8.	Sistemas de Medición .....	133
6.8.1.	Desperdicio N° 1.....	133
6.8.2.	Desperdicio N° 3.....	133
6.8.3.	Desperdicio N°4.....	133

6.8.4. Desperdicio N°5.....	134
6.8.5. Desperdicio N°6.....	134
CAPÍTULO VII .....	135
7. Conclusión .....	135
Bibliografía .....	137
ANEXOS .....	139
ANEXO 1: Requisición de materiales de Sanitarios .....	139
ANEXO 2: Mediciones de insumo con fallas por proveedor ingresados a máquina, pañalera 1.140	
ANEXO 3: Mediciones recorte de material pañalera 1, pañal bebé 2.....	142
ANEXO 4: Costos por hora de involucrados en procesos.....	151
ANEXO 5: ¿Qué es más conveniente: perder material o utilizarlo todo? .....	152
ANEXO 6: Cómo pasar de diámetro inicial a metros cuadrados de un insumo .....	156
ANEXO 7: Espesor de insumos .....	158
ANEXO 8: Medición de diámetros iniciales de insumos.....	159
ANEXO 9: Distribución de Diámetros iniciales de los insumos .....	161
ANEXO 10: Evaluación económica de 3 propuestas para los diferentes insumos (diario) .....	166

## Glosario

Abastecedor de bodega: trabajador de la planta que pertenece a bodega, y distribuye materiales a las distintas plantas dentro de la empresa.

Abastecedor de insumos: o también conocido como Abastecedor de planta, es quien abastece a la planta de mantener insumos para todas las líneas de producción.

Backsheet: /inglés/ hoja posterior.

Benchmarking: /inglés/ evaluación comparativa.

Desperdicio: elemento de producción que no agrega valor al proceso.

Diámetro empalme: corresponde al diámetro ingresado al panel para que el sistema realice el empalme automático.

Diámetro inicial seteado: refiere al diámetro inicial promedio que se decide ingresar al panel.

Checklist: /inglés/ lista de chequeo.

Efícaz: capacidad de lograr un objetivo.

Eficiencia: capacidad para lograr un fin empleando la menor cantidad de recursos posibles.

Empalme automático: se refiere al corte automático de material al terminar de usarse un insumo.

Hidrofílico: tendencia a mezclarse con el agua.

Hidrofóbico: repelente al agua.

Gramaje: corresponde al peso que hay en un metro cuadrado.

Jidoka: /japonés/ automatización.

Just in Time: /inglés/ justo a tiempo.

Kaizen: /japonés/ mejora.

Layout: /inglés/ disposición

Lean Manufacturing: /inglés/ manufactura esbelta.

Non Woven: /inglés/ no tejido.

Operador, Operario: persona que opera en una línea de producción.

Pañal: prenda absorbente desechable en forma de calzón, con el fin de higienizar y evitar la contaminación del entorno a causa de los desperdicios del bebé.

Pañalera: línea de producción, existen de dos tipos; las que producen pañales de bebé y de adulto.

Rack: /inglés/ estante.

Recorte: se refiere al desperdicio de insumos, que no tiene ningún beneficio para la empresa.

Romana: instrumento para pesar artículos.

SAP: ERP. Sistema informático basado en módulos integrados, que abarca prácticamente todos los aspectos de la administración empresarial.

SAP (2): polímero súper absorbente, que integra un pañal.

Scrap: /inglés/restos, chatarra.

Shojinka: /japonés/ todos los otros.

Soifuku: /japonés/ servir a lo largo.

Stock: /inglés/ cantidad de mercancías que se tienen en un depósito.

Tarima de insumos: bloque de insumos apilados de manera vertical.

Tissue: /inglés/ pañuelo de papel, pero al hablar de *tissue* se refiere al tipo de productos que se fabrican.

Toallera: línea de producción que fabrica toallas femeninas.

Topsheet: /inglés/ hoja superior.

Waistband: /inglés/ pretina.

Walkie Talkie: /inglés/ transmisor receptor portátil.

## Ilustraciones

Ilustración 2.1. Analogía del río y las piedras.....	19
Ilustración 2.2. Ciclo de Deming.....	29
Ilustración 2.3.Ejemplo de Diagrama Ishikawa .....	31
Ilustración 3.1. Organigrama Departamento .....	33
Ilustración 3.2. Diagrama de zonas de línea de producción .....	34
Ilustración 3.3. Insumos ubicados en el pañal .....	38
Ilustración 3.4.Diagrama de Proceso de creación de colchoneta .....	40
Ilustración 3.5. Diagrama de Proceso de creación de <i>backsheet</i> .....	41
Ilustración 3.6. Diagrama de Proceso de creación de <i>topsheet</i> .....	43
Ilustración 3.7. Diagrama de Procesos en detalle de fabricación pañales de bebé.....	45
Ilustración 3.8. Sistema de descontar vueltas pañalera 1.....	46
Ilustración 4.1. Diagrama de Proceso de ingreso de insumos a planta desde bodega.....	51
Ilustración 4. 2. Imagen de desperdicio llamado cola.....	54
Ilustración 4.3. Diagrama Ishikawa de causas que provocan las pérdidas .....	56
Ilustración 4.4. Recorte pañales mensual pañalera 1 .....	61
Ilustración 4.5.Gráfico representación del total de desperdicio.....	70
Ilustración 5.1. Diagrama de proceso propuesta para control de ingreso de insumos a bodega ....	72
Ilustración 5.2. Diagrama de proceso mejorado de ingreso de insumos a planta.....	76
Ilustración 5.3. <i>Checklist</i> de ingreso de materiales a Sanitarios .....	78
Ilustración 5.4. Documento "Recepción de insumos en buen estado" .....	85
Ilustración 5.5. Menores pérdidas en grupos de menor cantidad de rollos .....	92
Ilustración 5.6. Sensor de fibra óptica.....	95
Ilustración 5.7. Sensor láser .....	95
Ilustración 5.8. Diagrama de proceso de propuesta n°7.....	99
Ilustración 5.9. Gráfico disminución de desperdicios .....	118

## Tablas

Tabla 3.1. Tamaños del pañal.....	35
Tabla 3.2. Insumos del pañal de bebé.....	38
Tabla 4.1. Pérdida por fallas desde proveedor .....	58
Tabla 4.2. Pérdida económica por fallas de proveedor .....	58
Tabla 4.3. Pérdida de desmante por rollo.....	59
Tabla 4.4. Pérdida mensual de desmante en dólares .....	60
Tabla 4.5. Pérdida mensual en porcentaje de producto defectuoso.....	61
Tabla 4.6. Pérdida económica promedio de pañalera 1 .....	62
Tabla 4.7. Pérdida de cola por rollo .....	63
Tabla 4.8. Pérdida mensual de cola en dólares.....	63
Tabla 4.9. Número de vueltas a dar situación actual.....	64
Tabla 4.10. Material a desenrollar según diámetro inicial de un rollo .....	65
Tabla 4.11. Diferencia en dólares entre desperdicio n°6 práctico y teórico.....	66
Tabla 4.12. Valores de Recorte Estándar Insumo .....	67
Tabla 4.13. Recorte de Insumo Situación Actual .....	68
Tabla 4.14. Pérdida de recorte de insumo (Desperdicio 1, 3, 4 y 6) .....	69
Tabla 5.1. Requisición <i>online</i> a bodega de materiales y materias primas .....	77
Tabla 5.2. Matriz de consumo para cantidad a pedir.....	81
Tabla 5.3. Recorte propuesto de desperdicio 4 .....	86
Tabla 5.4. Documento de Registro de piezas de pañalera 1 .....	88
Tabla 5.5. Fechas últimas modificaciones piezas pañalera 1 .....	89
Tabla 5.6. Vida útil de las piezas vs Tiempo en que se hicieron los cambios.....	90
Tabla 5.7. Costo anual por cambiar piezas según vida útil .....	90
Tabla 5.8. Cantidad de rollos por turno de los insumos .....	93
Tabla 5.9. Diámetro de Empalme para insumos en propuesta n°6 .....	97
Tabla 5.10. Diámetros iniciales insumos .....	100
Tabla 5.11. Revoluciones por minuto que comienza a girar un rollo de cada insumo .....	100
Tabla 5.12. Diámetros empalme propuesta n°7 .....	100
Tabla 5.13. Revoluciones por minuto que termina de girar un rollo de cada insumo.....	101
Tabla 5.14. Valorización propuesta Polietileno.....	102
Tabla 5.15. Valorización propuesta NW Laminado .....	102
Tabla 5.16. Valorización propuesta NW Central .....	103
Tabla 5.17. Valorización propuesta NW Barrera.....	103
Tabla 5.18. Valorización propuesta NW Oreja .....	104
Tabla 5.19. Matriz de Factibilidad .....	105

Tabla 5.20. Matriz de Factibilidad propuesta 1.....	106
Tabla 5.21. Matriz de Factibilidad propuesta 2.....	107
Tabla 5.22. Matriz de Factibilidad propuesta 3 .....	108
Tabla 5.23. Matriz de Factibilidad propuesta 4 .....	109
Tabla 5.24. Matriz de Factibilidad propuesta 5 .....	110
Tabla 5.25. Matriz de Factibilidad propuesta 6.....	111
Tabla 5.26. Matriz de Factibilidad propuesta 7.....	112
Tabla 5.27. Costo propuesta 1 .....	113
Tabla 5.28. Costo propuesta 2 .....	114
Tabla 5.29. Costo propuesta 3 .....	115
Tabla 5.30. Costo propuesta 4 .....	115
Tabla 5.31. Resumen costo-beneficio propuestas .....	117
Tabla 5.32. Reducción de pérdida por insumo.....	118
Tabla 5.33. Recorte de insumo en porcentaje Situación Actual vs Propuestas .....	119
Tabla 5.34. Recorte Insumo actual vs Propuesto.....	119
Tabla 6.1. Propuesta con tipo de desperdicio asociado.....	120
Tabla 6.2. Producto(s) y Línea(s) que aplica cada propuesta.....	121
Tabla 6.3. Carta Gantt propuesta N°1 .....	124
Tabla 6.4. Carta Gantt propuesta N°2 .....	125
Tabla 6.5. Carta Gantt propuesta N°3 .....	127
Tabla 6.6. Carta Gantt propuesta N°4 .....	128
Tabla 6.7. Carta Gantt propuesta N°6.....	128
Tabla 6.8. Carta Gantt propuesta N°7 .....	129
Tabla 6.9. Carta Gantt general de propuestas a implementar.....	131

## Ecuaciones

Ecuación 3.1. Diámetro actual del insumo.....	46
Ecuación 4.1. Diámetro de empalme situación actua.....	64
Ecuación 4.2. Cantidad inicial de un rollo en metros cuadrados .....	65
Ecuación 4.3. Diámetro de empalme de un rollo.....	65
Ecuación 4.4. Número de vueltas a dar de un rollo .....	65
Ecuación 4.5. Pérdida total situación actual .....	65
Ecuación 4.6. Recorte Estándar Insumo.....	68
Ecuación 5.1. Cálculo de la pérdida (m2) .....	73
Ecuación 5.2. Cantidad por turno.....	79
Ecuación 5.3. Consumo de pallet por turno.....	80
Ecuación 5.4. Pérdida de material.....	86
Ecuación 5.5. Número de vueltas para propuesta n°5.....	93
Ecuación 5.6. Pérdida total de desperdicio de propuesta n°5 .....	93
Ecuación 5.7. Pérdida total propuesta n°6.....	97
Ecuación 5.8. Perímetro de una circunferencia .....	100
Ecuación 5.9. Pérdida total propuesta n°7.....	101
Ecuación 6.1. Peso tarima .....	123
Ecuación 6.2. Cálculo de pérdida para ser devuelta .....	133

## Resumen

La empresa Industria Pañalera Nacional, un negocio del holding Industria Papelera Nacional, dedicada a la producción de productos *tissue*, entre uno de ellos el pañal de bebé en el cual se enfoca esta memoria.

Industria Pañalera Nacional presenta pérdidas de material correspondientes a los utilizados para la fabricación de pañales, que son cargados a la línea de producción, lo que provoca mayores costos unitarios por producto.

El objetivo de esta memoria es plantear propuestas con el fin de reducir las pérdidas de material asociados a las líneas de producción.

La metodología utilizada fue identificar todos los desperdicios de material y ubicar sus fuentes, por lo que se lograron identificar y clasificar las pérdidas que presenta la planta de sanitarios, luego se analizaron los factores que producen el desperdicio. Se valorizaron las pérdidas de cada desperdicio, para luego presentar propuestas que lograran disminuir los costos de producción, se validaron las propuestas para finalmente presentar un plan de implementación para ser entregado a la empresa y pueda llevarse a cabo.

Se desarrollaron 7 propuestas de las cuales sólo 6 fueron planteadas, y al ser implementadas por la empresa se lograría reducir mensualmente en US\$ 28,824.92 los costos de material, lo que se traduce en una disminución del 50,87%.

La implementación de las propuestas lograría reducir los desperdicios asociados a las líneas de producción manteniendo los costos unitarios por producto dentro del margen.

Además se logra mantener una buena posición en el mercado de los pañales de bebé con respecto a su competencia dada su ventaja competitiva: bajos costos y una calidad para competir con grandes marcas.

Palabras claves: desperdicio, lean, pañal, insumos, línea de producción.

Keywords: waste, lean, diaper, inputs, line production.

# Capítulo I

## 1. Introducción

Lograr una reducción en costos, para cualquier empresa de manufactura es un objetivo indispensable, y lo es también para la Industria Papelera Nacional.

El costo de producción y la eficiencia en las líneas pueden verse afectado debido a diferentes factores, tales como una menor utilización de los insumos en los procesos de fabricación, y la producción de productos defectuosos.

En la empresa se lleva a cabo la producción de pañales de bebé, lo que implica el uso de una gran variedad de insumos. Cada uno de estos, tiene un porcentaje diferente de eficiencia en el proceso, el porcentaje no utilizado de cada insumo finalmente contribuirá en mayor o menor medida al cálculo del costo de producción final del producto.

En muchos casos, los costos de producción se ven incrementados debido a una mala manipulación. Se han observado reiteradas pérdidas de material en el proceso de transporte de materiales desde bodega hacia las líneas de fabricación, generando así una pérdida de insumos, esto se traduce en un aumento en los costos de producción, ya que los insumos perdidos también se adicionan a los costos.

A continuación se dará a conocer la empresa donde se llevará a cabo esta memoria.

### 1.1. Empresa

La Industria Papelera Nacional, cuyo giro es Fabricación de papel y cartón, está ubicada en la región Metropolitana. Es una de las empresas líderes de Latinoamérica en la producción y comercialización de productos forestales, celulosa, productos tissue, papeles y productos de papel.

Sus productos más relevantes son: madera aserrada y remanufacturada, paneles contrachapados (*plywood*), celulosa de fibras larga y corta, cartulinas, papel para corrugar, productos *tissue*, pañales, toallas femeninas, cajas de cartón corrugado, sacos multipliegos de papel y productos de pulpa moldeada.

La compañía cuenta con ventas en destinos basados en operaciones industriales en varios países como son Brasil, Argentina, Perú, Uruguay, México, Colombia y Ecuador, además de Chile. Comercializa sus productos para 30.000 clientes en más de 45 países. Cuenta con 9.235 trabajadores en Chile, y 7.458 trabajadores en el exterior.

## 1.2. Negocios

Industria Papelera Nacional es una empresa forestal integrada, organizada en estructura de Holding que opera a través de cinco divisiones de negocios. El Holding es responsable de la coordinación estratégica y centraliza las funciones de las áreas financiera, control de gestión, servicios compartidos, desarrollo de ejecutivos, desarrollo organizacional, asuntos legales, auditoría interna y relación con los medios e inversionistas. (Reporte de Desarrollo Sostenible 2013)

Las cinco divisiones de negocios son: Forestal, Celulosa, Papeles, Productos de Papel y Tissue. Cada una de ellas está organizada como sociedad anónima y cuenta con un Directorio integrado por directores de la Matriz, terceros independientes y altos ejecutivos de la Compañía.

Cada división de negocios es administrada a través de un Gerente General, supervisado por el Directorio, y tiene una organización propia, con estructuras comerciales, técnicas, de personal y de operaciones.

## 1.3. Industria Pañalera Nacional

Industria Pañalera Nacional es parte del área de negocios de Industria Papelera Nacional, en la cual se dedica a la fabricación y ventas de productos de papel. Está ubicada en la Región Metropolitana.

### 1.3.1. Plantas

Existe una cantidad de plantas que elaboran productos de papel, en Chile y en el extranjero. Estas son Argentina, Perú, Uruguay, Colombia, México y Chile.

### 1.3.2. Productos

Industria Pañalera Nacional fabrica Productos para Empresas y Productos para Hogar.

#### 1.3.2.1. *Productos para Empresas*

Productos de papel *tissue* y dispensadores especializados, diseñados para satisfacer las necesidades higiénicas de todo tipo de empresas. Papeles higiénicos, toallas de papel, servilletas blancas, servilletas impresas, sabanillas y jabones, son los productos fabricados para las empresas.

Entre sus clientes se encuentran hoteles, restaurantes, oficinas, instituciones, salud e industrias.

#### 1.3.2.2. *Productos para el Hogar*

Marcas líderes en innovación y calidad al servicio de las necesidades de sus consumidores.

### 1.3.3. Planta

La planta en la Región Metropolitana se dedica a la fabricación de papel *tissue* y conversión de papel higiénico, toallas de cocina, servilletas, sabanillas, pañuelos y faciales. Cuenta con máquinas papeleras, una línea de reciclado de alta tecnología, y máquinas de conversión para elaborar los requerimientos del mercado. Además se tiene la fabricación de papel *tissue* y la conversión de papel higiénico, para esto se utiliza como materia prima celulosa y papel reciclado, el cual representa el 93% del total del insumo fibroso. Además se fabrican pañales de bebé, adultos y toallas femeninas.

### 1.4. Alcance del problema

En la empresa se lleva a cabo la producción de pañales de bebé, lo que implica el uso de una gran variedad de insumos. Cada uno de estos, tiene un porcentaje diferente de eficiencia en el proceso, entre menos sea este porcentaje de cada insumo contribuirá en mayor medida al cálculo del costo de producción final del producto.

Los costos de producción y la eficiencia en las líneas pueden verse afectado debido a diferentes factores, que pueden evitarse.

En muchos casos, los costos de producción se ven incrementados debido a desconocimiento de los reales factores que generan estas pérdidas.

### 1.5. Definición breve de problemática

El departamento de Sanitarios de Industria Pañalera Nacional presenta pérdidas de materiales en las líneas de producción, entre las cuales se encuentra la pérdida física de insumos antes de que estos ingresen a la línea, pérdidas asociadas a los productos defectuosos y desperdicio de insumos obtenidos luego de que los elimina la máquina. Es en estas pérdidas en las cuales se enfocará esta memoria.

Los insumos que componen un pañal, provienen de distintos proveedores y presentan características diferentes, muchos de estos vienen en rollos de material. Estos rollos son colocados en la línea, y luego de usarse, son cambiados por otros nuevos. El insumo no es utilizado en su totalidad, por lo que siempre existe un resto de material, denominado recorte de insumo.

La empresa reconoce dos tipos de pérdidas, recorte de insumos y recorte de productos, la primera asociada a la materia prima que no es utilizada para producir, y el segundo de pañales defectuosos que no son reprocesados. De cada recorte la empresa propone un porcentaje de recorte máximo permitido, el cual la empresa lo ve en términos monetarios. La empresa se da cuenta de esta pérdida al momento de terminar el mes, se identifica la cantidad de pañales producidos como buenos y la cantidad de insumos a utilizar con su valorización, es aquí donde ellos se dan cuenta de una gran desviación en los costos.

Esta memoria de título se enfocará en estudiar el recorte de insumos de una de las líneas de producción de pañales de bebé existentes en el departamento Sanitarios de la Industria Pañalera Nacional, además se establecerán propuestas de mejora para reducir las pérdidas de insumos.

### **1.6. Objetivo General**

Generar propuesta(s) de mejora para disminuir la pérdida de material en el proceso de fabricación de pañales de bebé en departamento Sanitarios de Industria Pañalera Nacional.

### **1.7. Objetivos Específicos**

Objetivo Específico 1. Identificar factores que explican la pérdida de material

Objetivo Específico 2. Valorizar pérdidas de material

Objetivo Específico 3. Generar propuestas que permitan reducir las pérdidas

Objetivo Específico 4. Validar las propuestas

Objetivo Específico 5. Generar un plan de acción para reducir el desperdicio

### **1.8. Resultados Esperados**

Diseñar un plan de acción para reducir el desperdicio de material para el proceso en general de fabricación de pañales de bebé.

## Capítulo II

### 2. Marco Teórico

Se decidió incluir *Lean Manufacturing* al marco teórico para detectar los desperdicios, los tipos que existen, y cómo eliminarlos. El diagrama Ishikawa ayudaría a investigar las razones por las cuales se están generando los desperdicios. Además del Ciclo de Deming, para proponer un plan de acción y lograr que se vaya corrigiendo a medida que pasa el tiempo.

#### 2.1. *Lean Manufacturing*

A continuación se explicará *Lean Manufacturing* a través de una analogía del río y las piedras.

El sistema de producción *Lean* intenta reducir el derroche (nivel de agua) para resaltar las causas ocultas de defectos (piedras), y mediante la eliminación de éstos permite a la empresa operar de un modo más competitivo con niveles bajos de agua. La resolución de problemas ataca las piedras cuando quedan expuestas.

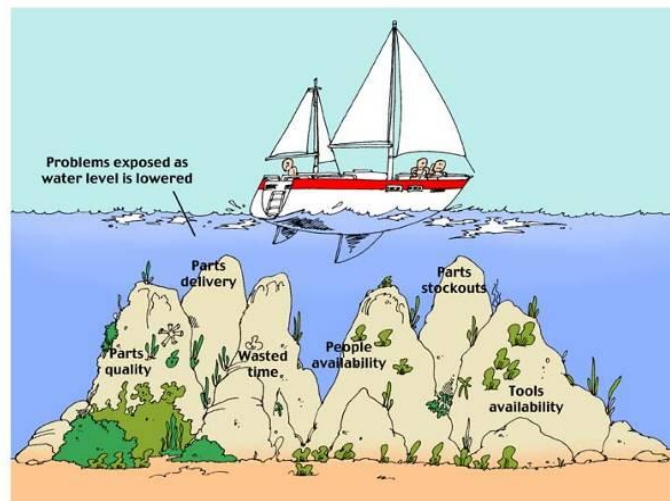


Ilustración 2.1. Analogía del río y las piedras

Fuente: (McKinsey & Company)

Pensamiento *lean*, producción *lean* o administración *lean* de proyectos son términos que definen una de las modernas técnicas para hacer más eficientes los proyectos; tienen todos en común una misma filosofía de gestión. (P. Lledó, 2006)

Esta filosofía tiene su origen en 1995 y se basa, en gran parte, en algunas herramientas prácticas implementadas por Toyota en Japón.

La idea fundamental del concepto *lean* es que no pueden existir desperdicios, y es por eso que se basa en una serie de métodos y herramientas orientados a:

1. Eliminar las pérdidas por demoras e ineficiencias en los procesos internos de la firma.
2. Prevenir y eliminar fallas de equipos, interrupciones y otras pérdidas de producción.
3. Buscar de manera continua la perfección y las mejoras de calidad.

Veremos que la fuente principal de los fracasos en los proyectos se origina en esta falta de exactitud, es decir, en la presencia de desperdicios que no generan valor.

Dos palabras opuestas definen gran parte de este nuevo enfoque de administración de los proyectos: valor y desperdicios.

En términos simples, este enfoque de la administración eficiente de los proyectos pretende maximizar su valor y, como contrapartida, eliminar los desperdicios que abundan en ellos.

### **2.1.1. Detección, prevención y eliminación de desperdicios**

El desperdicio o despilfarro según (Lefcovich M. L., GestioPolis, 2013) puede ser definido como el consumo de recursos que no generan valor agregado para la empresa, los clientes y/o consumidores.

“Se llama desperdicio a cualquier ineficiencia en el uso de equipo, material, trabajo, o capital en cantidades que son consideradas como necesarias en la producción de una construcción. Incluye tanto la incidencia de material perdido y la ejecución de trabajo innecesario, lo que origina costos adicionales y no agrega valor al producto. El originar costos y no generar valor, es la base del concepto de desperdicio.” (Gestión de la Calidad y BPA)

Se distingue un desperdicio inevitable, aquel en que la inversión para evitarlo es mayor que la economía que produce. Un desperdicio evitable cuando el costo del desperdicio es más alto que el costo para prevenirlo. La proporción de estos desperdicios depende de la empresa y de la obra en particular, y está asociado al desarrollo tecnológico.

### **2.1.1.1. Tipos de desperdicios**

Los desperdicios se clasifican en siete categorías, propuestas por Taiichi Ohno, dependiendo de la causa por la que se origine, según (Lefcovich M. L., Kaizen- Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios, 2004).

**1. Sobre-Producción:** procesar artículos más tempranos o en mayor cantidad que las requeridas por el cliente, producto de falencias en las previsiones de ventas, producción al máximo de la capacidad para aprovechar las capacidades de producción (mayor utilización de los costos fijos), lograr un óptimo de producción (menor coste total), superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción.

**2. Tiempo de espera:** Principalmente corresponden a tiempos de preparación, tiempos en que una pieza debe esperar a otra para continuar su procesamiento, tiempo de cola para su procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de órdenes, tiempos de espera de materias primas o insumos. Todos estos tiempos ocasionan menores niveles de productividad.

**3. Transporte:** Mover trabajo en proceso (WIP) de un lado al otro, incluso cuando son distancias cortas. Mover materiales, partes o producto terminado hacia o desde el almacenamiento.

**4. Sobre-Procesamiento:** Tomar pasos innecesarios para procesar artículos. Proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.

**5. Exceso de Inventarios:** Excesivo de almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El inventario oculta problemas que se presentan en la empresa, algunos por querer asegurarse de obtener un punto óptimo de pedidos de insumos, materias primas y repuestos, por problemas de huelgas, falta de recepción a término de los mismos, remesas con defectos de calidad y el querer aprovechar bajos precios o formar stock ante posibles subidas de precios, son los motivos generadores de este importante factor de desperdicio. En el caso de productos en proceso se forman stock para garantizar la continuidad de tareas ante posibles fallas de máquinas, tiempos de preparación y problemas de calidad. A los factores apuntados para la sobreproducción deben agregarse las pérdidas por roturas, vencimiento, pérdida de factores cualitativos, cuantitativos, y paso de moda.

**6. Movimientos innecesarios:** Cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio. Personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc.

**7. Defectos:** repetición o corrección de procesos. Re-trabajo en productos y productos devueltos. Es lo que en materia de Costos de Mala Calidad se denomina costos por fallas internas y costos por fallas externas.

En primer lugar superar estos despilfarros requiere de una mejora tanto en la calidad, como así también en las labores de mantenimiento, mejora en los procedimientos de preparación, la mejor selección y contratación a largo plazo con los proveedores, y un mejor recorrido de los insumos y partes durante el proceso productivo.

Por otro lado se requiere de un continuo proceso de simplificación, para lo cual es fundamental mejorar de manera constante los niveles de calidad y productividad vía la mejora continua. A su vez la mejora continua requiere de un proceso de capacitación y entrenamiento que permita al personal comprender, entender y tomar conciencia de los distintos tipos de despilfarros y la forma en cada uno de ellos debe ser combatido.

Para todo ello es de fundamental importancia tanto la mejora en los procesos de planificación, como así también la aplicación del benchmarking.

### ***2.1.1.2. Eliminación de Desperdicios***

Para conseguir eliminar los desperdicios, (Lefcovich M. L., 2004) propone un programa de actividades mencionadas a continuación.

#### **1° Concientización de la Alta Dirección**

Lo fundamental es que la Alta Dirección tome conciencia de los diversos tipos de despilfarros y desperdicios a los cuales está o puede estar sujeta la empresa, con el fin de tomar decisiones estratégicas para su eliminación.

La Alta Dirección debe tener perfectamente en cuenta que ellos son responsables de acuerdo a los estudios realizados tanto por Juran, como por Deming del 85% de las ineficiencias de los sistemas. Por lo tanto deberán concentrar su energía y capacidad de decisión en mejorar los sistemas organizacionales a los efectos de mejorar los niveles de rendimiento.

#### **2° Planificación y Presupuesto**

Resulta fundamental que los directivos de la empresa fijen tanto los valores, misiones, visiones y objetivos a largo, mediano y corto plazo. De tal forma se podrán fijar las metas a realizar dentro de determinados períodos de tiempo con el fin de cumplir objetivos superiores.

Estos objetivos deben ser encauzados dentro de un Cuadro de Mando Integral que permita monitorear de manera constante los indicadores de desperdicios y detectar rápidamente los desvíos. Al mismo tiempo se han de determinar las diversas estrategias que conduzcan a la empresa al logro de las metas y objetivos fijados.

A través del Presupuesto se asignarán los fondos para los diferentes niveles de producción, y por otro lado se destinarán los fondos a los efectos de encarar los procesos de Detección – Prevención y Eliminación de Desperdicios.

### **3° Capacitación para los diversos niveles de la organización**

Se debe capacitar a los niveles medios, de supervisión y empleados de primera línea en los siguientes aspectos:

- a. Concientización acerca de los diversos tipos de desperdicios y sus efectos nocivos para la organización.
- b. Capacitación en tareas de detección, medición, resolución de problemas, prevención y eliminación de los diversos tipos de desperdicios.
- c. Capacitar al personal en materia de: trabajo de equipo, herramientas de gestión, SPC (Control Estadístico de Procesos), Calidad, Productividad y Mejora Continua.
- d. Capacitar y entrenar en la detección y eliminación de actividades sin valor agregado. Y por otra parte mejorar la eficiencia o productividad de los procesos y actividades con valor agregado para el cliente o con valor agregado para la empresa (actividades de apoyo).

### **4° Instaurar o mejorar los sistemas de información**

Instaurar o mejorar los sistemas de información a los efectos de contar con sistemas que permitan conocer en tiempo, con exactitud y a un bajo costo los desvíos, niveles de desperdicios y los diversos ratios vinculados a la calidad, productividad y satisfacción de los clientes y consumidores.

El personal de primera línea debe también contar con información en tiempo y forma, a los efectos de saber qué tan bien se está desarrollando el proceso, y que tan productiva resulta su labor.

### **5° Instaurar los sistemas de medición de costos de calidad y de Control Estadístico de Procesos**

Para poder dirigir es necesario controlar, y para controlar es fundamental medir. Por tal motivo, sin medición no es posible dirigir. Todos los desperdicios son factibles de medición, sea por medio de encuestas, medición de resultados, observación de las calidades y niveles de productividad entre otras.

Además la medición de nuestros procesos y actividades, y sus resultados, permitirá compararlos con los mejores procesos existentes en el mercado o a nivel global, a los efectos de realizar el proceso de benchmarking.

## **6° Conformación de Equipos para la Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios**

Pueden implementarse dos medidas conducentes a permitir la participación de los empleados en la gestión de mejora continua. Una de las metodologías consiste en el “sistema de sugerencias” por las cuales los empleados hacen llegar a los niveles superiores observaciones y propuestas destinadas a superar los distintos tipos de desperdicios.

El otro método consiste en la creación de “equipos de trabajo” sea Círculos de Control de Calidad, Equipos de Mejora o bien Equipos para la Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios”.

## **7° Aplicar para los procesos críticos o estratégicos labores de benchmarking**

El *benchmarking*<sup>1</sup> es una práctica de administración que facilita el ingreso permanente de nueva información a una organización. Constituye un proceso de evaluación continuo y sistemático.

El *benchmarking* busca dos tipos de información: medidas que indiquen excelencia en un proceso y actividades facilitadoras que hayan producido los resultados excepcionales observados. Por ende, el proceso de *benchmarking* actúa como un tribunal donde se ventilan los progresos en el aprendizaje empresarial y se descubren oportunidades externas para un mayor aprendizaje y desarrollo.

## **8° Puesta en práctica de los planes previstos, la evaluación de los resultados respectivos, y las medidas correctivas (PREA–Planificar/Realizar/Evaluar/Actuar)**

En cuanto a la corrección de las actividades y procesos organizacionales se deben realizar las siguientes preguntas:

- ¿Por qué es necesario? y ¿Cuál es el objetivo? Para eliminar aquellas actividades innecesarias.
- ¿Dónde?, ¿Cuándo? y ¿Quién? Para combinar las actividades o procesos cuando no ha sido posible su eliminación.
- ¿Cómo podemos reordenar? Si los detalles son necesarios y no pueden combinarse, conviene ver si se pueden ordenar de otra forma más correcta. Las respuestas dadas a las preguntas ¿dónde?, ¿cuándo? y ¿quién?, nos conducen igualmente a reordenar los detalles del proceso.

---

<sup>1</sup> Análisis comparativo de productos, servicios o maneras de operar de una empresa que sea competencia en el mercado.

- ¿Cómo podemos simplificar? Si no podemos eliminar, combinar, ni reordenar, aún nos queda la posibilidad de simplificar el método para que se haga de forma más fácil, menos peligrosa, menos costosa.
- ¿Cómo?, nos indican la forma de poder hacerlo.

### 9° Trabajar con Listados de Desperdicios y Matriz de Control Interno

La clasificación de los siete desperdicios, o un listado de todas las mudas sugeridas por el personal, pueden ayudar a reconocer en las actividades diarias las improductividades que realizan.

Detectado el desperdicio debe procederse a su medición a los efectos de tomar una clara noción de su importancia. Se deben seleccionar primero aquellos que por su importancia puedan generar un mayor efecto en los resultados de la empresa.

Una forma de determinar las mejores acciones a emprender es aplicando la Matriz de Sacrificio / Probabilidad de Éxito.

El nivel de sacrificio responde a la cantidad de recursos financieros, materiales, humanos y de tiempo del cual deberá hacerse uso para aplicar la estrategia o acción de solución y corrección. Ese nivel puede ser Alto o Bajo.

En tanto que las probabilidades de éxito responden a la probabilidad que existe de lograr los resultados. Así pues las mejores opciones son aquellas con un nivel bajo de sacrificio y alta probabilidad de éxito. La alternativa opuesta es la de un alto nivel de sacrificio y una baja probabilidad de éxito.

El proceso PREA implica un accionar continuo tendiente a lograr nuevos niveles de desempeño. Hacer ello factible requiere de un compromiso, y de una gran disciplina laboral.

En cuanto a la Matriz de Control Interno constituye una metodología destinada a prevenir, ponderar, evaluar y eliminar los diversos tipos de desperdicios que pueden tener lugar en la empresa. Su metodología sistemática permite un control y evaluación de los diversos tipos de riesgos, como así también de los diferentes acontecimientos generadores de desperdicios.

### 10° Eliminación de desperdicios

Partiendo de los siete desperdicios clásicos vistos anteriormente por Taiichi Ohno, se han establecidos gracias a trabajos de importantes consultores japoneses entre los cuales se encuentran también figuras como Shigeo Shingo, Mizuno y Toyota, herramientas y metodologías destinadas a la prevención y reducción de los diversos tipos de desperdicios. La eliminación de los desperdicios comprende la aplicación de los sistemas: **Just in Time**, **Mantenimiento Productivo Total**, **Gestión de Calidad Total**, **actividades de grupos pequeños** (círculos de calidad, equipos de mejora, equipos para detección, prevención y eliminación de desperdicios), **sistemas de sugerencias**, y

despliegue de políticas. Sistemas que conforman y permiten el desarrollo del Kaizen. Dentro del sistema Just in Time se encuentran el Shojinka, Soifuku y el Jidoka.

**Shojinka**, puede definirse como “la adaptación a la demanda mediante la flexibilidad”, lo cual implica modificar el número de trabajadores de una sección según la demanda basándose fundamentalmente en la versatilidad de los trabajadores, acompañado de un diseño de planta adecuado, y una gran facilidad de adaptación de las máquinas a diferentes tipos de producciones, por lo que se eliminan tiempos ociosos y personal no activo.

**Soifuku**, su significado es “el fomento de las ideas innovadoras”, se trata de la involucración de la totalidad del personal de la empresa en la toma de decisiones, en la mayoría operativas.

Las mejoras en la calidad pueden darse de dos maneras:

- En primer lugar mediante un absoluto control de calidad efectuado fundamentalmente por la maquinaria utilizada (Jidoka), y por los propios trabajadores de tal forma que garantice que ninguna pieza defectuosa vaya al proceso siguiente.
- La segunda, para actuar en la mejora intrínseca de los procesos productivos incorporando o modificando tareas que permitan eliminar causas de defectos en la producción.

**Jidoka**, tiene dos significados, uno es automatización, en el sentido de sustituir tareas manuales por tareas mecanizadas sin intervención del operario desde la entrada de la pieza hasta su elaboración, y, el otro significa control automático de defectos por parte de la propia máquina (autocontrol).

El aporte fundamental del Jidoka a la detección, prevención y eliminación de desperdicios, se basa principalmente en el significado de autocontrol, el cual se subdivide en dos aspectos fundamentales que son la detección y detención automática a la finalización del lote de producción, y a la aparición de alguna clase de defecto en la pieza que se está elaborando mediante la colocación de sensores, interruptores mecánicos, células fotoeléctricas, entre otras, en las posiciones idóneas para el desarrollo de su función. A estos mecanismos se les denomina Poka-Yoke (poka significa errores, y yoke evitar). El primer caso de detención de la máquina de forma automática al finalizar el lote, implica un control automático para facilitar única y exclusivamente las piezas necesarias al proceso siguiente en función del kanban en proceso, con lo que se evitan problemas de sobreproducción.

El segundo caso, paro automático a la aparición de un defecto, agrava los problemas de producción al detener la línea de fabricación lo que implica una mayor atención por parte del operario (y del supervisor si es necesario) quien soluciona inmediatamente de forma definitiva o provisional la causa del defecto mejorando el proceso productivo de forma inmediata, o aportando material de trabajo para los círculos

de calidad, involucrándose de forma directa en el control de calidad, lo cual da más valor a su trabajo que, a su vez, conlleva una mayor motivación. Así pues, las piezas elaboradas de esta forma tienen un porcentaje de defectos mucho más bajo de lo habitual por lo que al proceso siguiente solamente se servirán piezas catalogadas como no defectuosas, aunque a veces algún defecto no detectado pase al siguiente proceso, en este caso, el operario del proceso siguiente, si lo advierte, devuelve la pieza al proceso anterior para que se analice la causa y se solucione el problema de forma inmediata.

Un sistema de producción Just in Time no es posible sin la implantación de un sistema TPM, **Mantenimiento Productivo Total**, ya que la falta de stocks de seguridad hace que las averías de las máquinas tengan unos efectos mucho más considerables que mediante la utilización de sistemas de stock intermedio.

## 2.2. Ciclo de Deming: PDCA

Mundialmente conocido y ampliamente aplicado, el PDCA constituye una base de trabajo. Enfocado a resultados, es un método simple y, al mismo tiempo, eficaz cuando se lo aplica a la rutina diaria.

PDCA es una herramienta que ayuda en la organización del proceso de implementación de mejoras.

El origen de PDCA se dio entre los años 1930 y 1940 para organizar el trabajo y seguimiento de proyectos de cualquier tipo. En 1950 E. Deming la toma y la difunde como una alternativa para encarar los proyectos de acción o mejora sobre los procesos propios externos o internos.

También conocido como Ciclo de Mejora Continua o Círculo de Deming, por su autor. El PDCA viene por sus siglas en inglés *Plan, Do, Check, Act*, en español, Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistémica para lograr la mejora continua, entendiendo como tal al mejoramiento continuado de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de riesgos potenciales). El círculo de Deming lo componen 4 etapas cíclicas, de forma que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo, de forma que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras. La aplicación de esta metodología está enfocada principalmente para ser usada en empresas y organizaciones. (PDCA Home)

### 2.2.1. Las cuatro etapas

1. **Planificar:** se buscan las actividades susceptibles de mejora y se establecen los objetivos a alcanzar, Para buscar posibles mejoras se pueden realizar grupos de trabajo, escuchar las opiniones de los trabajadores, buscar nuevas tecnologías, mejores a las que se están usando ahora, etc.

2. **Hacer:** Se realizan los cambios para implantar la mejor respuesta. Generalmente conviene hacer una prueba piloto para probar el funcionamiento antes de realizar los cambios a gran escala.

3. **Verificar:** Una vez implantada la mejora, se deja un periodo de prueba para verificar su correcto funcionamiento. Si la mejora no cumple las expectativas iniciales habrá que modificarla para ajustarla a los objetivos esperados.

4. **Actuar:** Por último, una vez finalizado el periodo de prueba se deben estudiar los resultados y compararlos con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora. Si los resultados son satisfactorios se implantará la mejora de forma definitiva, y si no lo son habrá que decidir si realizar cambios para ajustar los resultados o si desecharla.

Una vez terminado el paso 4, se debe volver al primer paso periódicamente para estudiar nuevas mejoras a implantar. (PDCA Home)

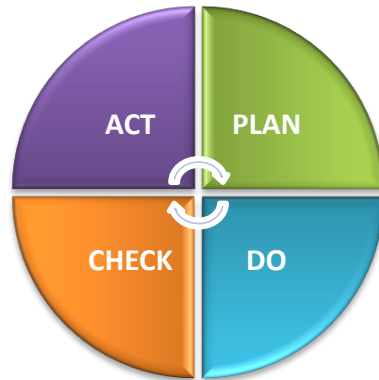


Ilustración 2.2. Ciclo de Deming  
Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.2. Beneficios

Los resultados de la implementación de este ciclo permiten a las empresas una mejora integral de la competitividad de productos y servicios, mejora de la calidad, reduciendo costos y optimizando la productividad, además de incrementar la participación de mercado junto con la rentabilidad de la empresa aumentarla.

## 2.3. Herramientas para la Gestión

### 2.3.1. Ishikawa

El diagrama Ishikawa o causa-efecto, es un gráfico que muestra las relaciones entre una característica y sus factores o causas.

El diagrama causa-efecto es así la representación gráfica de todas las posibles causas de un fenómeno. Todo tipo de problema, como el funcionamiento de un motor o una bombilla que no enciende, puede afrontarse con este tipo de análisis.

Generalmente, el diagrama asume la forma de espina de pescado, de donde toma el nombre alternativo de diagrama de espina de pescado.

Una vez elaborado, el diagrama causa-efecto representa de forma ordenada y completa todas las causas que pueden determinar cierto problema y constituye una útil base de trabajo para poner en marcha la búsqueda de sus verdaderas causas, es decir, el auténtico análisis causa-efecto.

El análisis causa-efecto, en su significado más completo, es el proceso que aparte de la definición precisa del efecto que deseamos estudiar y, a través de la fotografía de la situación obtenida mediante la construcción del diagrama, permite efectuar un análisis de las causas que influyen sobre el efecto estudiado. (Galgano, 1995)

El análisis causa-efecto puede así dividirse en tres grandes fases:

- Definición del efecto que se desea estudiar
- Construcción del diagrama causa-efecto
- Análisis causa-efecto del diagrama construido

La definición del efecto que se desea estudiar representa la base de un eficaz análisis causa-efecto. Efectivamente, siempre es necesario efectuar una precisa definición del efecto objeto de estudio. Cuanto más definido se encuentre éste, más directo y eficaz podrá ser el análisis de las causas.

Para la construcción del diagrama, existe un método de clasificación de las causas, un criterio de subdivisión muy utilizado llamado las cuatro M:

- Máquinas
- Mano de obra
- Métodos
- Materiales (Galgano, 1995)

Las cuatro M suelen ser generalmente útil como punto de referencia dado que en ellas pueden englobarse casi todas las principales causas de un problema, por lo que pueden constituir los brazos principales del diagrama causa-efecto. En algunos libros se reconocen como cinco M, en la cual se agrega una nueva subdivisión, Medio Ambiente.

Un ejemplo de un Diagrama causa-efecto es el que se muestra a continuación, en el cual el efecto que genera es el Incumplimiento de un programa en específico, y sus causas se categorizan según Monitoreo de las Actividades, Horario de Actividades, Docentes, Sistema Modular, Contenido Curricular e Infraestructura.

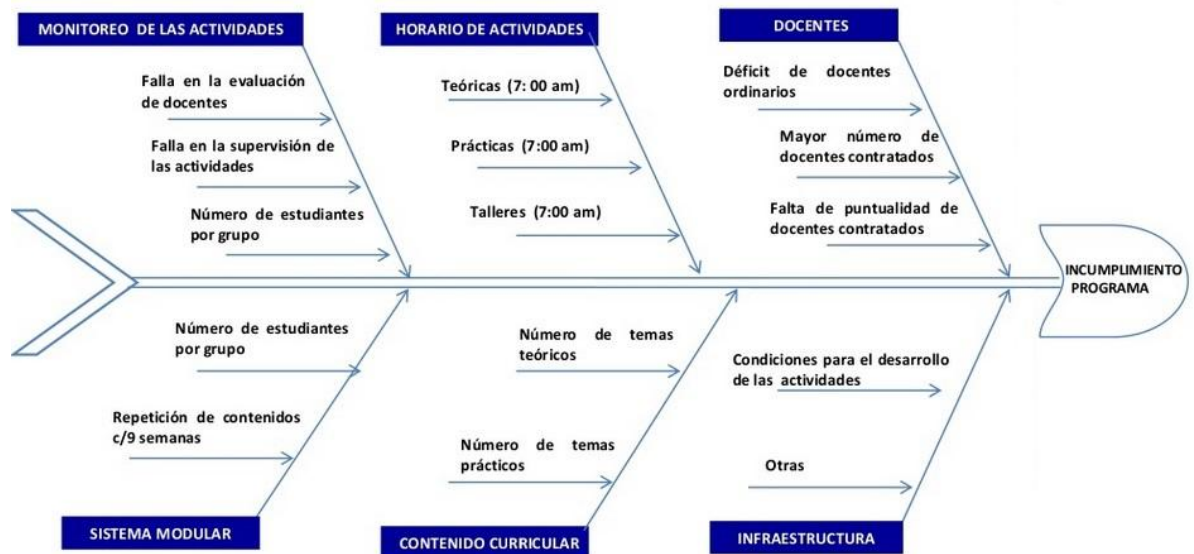


Ilustración 2.3. Ejemplo de Diagrama Ishikawa  
Fuente: (Rebolledo)

El objeto del análisis consistirá así en examinar críticamente las causas definidas con la finalidad de:

- Definir las causas más probables
- Definir las causas más importantes
- Verificar si las causas más importantes ya definidas son realmente las que influyen sobre el efecto

El diagrama causa-efecto puede utilizarse para:

- Obtener mejora en procesos, calidad de productos, eficiencia de las instalaciones, servicio.
- Lograr una reducción de costos
- Afrontar problemas contingentes tales como: causas de reclamos, defectos, anomalías.
- Establecer procedimientos operativos normalizados tales como: nuevos procedimientos operativos, puntos y procedimientos de control, revisiones de procedimientos desactualizados.

## Capítulo III

### 3. Contexto del problema

#### 3.1. Descripción del Departamento

Sanitarios es el nombre del área dentro de la Industria Pañalera Nacional, que se dedica a la producción de Pañales de bebé, de adultos y toallas femeninas.

Este trabajo se centrará en el estudio de las líneas de producción de pañales de bebé, específicamente en la número 1.

##### 3.1.1. Líneas de Fabricación

En planta, existen dos naves, Sanitarios 1 y 2, en ambas se fabrican pañales de bebé, adultos y toallas femeninas.

##### 3.1.2. Características de la Pañalera

Las diferentes pañaleras presentan diferentes características, como son año de creación, proveedor, velocidad, eficiencia, recorte de pañales, recorte de insumos.

La pañalera 1, puesta en marcha el año 2001, tiene procedencia norteamericana, y posee una velocidad media de 525 pañales por minuto.

### 3.2. Organigrama

El área de Sanitarios presenta una jerarquía liderada por un gerente, del cual lo siguen jefe de producción, jefe de control calidad y, jefe de mantenimiento y proyectos. El jefe de producción tiene a su cargo seis jefes de línea, correspondientes a las diferentes pañaleras, además de un encargado de procesos y un supervisor de control de operaciones. El jefe de control de calidad tiene a su cargo a dos supervisores de control de calidad que velan por los estándares que debe tener el producto terminado. El jefe de mantenimiento y proyectos a su vez tiene a cargo cuatro supervisores de diferentes especialidades, dos de mantenimiento electrónica, uno de planificación y control, y uno de mantenimiento.

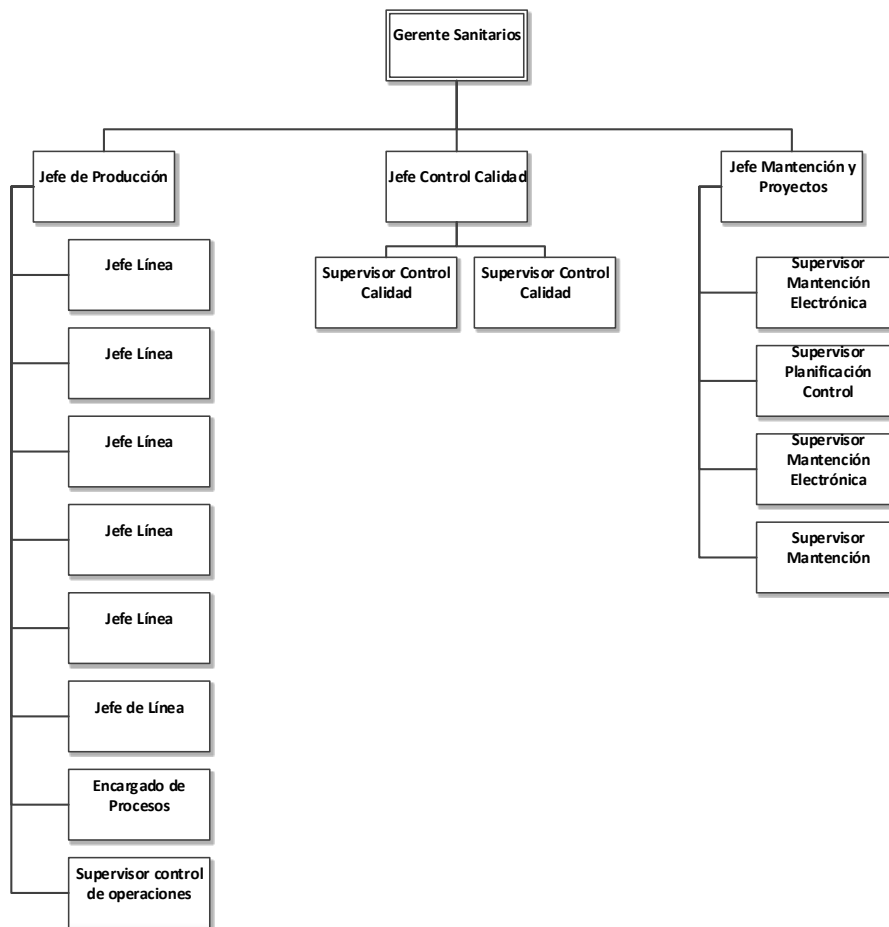


Ilustración 3.1. Organigrama Departamento  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. Zonas

La línea de producción sigue una estructura de gestión, la cual se divide en cuatro zonas, las cuales cumplen diferentes funciones a lo largo de ésta. Cada zona tiene a un operario por turno, el cual vela por la eficiencia de su zona. Además existe un operador líder, el cual apoya la labor de los operadores, junto con otras labores que requiere la línea.

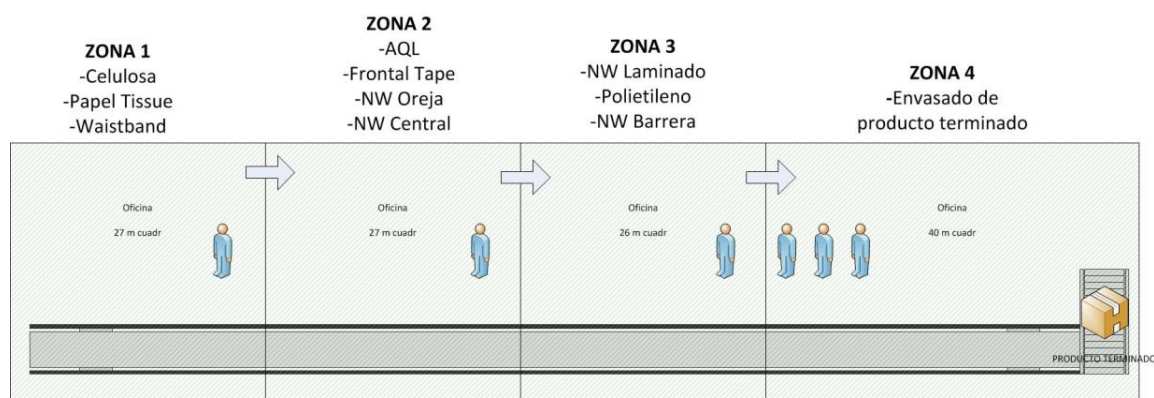
La zona 1 tiene a cargo las actividades relacionadas a los insumos Papel Tissue, Celulosa, SAP, Waistband, Adhesivos y Lycra Entrepierna.

La zona 2 presenta el Frontal Tape, AQL, NW Central, NW Oreja.

La zona 3 cuenta con el Polietileno, NW Barrera, NW Laminado y Cintas.

Y la zona 4 se dedica al empaque de los productos, en bolsas, y luego en bolsones para transportarlos, ya que algunas de sus funciones son manuales es necesario de un mayor número de operarios por turno en esta parte.

Entre las funciones que debe cumplir un operador está mantener con insumos la máquina, si la línea se detiene, solucionarlo, entre otras actividades. El diagrama que permite una explicación más clara se presenta a continuación.



**Ilustración 3.2. Diagrama de zonas de línea de producción**  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.4. Productos

Un pañal de bebé es una prenda absorbente desechable en forma de calzón, con el fin de higienizar y evitar la contaminación del entorno a causa de los desperdicios del bebé.

Las líneas pañaleras producen cuatro tipos de pañales:

- Bebé 1
- Bebé 2
- Bebé 3
- Bebé 4

El pañal Bebé 1, es el pañal más nuevo, lleva en el mercado alrededor de 3 años, y es uno de los de mejor calidad en relación a los otros tres. Presenta mayor absorbencia, mejor calidad de los insumos que se utilizan en su fabricación, por ende su costo es mayor al resto, como también su precio en el mercado.

Bebé 2, es el pañal con calidad mejor que Bebé 3 y 4, es uno de los pañales con mayores ventas en el mercado con respecto a los demás, y está orientado al sector medio, además es el que se fabrica en mayor cantidad.

Los pañales Bebé 3 y 4, son los que presentan una menor calidad en general, por tener menor capacidad de absorción, y utilizar insumos de menor calidad. Sus precios son más bajos, por lo que los hace más accesible a cualquier estrato.

Los pañales se presentan en diferentes formatos, tamaño y cantidades por bolsa.

Los tamaños existentes son:

Tamaños	
<b>CH</b>	Chico
<b>M</b>	Mediano
<b>G</b>	Grande
<b>XG</b>	Extra Grande
<b>XXG</b>	Extra Extra Grande

Tabla 3.1. Tamaños del pañal  
Fuente: Elaboración Propia

La diferencia que presentan los productos “Bebé”, radica en:

- Formatos del pañal
- Tamaño
- Costo del pañal
- Absorbencia
- Cantidad y calidad de los insumos

Hay otras variedades de pañales, además de los nombrados anteriormente, que son fabricados en otros países, como “Bebé recién nacidos”, “Sabanillas para bebés Bebé”, y “Nuevo Bebé voy solito”, entre otros.

### 3.5. Competencia

Actualmente en el mercado existe una variedad de marca de pañales, de las cuales destacan *Pampers*, *Huggies* y *Babysec*, de *Procter & Gamble*, *Kimberly Clark*, y CMPC respectivamente.

En orden de mayor liderazgo en el mercado corresponde en primer lugar a *Kimberly Clark* con *Huggies*, y en segundo lugar compiten a la par *Procter & Gamble* con CMPC.

Una de las ventajas competitivas que tiene Industria Pañalera Nacional según Jefe de línea, es la relación precio-calidad, son más económicos que su competencia, y a la vez entregan una calidad para competir con grandes marcas.

### 3.6. Insumos

Un pañal está compuesto por una variedad de insumos, que varían según el tipo de pañal, y algunos de ellos son mencionados a continuación.

<b>Insumo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Función</b>
<b>Celulosa Fluff</b>	Polímero natural, hoja de fibras de menor cantidad	Le da integridad y capacidad de absorción al pañal.
<b>SAP</b>	Polímero súper absorbente	Al entrar en contacto con líquido forma un gel que lo retiene en el núcleo del pañal
<b>NW Hidrofóbico</b>	Tela no tejida hidrofóbica	No permite el paso del líquido.
<b>NW Hidrofilico</b>	Tela no tejida hidrofílica	Permite el paso del líquido al interior (núcleo) del pañal.
<b>NW Orejas</b>	Tela no tejida	Para cerrar el pañal al momento de colocarlo en el bebé
<b>NW Barrera</b>	Tela no tejida hidrofóbica	Es utilizado en la construcción de barreras de anti escurrimiento, no permite el paso del agua, ni sólidos.
<b>Papel Tissue</b>	Papel <i>tissue</i> color blanco.	Es usado para el transporte e integridad, aporta a la absorción del pañal.
<b>Acquisition Layer</b>	Tela no tejida	Es para distribuir los líquidos para que lleguen al núcleo.
<b>Polietileno cubierta</b>	Film doble impresión	Evitar que los líquidos escurran hacia afuera, ya que es impermeable.
<b>Elástico de piernas</b>	Lycra	Para mejorar el ajuste del pañal.
<b>Elástico de barrera</b>	Lycra	Para mejorar el ajuste del pañal.
<b>Waistband</b>	Banda elástica	Es utilizado para que se fije en el contorno de la cintura del bebé, mejorando el ajuste del pañal.
<b>Cinta Frontal Tape</b>	Cinta plástica sin adhesivo	Permite múltiples reaplicaciones de las cintas laterales.

<b>Adhesivos</b>	Pegamento	Para pegar los materiales.
<b>Aroma</b>	Perfume	Darle un olor, que al momento del uso del pañal se sienta.

Tabla 3.2. Insumos del pañal de bebé  
Fuente: Elaboración Propia

El pañal consta de los siguientes elementos:

- Núcleo absorbente constituido por celulosa *fluff* y polímero súper absorbente (SAP), y que está contenido por hojas de papel *tissue*.
- Banda Frontal donde va a ir pegada las cintas adhesivas, barreras para evitar que líquido se escurra, elástico de cintura, entre otros.
- Elementos de fijación: cintas adhesivas y banda frontal.
- Elementos de contención. Elásticos laterales y elásticos de cintura.

En donde se puede apreciar en la siguiente figura la ubicación de cada elemento.



Ilustración 3.3. Insumos ubicados en el pañal  
Fuente: (Pampers)

### 3.7. Proceso de Fabricación de Pañales de bebé

El proceso de fabricación de pañales de bebé es uno de los más complejos que se desarrolla en la planta, en comparación al pañal de adulto y toalla femenina.

Los pañales son fabricados en un proceso continuo, a una velocidad promedio que depende de cada pañalera.

El proceso podría ser dividido en un comienzo en 3 etapas, las cuales se unen para continuar como muestra la Ilustración 3.7. Diagrama de Procesos en detalle de fabricación pañales de bebé.

#### 3.7.1. Etapa 1: Creación de colchoneta

Según como muestra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, aquí comienza la primera etapa de la fabricación de pañales. Ingresamos la celulosa al molino, la cual es destrozada para ser convertida en fibras, y enviada al tambor de formación que funciona al vacío, éste se secciona en tres partes; A, capa inferior, B centro, y C capa superior. La Capa Inferior, A, no recibe SAP, a diferencia de la Capa Central B, que lleva un porcentaje mayor, y la Capa Superior, C, en menor cantidad, y además tiene un peinador<sup>2</sup> que tiene el objetivo de quitar el exceso de celulosa, pero lo que queda de material SAP es enviado nuevamente al molino. La capa A, B y C, conforman el *pad*<sup>3</sup> son pasados al tambor de transferencia, luego entra Papel Tissue (con adhesivo integral inferior), el cual crea la colchoneta con estas capas. Se fija el adhesivo integral superior, para luego ser plegado, planchado, se compacta para darle forma tridimensional, para agregarle el aroma, y esta colchoneta es cortada por unidad para luego pasar a la “Unidad de Combinación”.

El subproceso de Creación de la colchoneta sigue como muestra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

---

<sup>2</sup> Instrumento que está dentro del tambor de formación con el fin de retirar celulosa de la colchoneta.

<sup>3</sup> Término en inglés que significa colchoneta.

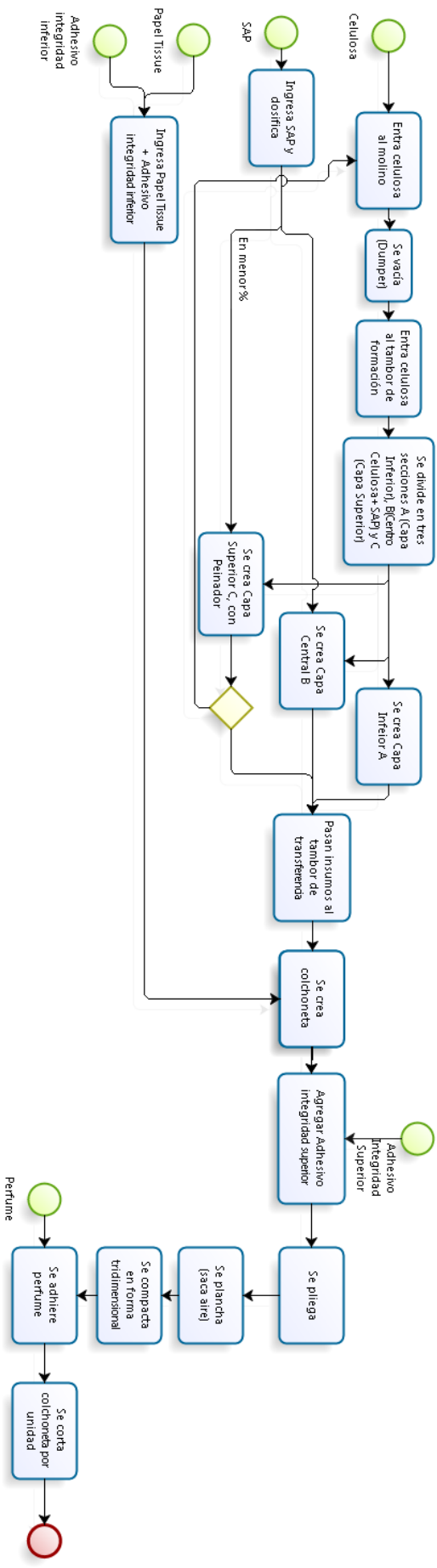


Ilustración 3.4. Diagrama de Proceso de creación de colchoneta Fuente: Elaboración Propia

### 3.7.2. Etapa 2: Creación de *Backsheet*

Esta parte del proceso llamada Creación del *Backsheet* se representa en la Ilustración 3.5. Diagrama de Proceso de creación de *backsheet*. Se une el NW Laminado con Polietileno y el Adhesivo de Construcción, en una unidad *offline*<sup>4</sup>, en el cual luego se integra el Frontal Tape cortado y pegado con adhesivo, el siguiente paso corresponde a la colocación de lycra entrepierna, la cual es 3 por lado más el adhesivo. Luego de esto se lleva a la “Unidad de Combinación”.

El subproceso de Creación de *backsheet* sigue a continuación.

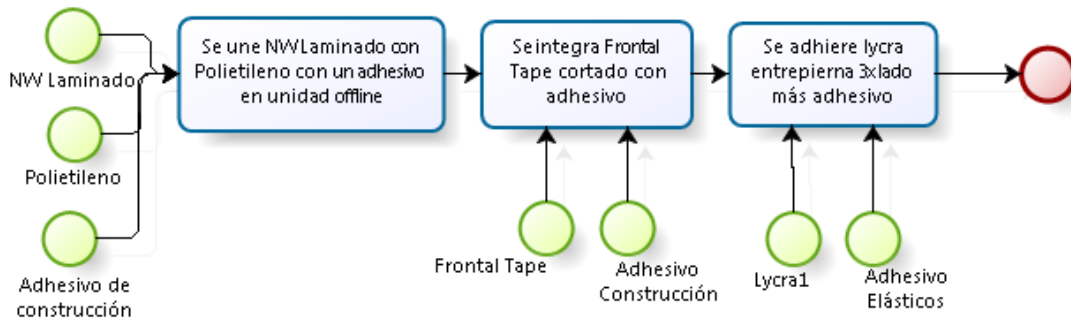


Ilustración 3.5. Diagrama de Proceso de creación de *backsheet*  
Fuente: Elaboración Propia

<sup>4</sup> Fuera de la línea.

### 3.7.3. Etapa 3: Creación del *Topsheet*

El NW Barrera se corta por la mitad para luego colocarle las lycras con adhesivo, se realiza el doblado, que pasa a la unidad de sello mecánico, en donde se integra NW Central y Adhesivo, en seguido se adhiere el AQL, se pega el NW oreja que ya viene pegado con las cintas, para finalmente adherirse el *Waistband* ya cortado con adhesivo y pasar a la “Unidad de Combinación”.

El subproceso de Creación de Topsheet es representado en el diagrama siguiente.

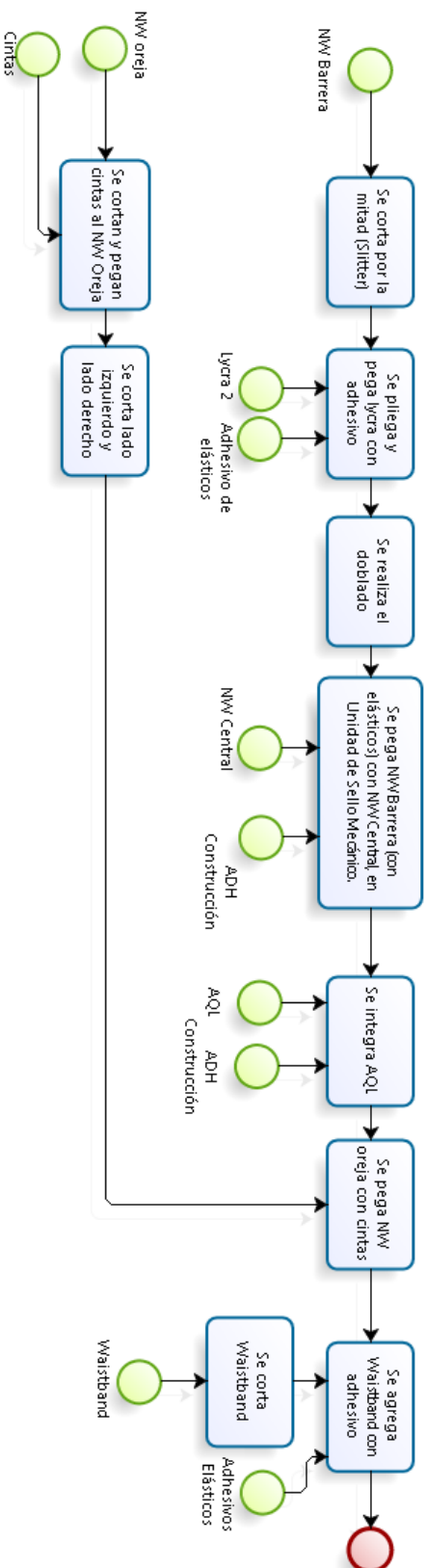
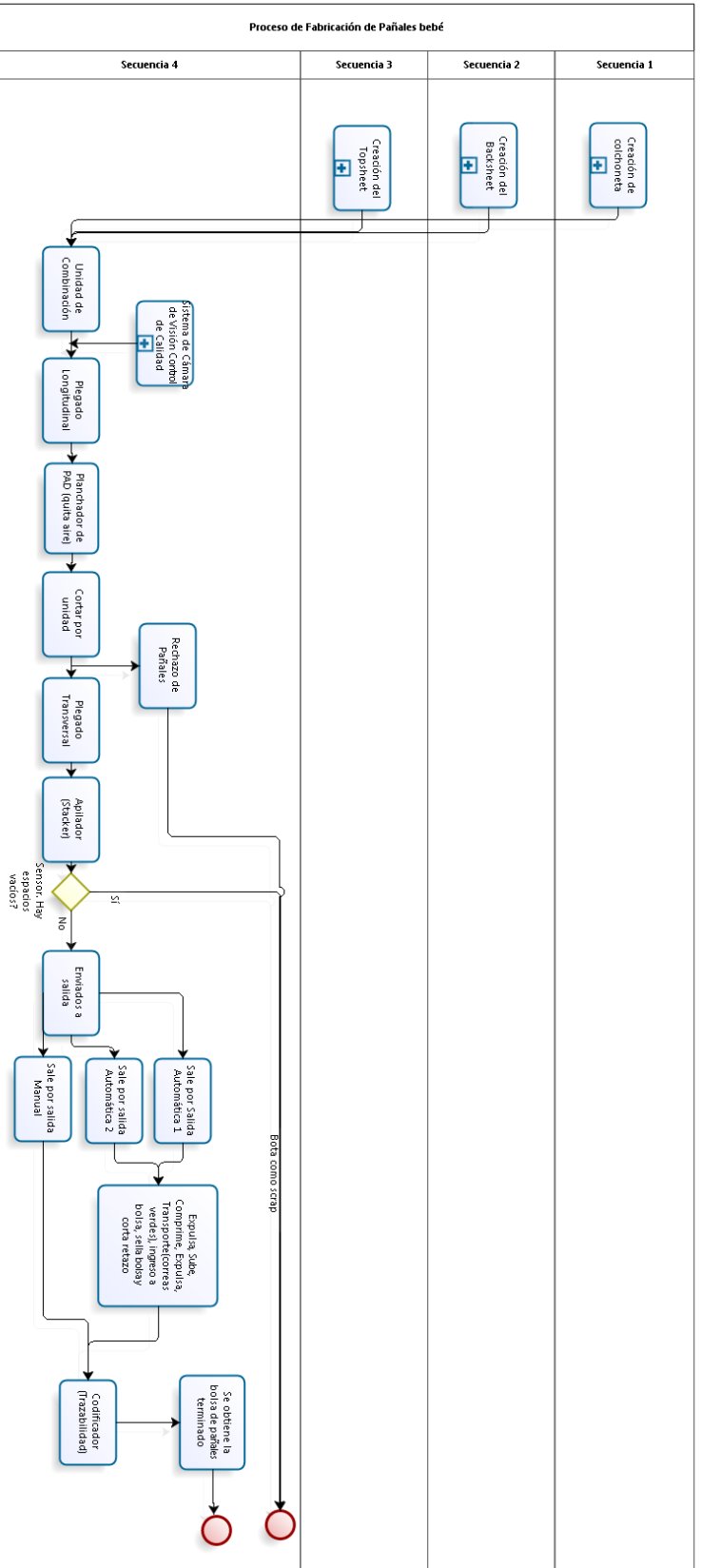


Ilustración 3.6. Diagrama de Proceso de creación de topsheet  
Fuente: Elaboración Propia

#### 3.7.4. Etapa 4: Unidad de Combinación

Se unen las tres secuencias, ensamblándose en la Unidad de Combinación, quedando sólo un producto, el cual es analizado por el Sistema de Cámara de Visión de Control de Calidad, el cual observa si presenta algún defecto para ser eliminado. El siguiente paso corresponde al Plegado longitudinal el cual cierra el pañal, y luego el planchador que le quita el aire, en seguida un cuchillo rotatorio corta por unidad los pañales, donde pasan de ser un proceso continuo a uno discreto, y ahí es donde está la Zona de Rechazo de pañales que analizó anteriormente el sistema de cámara. De los pañales buenos ocurre el plegado transversal el cual dobla por la mitad, cerrando el pañal, obteniéndose el pañal finalizado. Luego ocurre el proceso de embolsar, para esto se apilan automáticamente en la cantidad que va por bolsa, pero que cuando el sensor detecta un espacio vacío, deja pasar los productos y son eliminados como *scrap*, los demás son enviados a la salida, presentándose tres salidas, dos automáticas y una manual. Las salidas automáticas se encargan de expulsar, subir, comprimir, nuevamente expulsar, transportar por correas, el ingreso a la bolsa, se sella y corta el retazo. Y de manera manual se apilan los pañales, son ingresados a la bolsa y el proceso de cortar el retazo se hace en una máquina externa. Para conseguir de las tres salidas el producto terminado en bolsas de pañales.



**Ilustración 3.7. Diagrama de Procesos en detalle de fabricación pañales de bebé**  
Fuente: Elaboración propia

### 3.8. Sistema de alimentación de material a la línea

El sistema del cual los insumos alimentan la línea de producción funciona de tal manera que el insumo se coloca en la máquina y va girando a medida que se va desenrollando.

La pañalera 1 funciona con un sistema que descuenta el espesor del material por cada vuelta que da el insumo, y que cuenta el sistema, como se muestra en la Ecuación 3.1. Diámetro actual del insumo.

$$\text{Diámetro Actual}(mm) = \text{Diámetro Inicial}(mm) - N^{\circ} \text{ Vueltas} * \text{Espesor}(mm)$$

Ecuación 3.1. Diámetro actual del insumo

El problema que existe es que no todos los rollos tienen el mismo diámetro, y el valor que es ingresado como diámetro inicial del rollo no es modificado, se utiliza un diámetro inicial promedio. Así existen insumos que tienen un diámetro inicial mayor, es decir, que dejan más cantidad de material en la bobina, y en el caso contrario en que los insumos tengan menor diámetro inicial del promedio, sólo en ese caso se logrará dejar menor cantidad de material en el rollo. Se debe pensar también que estos sistemas de vueltas presentan un cierto error permitido los cuales provocan que se pierda mayor cantidad de material.

En la línea de producción, al acabarse un cierto material del rollo comienzan a generar pañales defectuosos, dado que el producto fabricado no presenta cierto insumo, por lo que se debe detener la línea completa para enhebrar el insumo y volver a la línea, por eso es que se evita que se acabe el insumo de la bobina. Los operadores quienes están a cargo de mantener en orden la pañalera se preocupan de que un insumo no se vaya a acabar, a ellos les pagan un bono por producción de la línea, por lo que prefieren asegurarse de que el material no se acabe, y en algunos casos realizan el empalme manual, esto quiere decir, presionar el botón de empalme antes que se realice automáticamente por el sistema. En la ilustración siguiente se observa de manera más detallada cada parte; en donde la velocidad (angular) en que gira el rollo es variable, aumenta a medida que se va desenrollando el material, además a la salida del insumo posee un medidor de tensión para cumplir con los estándares del pañal, presenta un acumulador compuesto por rodillos y corrigen la tensión del insumo, para luego alimentar a la línea de producción a una velocidad constante.

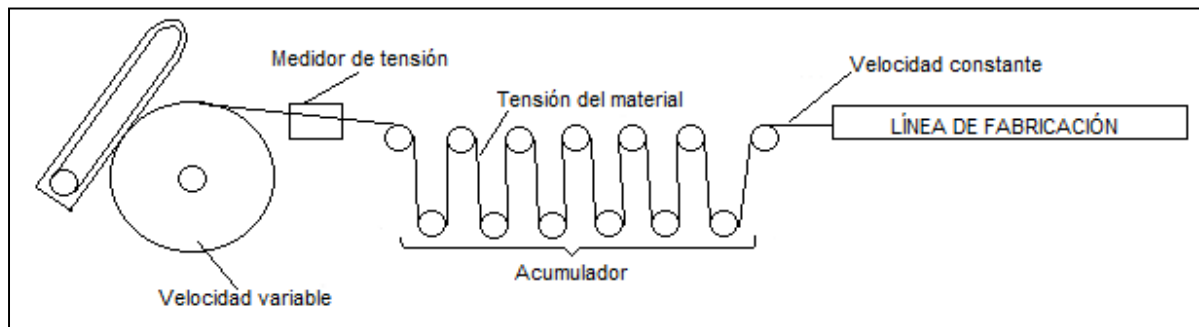


Ilustración 3.8. Sistema de descontar vueltas pañalera 1  
Fuente: Elaboración Propia

## Capítulo IV

### 4. Análisis de desperdicios

Como primer paso para reducir los desperdicios es fundamental que la alta dirección tome conciencia de los diversos tipos de desperdicios que presenta la compañía. Para ello deberán concentrar su energía y capacidad de decisión en mejorar los sistemas organizacionales a los efectos de mejorar los niveles de rendimiento.

Para el análisis de la pérdida de material que existe en el departamento de Sanitarios se enfocará sólo en la pañalera 1, la cual produce pañales de bebé, que según el jefe de operaciones de la planta es esta línea de fabricación la cual presenta mayores desvíos de costos asociados a los materiales.

Los procesos estudiados fueron los involucrados desde que se realiza el pedido de insumos a bodega hasta que resultan productos defectuosos.

#### 4.1. Tipos de Desperdicios

Se encuentran como pérdidas de materiales las siguientes:

- Desperdicio N°1: pérdida de material por presentar fallas por parte de proveedores.
- Desperdicio N°2: pérdida de material ocasionado por un error de ingreso los datos a SAP<sup>5</sup>.
- Desperdicio N°3: pérdida de material por excesivo inventario en pie de máquina.
- Desperdicio N°4: pérdida en línea de producción de desmante
- Desperdicio N°5: pérdida de producto terminado por presentar defectos.
- Desperdicio N°6: pérdida en línea de producción por bajo aprovechamiento del insumo en línea de producción (cola).

En seguida se definirán los desperdicios presentes en el proceso de fabricación de pañales, junto con su clasificación y los factores que lo provocan.

---

<sup>5</sup> ERP. Sistema informático basado en módulos integrados, que abarca prácticamente todos los aspectos de la administración empresarial.

#### 4.1.1. Desperdicio N°1

Pérdida de material por presentar defectos por parte de proveedores.

**Definición.** En muchas ocasiones los insumos que llegan al departamento de Sanitarios llegan con fallas, como por ejemplos conos achatados, mal bobinados, mal tensionados, insumos que presentan hoyos, entre otros.

Las fallas pueden ser a simple vista en donde las tarimas vienen deformes, con suciedad, pero en la mayoría de los casos se desconoce la falla del insumo, sólo cuando se comienza a utilizar en la línea de producción, cuando el material presenta problemas como cambios de tensión, hoyos en el material, mal bobinados, hace detener la pañalera, y se debe retirar el material de la máquina, además de generar productos defectuosos. Estos insumos que son retirados de la máquina son marcados con una etiqueta roja como Rechazados, los cuales son revisados por el departamento de Calidad, y dan aviso al departamento de bodega, pero no son descontados del total de insumos utilizados por la línea de producción, por lo que se piensa que se utilizó mayor cantidad de material de lo que realmente fue usado para producir.

**Clasificación.** Defectos por los insumos devueltos. Es lo que en materia de Costos de Mala Calidad se denomina costos por fallas externas, en este caso provenientes de proveedor.

**Factores que lo provocan.** Este desperdicio viene dado por una escasa revisión de los materiales al momento de recibir los insumos en bodega, en otras palabras, de verificar si está en óptimas condiciones para ser usado en las líneas de producción.

En el caso de problemas que no se ven a simple vista como mal bobinados, u hoyos en el material radica en la mala calidad de los insumos que produce el proveedor, y por parte de la industria pañalera nacional sólo queda confiar en que los insumos vienen en perfecto estado.

#### 4.1.2. Desperdicio N°2

Pérdida de material ocasionado por un error de ingreso de datos a SAP.

**Definición.** Los datos de qué material, cantidad, y a qué línea de producción son cargados, se ingresan al sistema SAP, éste lleva la información de cuánto material debiese tener la línea. Resulta que en muchas ocasiones por error del Abastecedor de bodega, quien ingresa los datos, son cargados a otras líneas de producción, o con otro código de insumo, o una cantidad diferente de la que realmente se cargó a la línea de producción. Existe un Encargado de SAP, quien verifica si corresponden los valores, pero lo hace cuando recibe las Requisiciones realizadas, que por lo general son entregadas después de varios días, y confirmar que se ha producido un error para ser cambiado involucra tiempo para revisar el por qué está erróneo, si es un problema del Abastecedor de bodega que ingresó los datos, o de planta quien realizó el pedido, que en la mayoría de los casos queda sin realizarse el cambio, generando costos a la línea de fabricación.

**Clasificación.** Movimientos innecesarios, por ir a buscar la Requisición de materiales, y ser un proceso manual, además de la demora de los ingresos a SAP.

**Factores que lo provocan.** Estos errores son generados porque el abastecedor de bodega, quien ingresa los datos a SAP, demora más tiempo del que debiese en ingresarlos, producto de lo sobrecargado que están con las tareas cotidianas de abastecer a ambas plantas de Sanitarios, Conversión rollo, y Fabricación, manteniendo sólo a dos personas en esa tarea durante un turno.

### 4.1.3. Desperdicio N°3

Pérdida de material por excesivo inventario en pie de máquina.

**Definición.** Los abastecedores de sanitarios son los encargados de abastecer con la cantidad necesaria de insumos a la planta, a cada línea de producción por cada turno. Estos abastecedores piden en base a su experiencia la cantidad de materiales que ellos piensan que se utilizarán en el turno por línea de producción. Los insumos pedidos en la mayoría de los casos es mayor de lo que realmente se utiliza, por lo que siempre existe una gran cantidad de material alojado en pie de máquina<sup>6</sup>, el cual es pequeño, y sólo tiene espacio para almacenar insumos correspondientes para un turno.

Dado que existe una gran cantidad de insumos en espera en pie de máquina, el control es más difícil, y se pierden tarimas que por el escaso espacio que existe en la línea, también se dejan en el patio de la planta, y se confunden siendo utilizados en algunas ocasiones por otras líneas de producción.

Para entender de mejor manera el proceso de realizar los pedidos a bodega, es que se realizó un diagrama de procesos, el cual explica su paso a paso.

En bodega poseen un Abastecedor de Bodega por turno, quien tiene por objetivo abastecer con los materiales requeridos, en la cantidad requerida, en buenas condiciones, en el menor tiempo posible a Sanitarios 1 y 2, al departamento de Conversión Rollos, además de Fabricación, viéndose sobrepasados con el número de tareas para la cantidad de personal que trabaja en bodega.

El proceso comienza cuando el Abastecedor de Sanitarios recibe la producción semanal, de cuántos pañales se deben producir, qué tipo de pañal y formato. Antes de decidir cuánto insumo pedir a bodega se dirige a pie de máquina para verificar la cantidad de material existente y ver si ese material servirá para la fabricación de pañales de la nueva programación, decide cuánto material pedir, para eso completa la “Requisición a bodega de materiales y materia prima (múltiple)”, en ANEXO 1: Requisición de materiales de Sanitarios se observa un ejemplo, estas son 4 hojas de diferentes colores de las cuales se completan por el Abastecedor de Sanitarios con la cantidad de tarimas a pedir, las hojas de Requisición azul y roja son entregadas a Abastecedor de bodega e insumos, quien entrega los materiales junto con la hoja

---

<sup>6</sup> Lugar en la planta donde se mantienen los insumos a ser utilizados en el turno por la línea de producción.

roja de requisición completada por Abastecedor de bodega e insumos en la columna de materiales entregados. Para luego el abastecedor de sanitarios revisar el estado de los insumos, en caso que viniese con defectos, pide cambio de material a bodega. El abastecedor de Sanitarios calcula la cantidad recibida, con la que completa hoja café de requisición, compara los datos de las medidas con la hoja roja recibida, además de compararlo con la información ingresada a SAP por bodega. Luego las hojas de requisición son archivadas para guardar como respaldo. Para el caso de la hoja roja de Requisición, ésta es enviada al Planificador de SAP, quien se enfoca en verificar que los datos coincidan con SAP, en caso contrario se envía un correo a Jefe de operaciones y Encargado de Bodega, quien hace las gestiones necesarias para cambiar datos en SAP. Este proceso queda explicado en Ilustración 4.1. Diagrama de Proceso de ingreso de insumos a planta desde bodega.

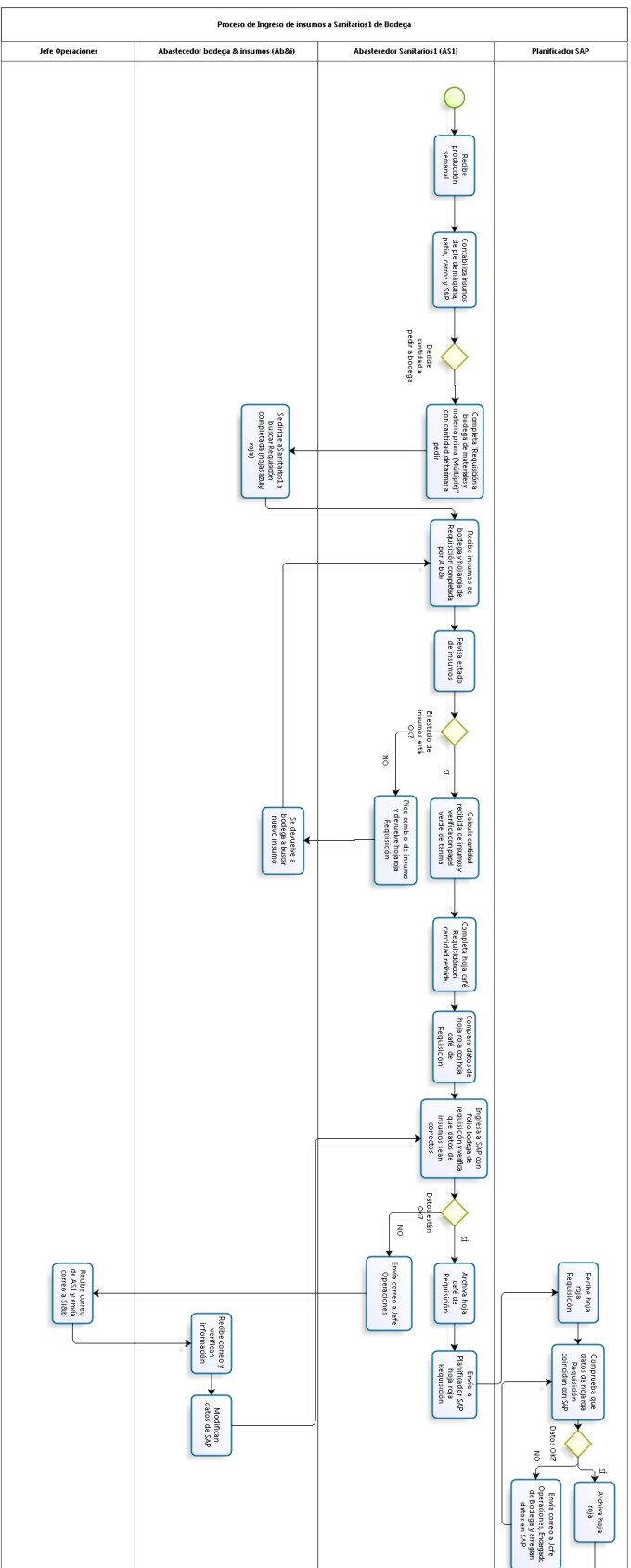


Ilustración 4.1. Diagrama de Proceso de ingreso de insumos a planta desde bodega  
Fuente: Elaboración Propia

**Clasificación.** Exceso de inventario, en este caso se presenta un gran inventario de insumos para asegurar insumos en la línea de producción, y Tiempo de espera, dadas tareas que no agregan valor al proceso y lo retrasan.

**Factores que lo provocan.** Este exceso de inventario es provocado principalmente por la tardía entrega de los pedidos por parte de abastecedor de bodega, en algunos casos alcanza las tres horas, lo que es casi la mitad de un turno, por lo que para asegurarse el abastecedor de sanitarios pide mayor cantidad de insumos. A continuación se mencionan las tareas que realizan los abastecedores de bodega junto con el tiempo que demora cada una, para demostrar que se encuentran sobrecargados de tareas.

1. Ir a buscar la planilla de “Requisición de materiales y materias primas” a los departamentos. (Sanitarios 1 y 2, Conversión rollos y Fabricación)  
3 veces por día a cada departamento  
Tiempo: 15 min  
Total turno: 60 min, 1 hora.
2. Recopilar los insumos pedidos por el departamento.  
3 veces por día a cada departamento  
Tiempo: 190 min  
Total turno: 570 min, 9 horas y 30 minutos.
3. Abastecer a los diferentes departamentos de la planta (Sanitarios 1 y 2, Conversión rollos y Fabricación)  
3 veces por día a cada departamento  
Tiempo: 40 min  
Total turno: 160 min, 2 horas y 40 minutos.
4. Ingresar los datos de insumos entregados a los departamentos a SAP  
Una vez al día, al final del día  
Tiempo: 60 min, 1 hora.
5. Descargar del camión los insumos recibidos del proveedor  
Aproximadamente 2 veces al día  
Tiempo: 60 min, 1 hora.

Tiempo Total: 910 minutos, 15 horas y 10 minutos.

Dado que existen dos abastecedores de bodega, las tareas se dividen entre ambos, por lo que cada uno tiene actividades que realizar por 7 horas y 35 minutos, sin incluir la hora de almuerzo que corresponde por ley.

Con esto se confirma lo sobrecargado de tareas que se encuentra cada abastecedor de bodega.

Además el abastecedor de la planta hace el pedido de materiales en base a su experiencia, pero no analiza cómo está funcionando la máquina, ni hace un inventario exacto de la cantidad de materiales que existen en el momento antes de realizar el pedido.

#### 4.1.4. Desperdicio N°4

Pérdida de material antes de ingresarlo a la línea, llamado desmante.

**Definición** Existen dos tipos de pérdidas en la línea de producción, específicamente ya en la máquina, la cola y el desmante, y el desperdicio número 4 es representado por este último.

El desmante, corresponde al material que es desprendido del rollo inicial, por presentar suciedad, y perder las características iniciales del insumo, el cual es desechado. La cantidad a retirar del rollo dependerá del operador, pues es él quien decide cuanto retirar.

**Clasificación.** Movimientos innecesarios, por una mala manipulación de los insumos que hace que estos adquieran suciedad.

**Factores que lo provocan.** El recorte de desmante es provocado principalmente por una mala manipulación de los insumos por parte de los abastecedores de bodega y los abastecedores de planta sanitarios, éstos se movilizan a altas velocidades de un lado a otro cargando con insumos, los cuales sufren rasguños o caídas por ser mal cargados. Además de que no le dan los cuidados básicos que requieren los materiales, pensando que serán puestos en la máquina.

Además no está estipulado la cantidad de material máxima a retirar de cada insumo, por lo que el operador retira de cada insumo la cantidad que cree correcta para que no presente problemas la línea de producción.

#### 4.1.5. Desperdicio N°5

Pérdida de producto terminado por presentar defectos.

**Definición.** Este desperdicio también llamado dentro de la planta como “recorte de producto” o *scrap*, corresponde a producto terminado que presenta defectos, ya sea por suciedad, por la ubicación de cierto insumo en el pañal, o por ausencia de algún material en el producto. Esta pérdida lleva asociada la pérdida de insumos.

**Clasificación.** Defectos, este desperdicio corresponde al rechazo de productos defectuosos, por no reunir las condiciones óptimas de calidad, además de provocar importantes pérdidas. No existe reparación o retrabajo para el caso de producción de pañales de bebé, por lo que van directamente a la basura.

**Factores que lo provocan.** Las fallas en el producto son provocadas por paradas en la máquina por atascos, debido a un escaso mantenimiento preventivo en la línea de producción, además cada vez que se detiene la línea de producción, se deben desechar una gran cantidad de pañales, algunos sin tener fallas, pero de igual manera eliminados.

Importante mencionar que una mantención preventiva incluye cambiar piezas de la línea al cumplir su vida útil, lo que no sucede en estas mantenciones, en donde por lo general se utilizan las piezas hasta cuando presentan fallas, aprovechando más la pieza.

#### 4.1.6. Desperdicio N°6

Pérdida de material que queda en la línea de producción, llamado cola.

**Definición.** En este tipo de desperdicio se verá la otra pérdida de material de la línea de producción, específico de la máquina, llamado cola,

La cola, es aquel material que queda en el cono, insumo que no es utilizado y botado a la basura, lo que provoca grandes pérdidas para la compañía. La “cola” es un desperdicio que es eliminado de la línea de producción por un sistema especial o de sensores según la línea de producción. En la siguiente ilustración se logra apreciar cierta cantidad de insumos con el material que queda en la bobina, que son desechados.

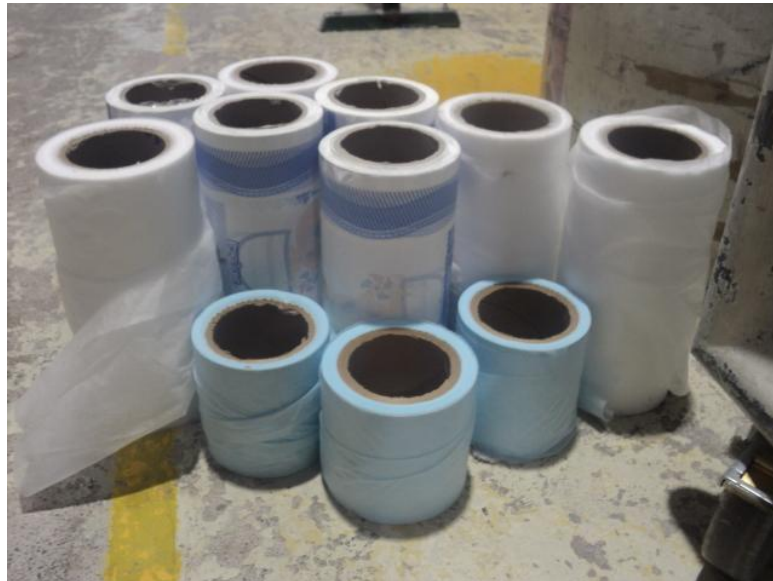


Ilustración 4. 2. Imagen de desperdicio llamado cola

**Clasificación.** La categoría de este tipo de desperdicio no está comprendida en la clasificación propuesta por Taiichi Ohno, por lo que se le llamará por Tecnología/Sistema obsoleto, esto quiere decir que el sistema que realiza el empalme automático no es el más idóneo.

**Factores que lo provocan.** El sistema de empalme de la línea es automático, esto quiere decir, que la línea calcula la cantidad de material que resta en la bobina a través de ecuaciones y parámetros iniciales, El recorte de cola dependerá de qué tan uniforme sean los rollos de material, dado que sus diámetros son diferentes es que hay mayores pérdidas de material. El problema es generado por el sistema que utilizan en la línea, el cual deja una

cantidad importante en la bobina, por ser una variable importante el diámetro inicial del rollo. Éste utiliza un promedio del diámetro inicial del insumo, por presentar diferencias en los diámetros iniciales de un mismo insumo.

A continuación se observa un Diagrama Causa-Efecto, el cual menciona los factores mencionados anteriormente que provocan los seis desperdicios del proceso de fabricación de pañales de bebé.

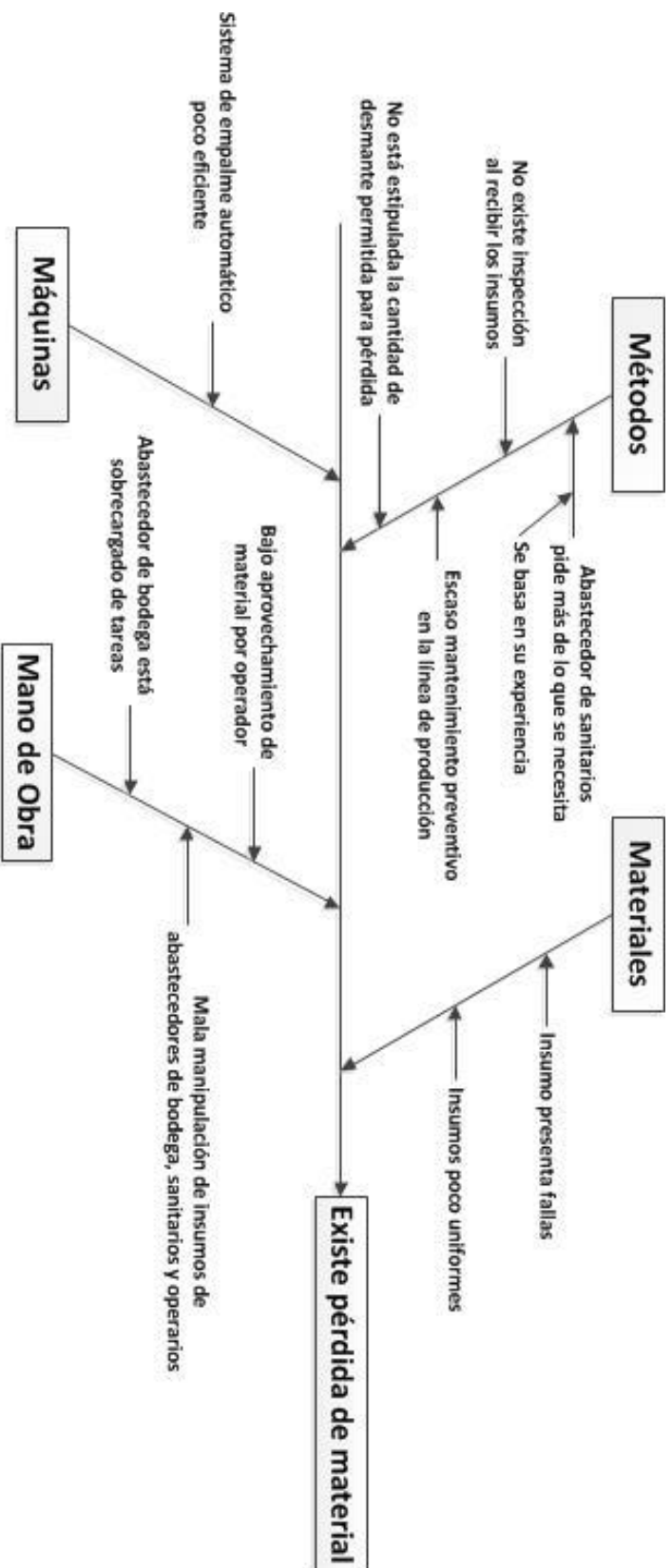


Ilustración 4.3. Diagrama Ishikawa de causas que provocan las pérdidas  
Fuente: Elaboración Propia

## 4.2. Valorización de pérdidas

Las mediciones de insumos fueron realizadas sólo en una línea de producción, la número uno, la cual produce pañales de bebé, la razón por la cual fue escogida fue porque presenta mayores pérdidas en relación al resto de las líneas de producción.

Los insumos de cada pañal de bebé es diferente ya sea en su ancho, gramaje, entre otros, por lo que se escogió el pañal Bebé 2 tamaño Grande, ya que es el pañal que se produce en mayor cantidad dada su demanda.

Los insumos que fueron medidos corresponden a los insumos que según el Jefe de Operaciones de la planta presentaron mayores desvíos en términos económicos, como son el Polietileno, Non Woven Laminado, Non Woven Central, Non Woven Barrera y Non Woven Oreja.

Para temas prácticos todas las valorizaciones serán realizadas en dólares. Fue utilizado el dólar observado del día 04 de mayo del año 2015, de \$611,28 pesos de (EMOL).

### **Desperdicio N°1.** Pérdida de material por fallas por parte de proveedores.

Uno de los insumos con mayores tasas de rechazo es el Polietileno por la taca<sup>7</sup>, por ejemplo la distancia entre una taca y otra no es la señalada por proveedor, tacas más anchas, otras más delgadas, además de sus tonalidades. NW Oreja presenta problemas ya que viene arrugado, y posee diferencias en su ancho, para el caso del NW Laminado y NW Central, también presenta diferencias en su ancho. Y el NW Barrera en menor medida, presenta problemas por como viene tensionado, según lo mencionado por un encargado del departamento de Calidad.

La pérdida de insumo producto de defectos de material por proveedor son mencionados en la Tabla 4.1. Pérdida por fallas desde proveedor. En el cual se calculó la cantidad que se dejó en cada rollo de material "rechazado" en metros cuadrados, y para obtener el promedio se dividió por el total de rollos rechazados de cierto insumo, todo esto realizado en un periodo de cinco días.

Se interpreta de la siguiente manera, para el polietileno que tiene una pérdida de 1102,89 metros cuadrados de material por rollo de insumo, lo que corresponde a un 50,13% del total del rollo, es decir, en promedio se desecha la mitad del rollo de Polietileno cada vez que se rechaza un insumo.

---

<sup>7</sup> Marca impresa que viene en el insumo Polietileno, que va impreso a una distancia definida una de otra, con el fin de ayudar a establecer el largo del pañal.

INSUMOS	Pérdida [m2]	Pérdida [%]
<b>NW Laminado</b>	1102,89	50,13%
<b>NW Central</b>	1041,21	63,39%
<b>NW Barrera</b>	418,38	44,75%
<b>NW Oreja</b>	189,72	68,74%
<b>Polietileno</b>	1158,71	64,28%

Tabla 4.1. Pérdida por fallas desde proveedor  
Fuente: Elaboración Propia

Durante 5 días se midieron los insumos que presentaron fallas por parte de proveedor, de los cuales se obtuvo un promedio de rollos diarios que se desechan para los diferentes insumos, para el NW Laminado 0,6, NW Central 0,8, NW Barrera 0,4, NW Oreja 0,8 y Polietileno 0,8 rollos, como lo muestra la Tabla 4.2. Pérdida económica por fallas de proveedor en la columna 4, esto quiere decir que la frecuencia es menor de uno diario en cada insumo.

La pérdida en dólares promedio por rollo se logra apreciar en la columna 6 de la Tabla 4.2. Pérdida económica por fallas de proveedor, además de la pérdida mensual que generan estos rollos por presentar fallas por parte de proveedor alcanza los **US\$6,824.94**, sólo por una línea de producción.

INSUMOS	Pérdida [%]	Pérdida por rollo [USD]	Rollos diarios	Pérdida diaria [USD]	Pérdida mensual [USD]
<b>NW Laminado</b>	50,13%	\$ 54.59	0,6	\$ 32.76	\$ 786.14
<b>NW Central</b>	63,39%	\$ 49.25	0,8	\$ 39.40	\$ 945.59
<b>NW Barrera</b>	44,75%	\$ 16.69	0,4	\$ 6.68	\$ 160.26
<b>NW Oreja</b>	68,74%	\$ 161.26	0,8	\$ 129.01	\$ 3,096.23
<b>Polietileno</b>	64,28%	\$ 95.66	0,8	\$ 76.53	\$ 1,836.73
				<b>\$ 284.37</b>	<b>\$ 6,824.94</b>

Tabla 4.2. Pérdida económica por fallas de proveedor  
Fuente: Elaboración Propia

Las mediciones realizadas para este desperdicio se pueden observar con mayor detalle en ANEXO 2: Mediciones de insumo con fallas por proveedor ingresados a máquina, pañalera 1.

**Desperdicio N°2.** Pérdida de material ocasionado por un error de ingreso los datos a SAP.

Este error de ingreso de los datos a otra línea de producción ocurre raramente según lo que menciona el abastecedor de insumos. En el tiempo que se realizó la medición de 3 semanas no ocurrió ninguna equivocación en el ingreso, por lo que se desconoce sus reales pérdidas.

**Desperdicio N°3.** Pérdida de material por excesivo inventario en pie de máquina.

La única manera de conocer esta pérdida es ingresando a SAP, y corroborar la información de material que debiese existir en pie de máquina en ese mismo instante, algo que no se realiza constantemente, por lo que no se sabe con qué frecuencia y en qué cantidad ocurren estos desperdicios, pero se sabe que existen.

Como se mencionará más adelante (en Tabla 4.2.2 Recorte Estándar de Insumo) el recorte de insumo corresponde a la pérdida de material 1, 2, 3, 4, y 6, y al conocer el costo total asociados a desperdicios (sin incluir el recorte de producto) la resta daría como resultado el desperdicio número 3. Lo anterior se explicará más adelante. Siendo el costo total del desperdicio 3 de **US\$2,014.58**.

**Desperdicio N°4.** Pérdida de material en línea de producción de desmante.

Pérdida de material producto de una mala manipulación por parte de transporte de bodega a sanitarios, y del manejo de los abastecedores de sanitarios.

En muchos casos cuando llega un insumo en mal estado se realiza el cambio de tarima al momento de llegar a Sanitarios, pero en otros el abastecedor de insumos de la planta no revisa el estado del material por lo que queda cargado a la línea de producción.

Se trabaja con el valor del material de desperdicio llamado desmante, que corresponde al material que es retirado antes de colocarse en la máquina, el cual debe estar en perfecto estado.

La pérdida de material asociado al desmante fue obtenido luego de una muestra aleatoria de material retirado del rollo durante 7 días. Del cual se obtuvo que el insumo que mayor cantidad de material se retira es el NW Oreja con un 0,75% del rollo completo, y el que menor es el Polietileno, con un 0,32% del rollo total. Esto genera una pérdida de US\$3.10 de lo que se pierde en desmante de un rollo de cada uno de los cinco insumos, como bien se aprecia en la Tabla 4.3. Pérdida de desmante por rollo.

<b>DESMANTE</b>				
	<b>INSUMO</b>	<b>% Pérdida</b>	<b>Recorte de insumo [m2]</b>	<b>Costo desperdicio [USD]</b>
<b>1</b>	<b>NW Laminado</b>	0,40%	8,704	0.43
<b>2</b>	<b>NW Central</b>	0,37%	6,001	0.28
<b>3</b>	<b>NW Barrera</b>	0,37%	3,477	0.14
<b>4</b>	<b>NW Oreja</b>	0,75%	2,080	1.77
<b>5</b>	<b>Polietileno</b>	0,32%	5,803	0.48
	<b>SUMA</b>			<b>3.10</b>

Tabla 4.3. Pérdida de desmante por rollo  
Fuente: Elaboración Propia

Pero si se analizara el total de insumos que hay en un turno, pues un insumo puede tener grandes pérdidas por rollo pero en metros cuadrados comparándose con los demás insumos puede que sea irrelevante, por lo que enfocarse en lo económico lo hace más interesante, y es donde vale la pena enfocarse.

Lo anterior se aprecia en la tabla siguiente donde se mencionan la cantidad de rollos a utilizar en un turno, y así calcular la pérdida de material de desmante mensual por cada insumo. Siendo el con mayor pérdida en relación del rollo completo el NW Oreja con el 0,75% el que tiene mayores pérdidas económicas corresponde también al mismo insumo con US\$1,018.23 mensuales, y el de menor pérdida en porcentaje del rollo completo el Polietileno con 0,32%, pero en términos económicos el con menor pérdida mensual de desmante corresponde al NW Central. Sumando un total de pérdida de US\$2,052.48 mensuales asociado al desmante.

DESMANTE					
INSUMO	% Pérdida	Rollos/ turno	Recorte de insumo por turno [m2]	Recorte mensual [m2]	Costo mensual [USD]
NW Laminado	0,40%	9	78,34	5640,31	279.20
NW Central	0,37%	13	78,02	5617,25	265.70
NW Barrera	0,37%	11	38,25	2754,06	109.89
NW Oreja	0,75%	8	16,64	1197,92	1,018.23
Polietileno	0,32%	11	63,84	4596,27	379.47
<b>SUMA</b>					<b>2,052.48</b>

Tabla 4.4. Pérdida mensual de desmante en dólares  
Fuente: Elaboración Propia

**Desperdicio N°5.** En la línea de producción existe un Sistema de Cámara de Visión para el Control de Calidad, que se enfoca en varias características del pañal, como son la limpieza del producto, dimensiones de partes del producto, entre otros, con el fin de mantener la calidad del producto. En caso de encontrar un producto defectuoso, la máquina lo elimina y además bota otros 6 pañales, debido a que ese defecto podría verse replicado en los siguientes productos, y también por la velocidad que maneja la línea. La empresa cuenta con aquella información, la cual no es utilizada para ninguna toma de decisión, ni se proponen mejoras para reducir esta pérdida.

La pérdida de producto terminado corresponde a un valor en porcentaje, que corresponde a la cantidad de pañales defectuosos del total de pañales producidos. Este valor se maneja por mes y por pañalera<sup>8</sup>. A continuación se muestra una tabla que muestra los valores de recorte de productos a lo largo del año 2014 entre los meses de Enero y Octubre, en la línea de producción número 1.

<sup>8</sup> Línea de producción dedicada a fabricar pañales de bebé.

Recorte Producto											
	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	Promedio por pañalera
Recorte Producto	6,0%	5,9%	6,1%	6,2%	9,1%	9,5%	8,7%	9,3%	6,7%	9,0%	7,7%

Tabla 4.5. Pérdida mensual en porcentaje de producto defectuoso  
Fuente: Empresa Industria Pañalera Nacional

Con respecto al recorte de pañales, la pañalera 1 de bebé presentó una tendencia a subir a lo largo del año, teniendo una baja el mes de Septiembre, como muestra el gráfico siguiente. El mes que obtuvo un mayor porcentaje de pérdida corresponde a Junio, con un recorte de 9,5%, y el mes con menor recorte Febrero con 5,9%.

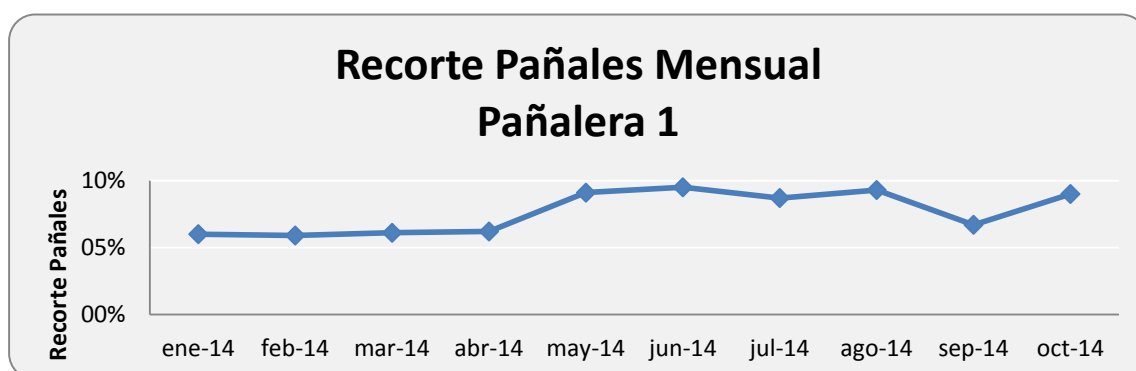


Ilustración 4.4. Recorte pañales mensual pañalera 1  
Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que el Recorte de Producto corresponde a un desperdicio de las líneas de producción obtenidos de una cierta parte de la línea de producción, los cuales son producto de fallas en las distintas partes que conforman el pañal de bebé. Esta merma de material utiliza insumos que son eliminados, por lo que es un costo para la empresa la utilización de material que no será vendido. Los pañales con defectos, o *scrap*, no genera utilidad para la empresa, sino que provoca costos extras, ya que una cantidad se quema, y otra es enviada a la recicladora para luego botarlo a la basura, con el fin de asegurar que no serán vendidos como productos de segunda calidad, por lo que el valor de un pañal defectuoso es mayor que el costo de un pañal bueno, ya que se debe pagar por desecharlo, pero para casos prácticos se optó utilizar el costo de un pañal bueno ya que se desconoce el costo de un pañal defectuoso.

En relación a la pérdida económica, basándose en el promedio del recorte de producto de los meses de Enero a Octubre del año 2014, se calcularon la cantidad de pañales que se producen a una cierta velocidad de la línea de producción trabajando al 70% del máximo teórico, 24 horas al día durante 6 días a la semana (ya que el día domingo se realiza

mantención). Conociendo el costo de un pañal se obtiene una pérdida promedio de US\$144,181 mensual en producto defectuoso, tomando en cuenta todos los insumos que tiene un pañal de bebé, pero si sólo nos enfocáramos en los materiales con los que se están midiendo (Polietileno, NW Laminado, Central, Barrera y Oreja), se tendría un costo mensual de **US\$39,684.59**.

	Promedio
Recorte Producto	7,7%
Costo pañales [USD]	<b>US\$ 39,684.59</b>

Tabla 4.6. Pérdida económica promedio de pañalera 1

Fuente: Elaboración Propia

El desperdicio del tipo 5, de producto defectuoso, es uno de las mayores pérdidas que se provocan del total de desperdicios.

**Desperdicio N°6.** La pérdida de material en la línea de producción producto de un mal aprovechamiento del insumo por parte de los operarios, y además de un sistema de sensor que deja una elevada cantidad de material en la bobina, provocan la “cola”, material que queda envuelto en el tubo del insumo, y que es rechazado por la máquina por quedar poco.

Existen máquinas que poseen para algunos materiales un sensor o según la máquina una fórmula matemática, el cual en ambos casos da aviso de cuándo es el momento de retirar el rollo de material debido a que hay poco insumo.

Las mediciones fueron realizadas para la pañalera 1 de Sanitarios, por un periodo de 7 días, con un turno por día, específicamente a los insumos para la fabricación del tipo de pañal *Bebé 2*, tamaño Grande, debido a que este pañal es el que mayor producción se realiza en la planta debido a su demanda.

A continuación se muestra la tabla que resume los valores obtenidos en la medición realizada en la pañalera 1. El cual especifica el recorte de cola en porcentaje, en metros cuadrados y la pérdida en dólares. El insumo con menor pérdida por rollo en corresponde al NW Central con 0,84% de pérdida, y el con mayor Polietileno con un 2,21%. Sumando una pérdida de cola de US\$7.95 por rollo de los cinco insumos.

COLA por rollo			
INSUMO	% Pérdida	Recorte de insumo [m2]	Costo desperdicio [USD]
NW Laminado	0,88%	19,47	0.96
NW Central	0,84%	13,83	0.65
NW Barrera	1,37%	12,80	0.51
NW Oreja	1,08%	2,98	2.53
Polietileno	2,21%	39,86	3.29
<b>SUMA</b>			<b>7.95</b>

Tabla 4.7. Pérdida de cola por rollo  
Fuente Elaboración propia

Según lo anterior se puede decir que el insumo con mayor pérdida de insumo por rollo corresponde al Polietileno, sin saber la cantidad de rollos que se utilizan en un turno. En la tabla siguiente se logra apreciar la cantidad total en metros cuadrados que se pierden de cada insumo según los rollos que se utilizan en un turno en base a un 70% del máximo teórico.

Obteniéndose mayores pérdidas en cuanto a lo económico el insumo Polietileno con US\$2,606.02, y el NW Barrera con menor pérdida en dólares mensual de US\$404.52. Obteniendo una pérdida mensual de **US\$5,708.00** asociado al recorte de material conocido como cola.

COLA mensual					
INSUMO	% Pérdida	Rollos/turno	Recorte de insumo por turno [m2]	Recorte mensual [m2]	Costo mensual [USD]
NW Laminado	0,88%	9	175,20	12614,26	624.41
NW Central	0,84%	13	179,73	12940,64	612.09
NW Barrera	1,37%	11	140,81	10138,37	404.52
NW Oreja	1,08%	8	23,87	1718,78	1,460.96
Polietileno	2,21%	11	438,41	31565,17	2,606.02
<b>SUMA</b>					<b>5,708.00</b>

Tabla 4.8. Pérdida mensual de cola en dólares  
Fuente: Elaboración Propia

El valor del recorte en porcentaje se entiende como la cantidad de material que se elimina del total del rollo de material. Y los valores con mayor detalle de la medición se pueden encontrar en ANEXO 3: Mediciones recorte de material pañalera 1, pañal bebé 2.

Los valores mencionados anteriormente fueron los medidos en la práctica, pero también existe el valor teórico de lo que debiese existir del desperdicio tipo 6, cola. Este valor teórico es calculado en base a una serie de ecuaciones formuladas, y es el valor que se utilizará para hacer el análisis con las nuevas propuestas, ya que el valor de las propuestas también es calculado en base a lo teórico.

### Valorización de pérdida cola en teoría

Para obtener la cantidad de material teórica que se pierde en la situación actual, en los insumos medidos queda una cantidad diferente de material dependiendo si es mayor o menor su diámetro inicial. Todos los rollos dan la misma cantidad de vueltas en la máquina dado los datos que se ingresan al panel, el número de vueltas que dará cada rollo de cada insumo según su diámetro inicial de seteo y diámetro de empalme como se muestra a continuación. En el cual todos los rollos de Polietileno deberán dar 8324 vueltas.

Insumos	Diámetro inicial seteo [mm]	Diámetro de empalme [mm]	Espesor [mm]	Nº Vueltas
<b>Polietileno</b>	480	110	0,044	8324
<b>NW Laminado</b>	960	110	0,152	5602
<b>NW Central</b>	760	110	0,130	5016
<b>NW Oreja</b>	880	190	0,655	1053
<b>NW Barrera</b>	720	110	0,102	5959

Tabla 4.9. Número de vueltas a dar situación actual

Fuente: Elaboración Propia

Pero de lo anterior no todos los rollos de un mismo insumo se les desenrolla la misma cantidad, sino que dependerá de su diámetro inicial, por ejemplo para el Polietileno tenemos un diámetro de 480 mm el cual corresponde que dando 8324 vueltas se le retirarán 7713 metros de material a diferencia de un rollo de 485 de diámetro inicial en donde luego de las 8324 vueltas se le desenrollarán 7844 metros. Además el diámetro en que se empalma automáticamente cada rollo será diferente, el cual corresponde como muestra la fórmula:

$$D_{\text{empalme}} = D_{\text{inicial}} - D_{\text{inicial seteo}} + D_{\text{empalme seteo}}$$

Ecuación 4.1. Diámetro de empalme situación actual

Diámetro inicial [mm]	Diámetro empalme [mm]	N° Vueltas	Material a desenrollar [m]
<b>480 (seteo)</b>	110	8324	7715,00
<b>481</b>	111	8324	7741,15
<b>482</b>	112	8324	7767,30
<b>483</b>	113	8324	7793,45
<b>484</b>	114	8324	7819,60
<b>485</b>	115	8324	7845,75

Tabla 4.10. Material a desenrollar según diámetro inicial de un rollo

Fuente: Elaboración Propia

Por consiguiente para conocer la cantidad de material que queda en el tubo se debe calcular la cantidad inicial en metros de cada rollo gracias a la fórmula a partir de su diámetro inicial, el cual para entender mejor cómo fue calculada se puede recurrir a ANEXO 6: Cómo pasar de diámetro inicial a metros cuadrados de un insumo

Conociendo que el diámetro se calcula con la fórmula:

$$Cantidad\ inicial_1 = \pi * \left[ (D_{empalme1} * n_1) - \left( Espesor * \frac{n_1 * (n_1 - 1)}{2} \right) \right]$$

Ecuación 4.2. Cantidad inicial de un rollo en metros cuadrados

En el cual:

$Cantidad\ inicial_1$ : es la cantidad de material que queda en el tubo del rollo

$D_{empalme1}$ : es el diámetro de empalme del rollo

$n_1$ : el número de vueltas que debe dar el insumo para que se acabe el materia del rollo.

Además el diámetro de empalme de un cierto rollo se calcula como:

$$D_{empalme1} = D_{inicial1} - D_{inicial\ seteo} + D_{empalme\ seteo}$$

Ecuación 4.3. Diámetro de empalme de un rollo

Donde el número de vueltas corresponde a:

$$n_1 = \frac{D_{empalme1} - D_{bobina}}{Espesor}$$

Ecuación 4.4. Número de vueltas a dar de un rollo

En términos simples la pérdida de material está representada en la siguiente ecuación:

$$Pérdida\ Total(m) = \sum_{i=1}^n CI_n - CMD_n$$

Ecuación 4.5. Pérdida total situación actual

Con

$CI_n$ : Cantidad inicial del rollo n

$CMD_n$ : Cantidad de material a desenrollar del rollo n

Dado que a cada rollo se le descuenta una cantidad de material diferente.

A continuación se observa la diferencia en dólares entre lo medido en la práctica con la teoría.

COLA	PRÁCTICO	TEÓRICO		
INSUMO	Costo mensual [USD]	Costo mensual [USD]	Diferencia [USD]	Diferencia porcentual
1 NW Laminado	624.41	594.09	30,32	4,86%
2 NW Central	612.09	403.15	208,94	34,14%
3 NW Barrera	404.52	450.97	46,45	11,48%
4 NW Oreja	1,460.96	1,337.76	123,2	8,43%
5 Polietileno	2,606.02	3,303.86	697,84	26,78%
<b>SUMA</b>	<b>5,708.00</b>	<b>6,089.83</b>	<b>381,83</b>	<b>6,69%</b>

Tabla 4.11. Diferencia en dólares entre desperdicio n°6 práctico y teórico  
Fuente: Elaboración Propia

Esta diferencia entre lo teórico y lo práctico se puede deber a muchas razones, como que los operadores de línea quienes en algunos casos retiran los insumos antes de ocurrir el empalme automático, dejando mayor material en el tubo, o dado que el sistema no es exacto se entiende que la cantidad de insumo que queda en tubo puede variar entre un rollo y otro del mismo tipo de insumo, también se entiende que las muestras no son exactas, esto se refiere a la medición de los diámetros iniciales de los insumos, y de las mediciones de cola de los insumos.

Por lo anterior es que para términos prácticos se trabajará con el valor teórico, como bien se mencionó anteriormente debido a que las propuestas serán realizadas con valores teóricos.

#### 4.2.1. Recorte Estándar de Producto

Holding propone un recorte estándar para producto con defectos, correspondiente a un 5,00%, es decir, que del total de pañales producidos debiesen existir como máximo un 5,00% de pañales defectuosos del total de producidos, para lograr asegurar un proceso eficiente, y mantener los costos en los márgenes permitidos. El recorte de producto promedio entre los meses Enero y Octubre del año 2014 fue de 7,7%, generándose un 2,7% más en recorte de lo permitido, que en dólares corresponde a US\$50,888 extras que están elevando los costos de la empresa, equivalente a aproximadamente 466 mil pañales del tipo *Bebé 2* tamaño Grande mensual. Referente a los cinco insumos genera un costo extra de US\$13,915, equivalente a aproximadamente 127 mil pañales de bebé.

#### 4.2.2. Recorte Estándar de Insumo

Holding de la compañía propone un porcentaje para el recorte de material en la línea de producción, llamado Recorte Estándar de Insumo.

El Recorte Estándar, son valores que proponen los gerentes, específicamente la Gerencia de Desarrollo Industrial, conociendo cómo se comportan los insumos y las máquinas, y experiencia en otras plantas. Se llega a un valor en común entre los diferentes países que producen pañales de bebé, siendo que las líneas de producción presentan características similares, y utilizan insumos parecidos.

El Recorte Estándar de insumo que propone la compañía corresponde a la suma de **Desperdicio N°1**, pérdida de material por fallas por parte de proveedores, **Desperdicio N°2**, pérdida de material ocasionado por un error de ingreso de datos a SAP, **Desperdicio N°3**, pérdida de material por excesivo inventario en pie de máquina, **Desperdicio N°4**, pérdida de material en línea de producción de desmante, y el **Desperdicio N°6**, pérdida de material en la línea de producción producto de un mal aprovechamiento del insumo, pero que en mayor medida está compuesta por este último desperdicio que es diario.

El Recorte Estándar que propone la compañía es diferente para cada insumo, pero para el caso de los insumos medidos por ser insumos parecidos se les asignó un recorte igual al 2,00%, como bien muestra la Tabla 4.12. Valores de Recorte Estándar Insumo. Esto quiere decir que si el recorte real fuese mayor al recorte estándar se estaría perdiendo una mayor cantidad de material de la que se espera, generando mayores costos para la empresa.

Insumo	Recorte Estándar
NW Laminado	2,00%
NW Central	2,00%
NW Barrera	2,00%
NW Oreja	2,00%
Polietileno	2,00%

Tabla 4.12. Valores de Recorte Estándar Insumo  
Fuente: Elaboración Propia

Como bien se mencionó anteriormente, el Recorte Estándar de Insumo involucra una serie de pérdidas, como se observa en la Ecuación 4.6. Recorte Estándar Insumo; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** La sumatoria de las pérdidas 1, 2, 3, 4, y 6.

*Recorte Estándar Insumo*

$$= \sum \text{Desperdicio N}^\circ 1 + \text{Desperdicio N}^\circ 2 + \text{Desperdicio N}^\circ 3 + \text{Desperdicio N}^\circ 4 + \text{Desperdicio N}^\circ 6$$

**Ecuación 4.6. Recorte Estándar Insumo**

Se obtiene un recorte promedio de 3,15%, de los cinco insumos medidos, siendo el NW Barrera el que menor recorte de material presenta con 1,93%, luego está el NW Laminado con 1,96%, ambos están bajo el 2% permitido como máximo de recorte de insumo, pero estas mediciones fueron realizadas sin tener en cuenta la pérdida asociada al desperdicio N°3, ya que se desconoce su pérdida en metros cuadrados, por lo que la pérdida de material podría estar por sobre del 2%.

Los insumos NW Central, NW Barrera, y NW Oreja, cuentan con un recorte de insumo mayor al 2%, de 3,62%, 4,13% y 4,09% respectivamente, lo que genera pérdidas significantes para la compañía. Los valores anteriores se observan en la tabla siguiente.

Insumo	D1 [m <sup>2</sup> ]	D4 [m <sup>2</sup> ]	D6 [m <sup>2</sup> ]	Suma D1, D4 y D6 [m <sup>2</sup> ]	Recorte de Insumo
<b>NW Laminado</b>	15881,66	5640,31	12614,26	<b>34136,23</b>	<b>1,96%</b>
<b>NW Central</b>	19991,23	5617,25	12940,64	<b>38549,12</b>	<b>3,62%</b>
<b>NW Barrera</b>	4016,40	2754,06	10138,37	<b>16908,83</b>	<b>1,93%</b>
<b>NW Oreja</b>	3642,53	1197,92	1718,78	<b>6559,23</b>	<b>4,13%</b>
<b>Polietileno</b>	22247,23	4596,27	31565,17	<b>58408,67</b>	<b>4,09%</b>

**Tabla 4.13. Recorte de Insumo Situación Actual**  
Fuente: Elaboración Propia

Se logró medir los desperdicios N°1, 4 y 6, y gracias a que se obtuvo a través del jefe de operaciones el costo de desperdicio de insumos (sin recorte de producto) de un mes específico, lo cual corresponde a la suma de desperdicios 1, 2, 3, 4 y 6, de cada insumo, sin saber cuánto es generado por cada factor que lo provoca.

Dado que se midió la pérdida de los desperdicios 1, 4 y 6, de la resta se obtiene el desperdicio número 2 y 3, pero según el abastecedor de planta, el desperdicio 2 es irrelevante su frecuencia es baja, en donde pueden pasar meses para que exista pérdida de material de este tipo, por lo que se trabajará con el supuesto de que el desperdicio 2 es cero. Obteniéndose como resultado de la resta el costo del desperdicio de material del tipo número 3.

El costo total del recorte de insumos-desperdicios 1, 2, 3, 4 y 6- son **US\$16,600**. Siendo el valor del desperdicio 1 US\$6,824.94, del desperdicio 4 US\$2,052.48 y del desperdicio 6 US\$5,708.00, lo cual suma **US\$14,585.42**, por lo que la diferencia es de **US\$2,014.58**, siendo asociado al desperdicio N°3, pero de cual se desconoce de qué tipo de insumo corresponde.

Conociendo las pérdidas de los Desperdicios N°1, 3, 4 y 6, por lo que en base a eso se podrá conocer si se encuentra por sobre, en, o bajo el Recorte Estándar. Es importante mencionar que el recorte de desmante es independiente del recorte de cola.

En la Tabla 4.14. Pérdida de recorte de insumo (Desperdicio 1, 3, 4 y 6) se aprecia el costo del recorte de insumo real en dólares, siendo la pérdida mensual por proveedor el desperdicio tipo 1 (Tabla 4.2. Pérdida económica por fallas de proveedor), pérdida mensual de insumos en pie de máquina desperdicio tipo 3, pérdida mensual desmante desperdicio tipo 4 (Tabla 4.4. Pérdida mensual de desmante en dólares), y pérdida mensual de cola desperdicio tipo 6 (Tabla 4.8. Pérdida mensual de cola en dólares). Se observa que el recorte de insumo total asciende a US\$18,300, que sobrepasa los US\$8,516.5 mensuales que está permitido como máximo desperdicio dado su 2,00% de recorte estándar de insumo, generando una pérdida extra de US\$8,083.5, lo que equivale a aproximadamente 74 mil pañales de Bebé 2 tamaño grande.

	Pérdida mensual por proveedor (1)	Pérdida mensual de insumos en pie máquina (3)	Pérdida mensual desmante (4)	Pérdida mensual cola (6)	Suma Pérdidas (Recorte insumo- 1+3+4+6)	Pérdida permitida del 2%
<b>Total [USD]</b>	<b>6,824.94</b>	<b>2,014.58</b>	<b>2,052.48</b>	<b>5,078.00</b>	<b>16,600.0</b>	<b>8,516.5</b>

Tabla 4.14. Pérdida de recorte de insumo (Desperdicio 1, 3, 4 y 6)

Fuente: Elaboración Propia

En resumen se puede valorizar las pérdidas de las cuales como bien se muestra en la Ilustración 4.5. Gráfico representación del total de desperdicio, del total de pérdidas que se lograron medir el desperdicio n°1 corresponde al 12%, el desperdicio n°3 al 3%, desperdicio n°4 al 4% del total, siendo el desperdicio n°5 al 70%, y finalmente el desperdicio n°6 al 11%

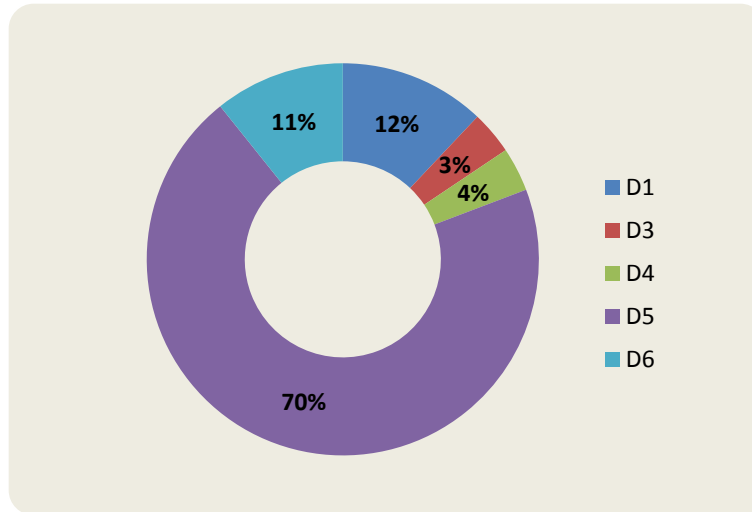


Ilustración 4.5. Gráfico representación del total de desperdicio  
Fuente: Elaboración Propia

## Capítulo V

### 5. Propuestas

Para lograr reducir las pérdidas del proceso de fabricación de pañales de bebé, se realizó una evaluación de cada actividad asociada a las pérdidas, con el fin de plantear propuestas, las cuales serán mencionadas a continuación, junto con el costo que tendría implementarla.

#### 5.1. Desperdicio N°1

##### 5.1.1. Propuesta N°1

**Objetivo.** Disminuir las pérdidas asociadas a las fallas de insumos por parte de proveedor.

##### 5.1.1.1. Definición

Como **primera propuesta**, se propone implementar un control de recepción de los insumos a la empresa por parte de bodega. Esto con el fin de evitar desperdicios por presentar fallas por parte de proveedor.

Implementar este control comprende:

- Comprobar que el insumo sea correcto.
- Revisar el estado de los insumos, esto quiere decir comprobar que los materiales vengan en buenas condiciones.
- Verificar que la cantidad recepcionada de los insumos coincida con la cantidad que dice el proveedor que entrega.

Para implementar este nuevo control de recepción, será necesario un nuevo personal que esté disponible al momento de llegar el proveedor, como bien se explicó anteriormente ya que con dos abastecedores de bodega el proceso de abastecer a toda la planta se ve sobrecargado. Además de cumplir con la labor de recepción de insumos, prestaría ayuda en la entrega de insumos dentro de la planta a Sanitarios 1 y 2, Conversión Rollos y Fabricación, para alivianar la carga de los demás abastecedores de bodega.

Para comprobar que la cantidad recibida coincida con lo que el proveedor dice que entrega se debería utilizar una romana.

El proceso para que se lleve a cabo un control de los insumos a ingresar se encuentra en la Ilustración 5.1. Diagrama de proceso propuesta para control de ingreso de insumos a bodega. En el cual se recibe el pedido, los operadores grúa ayudan en descargar el camión, para luego el Abastecedor de Bodega verifique que lo ingresado sea lo pedido, sólo de vista. En caso que haya algo que no se haya pedido, se pide que se modifique la orden de entrega a proveedor, luego el abastecedor de bodega analiza el estado de los insumos, en caso que existiera una tarima en malas condiciones se pide devolver la tarima y descontarlo de orden de entrega. El

siguiente paso incluye calcular la cantidad de insumos ingresados y verificar si corresponden con la cantidad que menciona la orden.

En caso que no correspondiera la cantidad ingresada con lo acordado se pide modificar la orden a proveedor, para luego finalizar con aceptar el ingreso de los insumos a bodega e ingresar los datos a SAP. Luego el proveedor se retira.

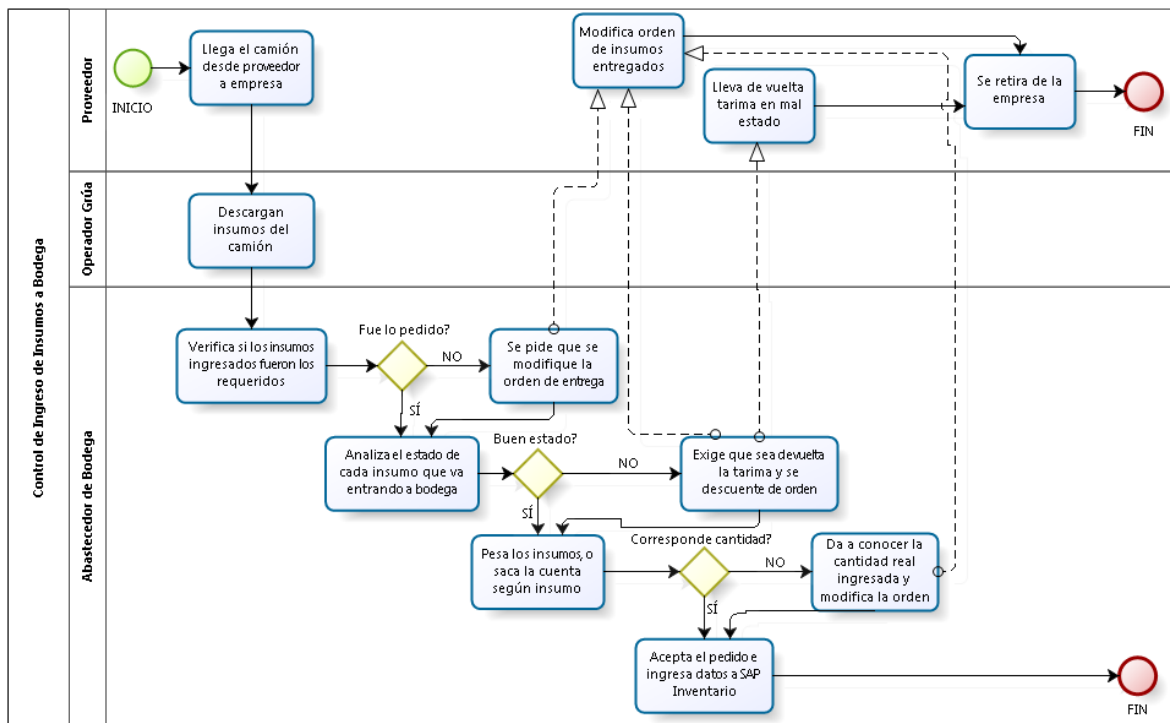


Ilustración 5.1. Diagrama de proceso propuesta para control de ingreso de insumos a bodega  
Fuente: Elaboración propia

Dado que podrían seguir recibiendo insumos con defectos por parte de proveedor dado que son fallas que no se ven a simple vista, se expone para reducir el desperdicio N°1 de los insumos que tienen defectos. El material que es denominado como Rechazado debe ser descontado de la línea de producción, y devueltos a proveedor.

Para esto el departamento de Calidad deberá calcular la cantidad de material perdido, ya sea en metros cuadrados o kilogramos, según corresponda el insumo. En caso que sea en kilogramos se deberá pesar y descontar el tubo. Para metros cuadrados, se pesa, se descuenta el tubo del material, el resultado del valor en kilogramos se multiplica por 1000 para obtenerlo en gramos, para luego ser dividido por el gramaje (gramos/metros cuadrados), obteniéndose los metros cuadrados de la pérdida, como bien muestra la ecuación siguiente.

$$P\acute{e}rdida (m^2) = \frac{P\acute{e}rdida (kg) * 1000}{Gramaje(\frac{gr}{m^2})}$$

**Ecuación 5.1. Cálculo de la pérdida (m2)**

Luego de tener la cantidad de material rechazado, se notifica a bodega, para que ésta se dirija a planta de Sanitarios a buscar los materiales defectuosos, y devuelva el material a proveedor, y finalmente sea descontado de la cantidad entregada a la papelería.

De esta manera el proveedor conocerá la calidad de los materiales que está produciendo, es decir, que entre peor sea su calidad mayores devoluciones presentará por parte de la compañía, lo que hará mejorar sus insumos con el fin de mejorar sus ventas.

#### **5.1.1.2. Costo de la propuesta**

Para esta propuesta habría que invertir en un nuevo operador de bodega, que esté disponible para cuando llegue un pedido desde proveedor. Contratar a este nuevo personal tendría un costo de US\$900<sup>9</sup> mensuales para la empresa, si se contratara por turno, de lunes a viernes, 8 horas diarias.

Las romanas utilizadas actualmente en la planta son de origen argentino, su marca es SIPEL, y tiene un costo de US\$2,450 aproximadamente, la cual estará habilitada para el pesaje de una tarima completa la cual tiene un máximo de 2 toneladas. Su vida útil es de 15 años. El transporte e instalación de la romana está incluida en el costo.

Para que los trabajadores de departamento de Calidad devuelvan los insumos con defectos, se deberá impartir una capacitación breve con el fin de darle a conocer el desperdicio que se genera, y cómo será llevado a cabo el proceso para devolución de insumos rechazados. Para esto se propone una capacitación de 3 horas a los diferentes encargados de calidad, que son cinco trabajadores, dictada por el jefe control calidad. Siendo el costo por hora del jefe de calidad US\$15.3 por hora, y de los trabajadores del departamento US\$4.7 por hora, resulta un total de US\$116.4.

Esta propuesta presenta costos de transportar los insumos defectuosos a bodega, para que ellos se encarguen de la devolución a proveedor, puesto que actualmente estos rollos son estudiados por el departamento de calidad, y luego botados a la basura.

El costo para que el abastecedor de bodega vaya en busca de estos insumos defectuosos para devolución, tiene dos gastos, uno el costo hora-hombre el cual debe recorrer 800 metros en dirigirse de bodega hasta planta sanitarios 1, a una velocidad promedio de 20 km/hora, siendo 1,6 kilómetros a recorrer de ida y vuelta son aproximadamente 5 minutos, más lo que se demora en cargar los insumos se estima 20 minutos, más lo que se demora en

---

<sup>9</sup> En base al valor del dólar obtenido el día 04/05/2015 en diario el mercurio, de \$611,28 pesos.

descargar, 20 minutos, y el tiempo extra que genera la devolución por parte de bodega hacer el trámite 60 minutos. Estas devoluciones se plantea realizarlas una vez a la semana. Sumando 7 horas mensuales, con un costo por hora de US\$4.7, un total de US\$32.9 mensuales. La segunda parte del costo de combustible de la grúa, se sabe que tiene un rendimiento de 0,43 litros por kilómetro, según datos obtenido de departamento de operaciones, y el costo de combustible de US\$0.64 por litro, siendo el trayecto de ida y vuelta un costo de US\$0.44, y el costo mensual de US\$1.76, un valor despreciable.

Los costos totales se componen por el costo mensual de contratar personal nuevo, de US\$900 mensuales, más el costo de adquirir una balanza con un costo de US\$2,450 pagados una vez al inicio, el costo de una capacitación breve para los trabajadores de departamento calidad, US\$116.4, y costos hora-hombre de buscar insumos defectuosos US\$32.9 mensuales y de combustible US\$1.76 mensuales. Es decir, la propuesta tiene un costo de mensual de **US\$934.66**, y un costo de **US\$2,566.40** que sólo se paga al comienzo de la propuesta para su implementación.

## 5.2. Desperdicio N°2

Para el Desperdicio N°2, no se presentó propuesta debido a que las probabilidades que ocurra son muy bajas según lo mencionado por el abastecedor de planta. Además de cumplir con los tiempos de entrega de los insumos, y se actualizara la información a SAP en el momento que corresponde, el abastecedor de planta y Planificador de SAP podrían verificar si los datos corresponden a los ingresados físicamente a tiempo. Por lo que depende de otras propuestas de otros desperdicios que serán planteadas más adelante que no ocurra este error.

## 5.3. Desperdicio N°3

### 5.3.1. Propuesta N°2

**Objetivo.** Reducir las pérdidas de material por exceso de inventario en pie de máquina.

#### 5.3.1.1. Definición

Como **segunda propuesta**, para evitar el exceso de inventario existente en pie de máquina provocado por el irregular tiempo que deben esperar los abastecedores de sanitarios desde que realizan el pedido de insumos hasta que lo reciben, haciendo que éstos pidan en mayores cantidades de material con el fin de asegurar tener insumo para que no falte.

Se realizó un diagrama de proceso de la entrega de pedidos mencionado en Ilustración 5.2. Diagrama de proceso mejorado de ingreso de insumos a planta, del cual se pretende que el proceso en que el Abastecedor de bodega evite pérdidas de tiempo en ir a buscar la Requisición de Materiales a planta Sanitarios. Esto se lograría a través de enviar la Requisición a través del correo, ya que ambas partes poseen computadores, y evitaría que el Abastecedor de bodega perdiera tiempo en un proceso que no agrega valor al proceso, en ir a buscar la Requisición de materiales a planta. Lo anterior ahorraría tiempo de las tareas que realiza el operador de bodega. Incluso realizarlo de manera *online*, así evitaría que existieran problemas de códigos de producto, en que la letra por no ser legible por el abastecedor de bodega pueda llevar a planta Sanitarios algo erróneo. Lo anterior quedaría presentado en el siguiente diagrama de proceso.

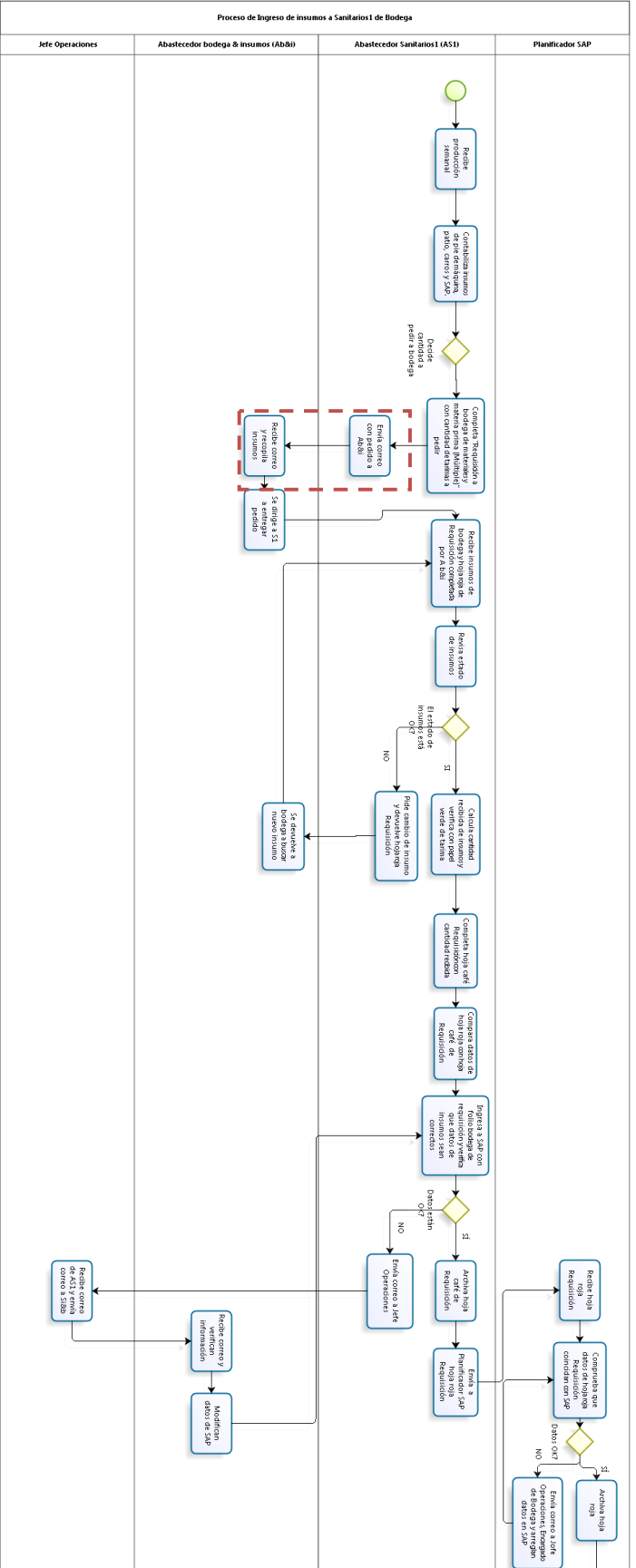


Ilustración 5.2. Diagrama de proceso mejorado de ingreso de insumos a planta  
Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 5.1. Requisición *online* a bodega de materiales y materias primas se observa una nueva Requisición de materiales basada en la que se utiliza actualmente para el pedido de insumos, la cual se puede encontrar en ANEXO 1: Requisición de materiales de Sanitarios, pero que será enviada por correo, a través de una planilla Excel, ya que poseen licencia de *Office* dentro de la empresa. En esta planilla se ingresará el tipo de producto, por quién fue pedido, la fecha y hora, y planta. La columna código está relacionada con la descripción, esto quiere decir que el Abastecedor de planta podrá ingresar el código y aparecerá de inmediato la descripción del insumo, para evitar errores. Existirá una requisición *online* por cada pedido que se realiza, siendo uno por turno.

<b>REQUISICIÓN A BODEGA DE MATERIALES Y MATERIAS PRIMAS (MÚLTIPLE)</b>					Día	Mes	Año
					<b>Fecha:</b>		
<b>Planta:</b>					<b>Hora:</b>		
<b>Producto:</b>							
<b>Pedido por:</b>							
	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad pedida</b>	<b>Unidad</b>			
01							
02							
03							
04							
05							

Tabla 5.1. Requisición *online* a bodega de materiales y materias primas

Fuente: Elaboración Propia

Dado que el abastecedor de bodega se encuentra mayor parte del día fuera del computador, es que el uso de *walkie talkie* ayudaría en esta tarea, pues al momento en que el abastecedor de planta sanitarios realiza el pedido por correo, le avisa por este transmisor-receptor que el pedido ya fue realizado, y en bodega pueda ser revisado.

Además para cumplir con los tiempos de entrega de materiales es que se propone como segunda parte de la tercera propuesta, una lista de chequeo con todas las actividades que se deben llevar a cabo para un Ingreso de insumos a planta, como se observa en la Ilustración 5.3. *Checklist* de ingreso de materiales a Sanitarios. Esta lista de chequeo incluye la propuesta de enviar por correo la requisición, y fue realizada en base a información entregada por abastecedores de insumos y de bodega del tiempo permitido que se debiese cumplir. Incluye los tiempos máximos permitidos, los responsables y objetivo de cada actividad.

El proceso de contabilizar los insumos, decidir cuánto pedir y enviar por correo la Requisición debe demorar como máximo 40 minutos por parte del abastecedor de planta, luego el abastecedor de bodega se dedica a recopilar insumos para entregarlos a la planta Sanitarios con un tiempo permitido de 120 minutos, y que luego de entregarlos tiene 30 minutos para ingresar los datos de insumos entregados a sistema SAP. Después de recibir los insumos, el abastecedor de planta debe revisar lo recibido para luego esos valores verificarlos en sistema SAP. Para asegurar que están en orden los datos se realiza otra verificación de datos por parte de planificador de SAP, al final del día.

CHECKLIST DE INGRESO DE MATERIALES A SANITARIOS 1				
Cumplimiento del estándar de Transporte de Insumos				
Responsable	Objetivo	Duración (min)	Qué revisar?	Checks
Abastecedor Sanitarios 1 <b>Sanitarios 1</b>	Contabilizar material	INICIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar insumos en pie de máquina, patio, carros, mesalinas y SAP.</li> <li>Revisar la programación para el turno.</li> <li>Completa Requisición a bodega de materiales y materia prima (columna: Cantidad a pedir)</li> </ul>	<input type="checkbox"/>
	Qué y cuántos insumos se utilizarán	15		<input type="checkbox"/>
	Envía Requisición por correo a A b&i	40		<input type="checkbox"/>
Abastecedor de Bodega & Insumos <b>Sanitarios 1</b>	Recibe Requisición	50	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recibe correo de Abastecedor de insumo con el pedido.</li> <li>Abastece con insumos a Sanitarios 1, y lleva hoja Requisición roja.</li> </ul>	<input type="checkbox"/>
	Abastecimiento	170		<input type="checkbox"/>
Abastecedor Sanitarios 1 <b>Sanitarios 1</b>	Estado óptimo de insumos	190	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisa estado de insumos</li> <li>Calcula cantidad de insumos recibida</li> <li>Completa hoja café Requisición con cantidad recibida</li> </ul>	<input type="checkbox"/>
	Contabilizar material			<input type="checkbox"/>
	Completar requisición			205
Abastecedor de Bodega & Insumos <b>Bodega</b>	Actualización datos por sistema	200	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingresa datos de cantidad entregada a SAP.</li> </ul>	<input type="checkbox"/>
Abastecedor Sanitarios 1 <b>Sanitarios 1</b>	Verificación datos	220	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compara datos de hoja café, hoja roja de Requisición con SAP.</li> <li>Archiva hojas café, y verde queda en talonario</li> <li>Envía hoja roja Requisición a Planificador SAP</li> </ul>	<input type="checkbox"/>
	Documentar			<input type="checkbox"/>
	Envío			<input type="checkbox"/>
Planificador SAP <b>Sanitarios 1</b>	Verificación datos	Final del día	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compara datos de hoja roja Requisición con SAP</li> <li>Archiva hoja roja Requisición</li> </ul>	<input type="checkbox"/>
	Documentar			<input type="checkbox"/>

Observaciones: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Realizado por: \_\_\_\_\_ Total Cumplimiento:

**Ilustración 5.3. Checklist de ingreso de materiales a Sanitarios**  
Fuente: Elaboración Propia

Los tiempos anteriores fueron analizados junto a Abastecedor de planta y de bodega.

Como tercera parte de la segunda propuesta frente al problema de pedir más de lo necesario para las líneas de producción es que se llevará a cabo una matriz, con el fin que los abastecedores de insumos realicen su pedido con cantidades que se aproximen a lo que realmente se va a utilizar, evitando exceso de inventario en pie de máquina.

Para evitar pérdidas o faltas en la producción es que en la matriz se menciona cuánto debe pedir el abastecedor, para un turno basado en una producción al 70% de su máximo teórico, además se tendrá en cuenta del recorte de insumo y de producto terminado, por lo que con esta matriz se pedirá la cantidad exacta a utilizar en las líneas.

La Matriz de Consumo es diferente para cada pañalera, por presentar otras velocidades, diferente eficiencia, entre otros, y está compuesta por una serie de columnas que indican:

- **Tipo de pañal a producir**, ya sea Bebé 1, Bebé 2, Bebé 3, Bebé 4.
- **Tamaño**, chico, mediano, grande, extra grande o extra extra grande.
- **Insumo**, celulosa, Non Wovens, polietileno, entre otros.
- **Código**, código asociado al insumo específico.
- **Consumo teórico**, cantidad de insumo de ese tipo de pañal de cierto tamaño.
- **Producción por turno**, cantidad de pañales que son producidos por línea de producción de cierto tipo de pañal, pensando que las líneas de producción funcionan a un 70% de su máximo teórico, incluyendo paradas de la máquina y ajustes planificados.
- **Cantidad por turno**, corresponde a la cantidad de insumo que se debe utilizar en la producción de cierto pañal y cierto tamaño, pensando que existe un recorte de material que deberá incluirse.
- **Cantidad por rollo**, cantidad de material promedio que tiene un rollo de insumo.
- **Unidades/Pallet**, cantidad de unidades (rollos) que vienen en un *pallet*.
- **M<sup>2</sup>/Pallet**, cantidad en metros cuadrados de material que existen en un *pallet*.
- **Consumo de pallet por turno**, corresponde a lo que debiese utilizarse por el Abastecedor de Insumo de Sanitarios.

El Consumo Teórico fue obtenido de las Especificaciones de Producto, donde aparece la información relevante de cierto pañal y su tamaño.

Se resolvió utilizar producción al 70%, pues a esta eficiencia se cumple la demanda de producción, además de ser una meta realista, según menciona jefe de operaciones.

La cantidad por turno se obtuvo calculando la cantidad de insumo a un 70% del máximo teórico, y multiplicarlo por el recorte, como se observa en la Ecuación 5.2. Cantidad por turno.

$$\text{Cantidad por turno} = \text{Producción por turno al 70\%} * \text{Consumo Estándar por unidad} * \text{Recorte}$$

#### Ecuación 5.2. Cantidad por turno

El Recorte de insumo utilizado es diferente para cada línea de producción, según los recortes reales calculados, más el recorte de producto que es un 7,70%. Por lo anterior es que para la pañalera 1 su utilizó un recorte promedio de los insumos medidos de 1,73% de recorte de cola y desmante sin incluir las demás pérdidas, ya que estos corresponden a las pérdidas de la línea. Obteniendo un 9,43% de recorte de material.

Para el caso de Consumo de pallet por turno, se calculó de la siguiente manera.

$$\text{Consumo de pallet por turno} = \frac{\text{Cantidad por turno} - \text{Cantidad existente en línea}}{M^2 \text{ por pallet}}$$

**Ecuación 5.3. Consumo de pallet por turno**

Con el fin de que el Abastecedor revise lo existente en línea, y ser restado a lo que debiese utilizarse. Aquel número podría dar en la mayoría de los casos un número decimal, por lo que se redondeó hacia arriba, para pedir tarimas de insumos.

En la Tabla 5.2. Matriz de consumo para cantidad a pedir se muestra la matriz realizada para ayudar en la toma de decisiones al abastecedor de sanitarios, y evitar que realice el pedido con mayor cantidad de material que corresponde.

## PAÑALERA 1 BEBÉ

Recorte 1,0943

Producto	Tamaño	Insumos	Código insumo	Consumo teórico MU	Consumo estándar por unidad	Unidad Consumo	Producto/Turno al 70%	Cantidad por turno M <sup>2</sup> o Kg	Cantidad por rollo	Unidades/pallet	M <sup>2</sup> o Kg/pallet	Cantidad existente en línea	Consumo de pallet por turno	Consumo de pallet por turno (redondeado)
BEBÉ 2	Grande	Celulosa	1121266	11,000	0,011	Kg	184800	2224,29	380	2	760		2,93	3
		AQL	1612457	19,200	0,0192	m <sup>2</sup>		3882,40	2800	2	5600		0,69	1
		Papel Tissue	TC705C1-242	1,738	0,001738	Kg		351,44	70	8	560		0,63	1
		Elastico de Cintura	1601241	3,325	0,003325	m <sup>2</sup>		672,34	330,97	36	11914,9		0,06	1
		Polielieno	1733793	1,637	0,001637	Kg		331,01	29	20	580		0,57	1
		NW Hidrofilico	1612074	104,625	0,104625	m <sup>2</sup>		21156,03	1642,5	10	16425		1,29	2
		NW Orejas	1610930	11,200	0,0112	m <sup>2</sup>		2264,73	276	5	1380		1,64	2
		NW Barrera	1610982	51,150	0,05115	m <sup>2</sup>		10342,95	935	24	22440		0,46	1
		Cinta Frontal Tape	1601197	5,880	0,00588	m <sup>2</sup>		1188,98	452,25	8	3618		0,33	1
		NW Hidrofóbico	1612058	102,300	0,1023	m <sup>2</sup>		20685,89	2310	10	23100		0,90	1
SAP	1464408	11,000	0,011	Kg	2224,29	800	1	800		2,78	3			

Tabla 5.2. Matriz de consumo para cantidad a pedir

Fuente: Elaboración Propia

Como bien se mencionó anteriormente una de las razones por las cuales se pide en mayores cantidades de lo que realmente se utiliza es porque los tiempos de entrega por parte del abastecedor de bodega son muy irregulares, una razón mencionada fue lo sobrecargado que se encuentran en sus actividades, por lo que un nuevo abastecedor de bodega lograría disminuir la carga y cumplir con los tiempos mencionados en el Ilustración 5.3. *Checklist* de ingreso de materiales a Sanitarios.

Con el fin de mantener controlada la cantidad de material que se utiliza en la línea de producción, se propone que los operadores cuenten la cantidad de rollos de insumos puestos en la máquina de cada material, para así el abastecedor de planta revisar si existe alguna pérdida. En donde el abastecedor de planta cuenta lo que existe en pie de máquina y la cantidad de insumos contados por los operarios de línea, para así verificar la información con la que debería aparecer en SAP, a nivel del operario, para ir viéndolo en el día a día, y no mensual como es que lo analizan los jefes de sanitarios.

### **5.3.2.2. Costo de la propuesta**

Cambiar el proceso de ir a buscar la Requisición de materiales a planta por enviar un correo, implica costos en capacitar a los abastecedores de bodega (06) y de sanitarios (05). Con un total de 3 horas para capacitarlos por jefe de bodega y jefe de operaciones de sanitarios, con un costo total de US\$240.9.

Para este proceso será necesario utilizar *walkie-talkie*, con el fin de dar aviso al abastecedor de bodega cuando se envíe una requisición por correo, ya que éste no se encontrará disponible en el computador. Los abastecedores de bodega hoy en día utilizan transmisores-receptores, por lo que no será necesario adquirir estos dispositivos.

Por otra parte este nuevo proceso ahorra dinero, en términos de combustible que utilizan los operadores de bodega en ir a retirar la Requisición de Materiales física. La distancia comprendida entre bodega y planta Sanitarios son alrededor de 800 metros (1,6 km ida y vuelta), la grúa horquilla posee un rendimiento de 0,43 litros por kilómetro, según datos obtenido de departamento de operaciones, y el costo de combustible de US\$0,64 por litro, teniendo el trayecto de ida y vuelta un costo de US\$0.44. Calculando que ese recorrido era realizado tres veces al día, ya que se realiza el pedido por turno, la pérdida diaria sería de US\$1.32, y mensual de US\$31.68, con 24 días.

Esta propuesta de la matriz de consumo tiene un costo para la compañía, de una breve capacitación a los abastecedores de bodega y planta sanitarios, con el fin de capacitarlos en el uso de la matriz y del trabajo en equipo, productividad. Esta capacitación sería útil incluirla con la capacitación anterior, y el tiempo de tres horas bastaría para tratar los temas.

Relacionado con el *checklist*, éste tomaría tiempo al planificador de SAP, quien estaría pendiente si se está cumpliendo con los tiempos máximos permitidos para operación. Con un costo de capacitarlo, durante 3 horas con un costo por hora de US\$4.7, siendo un total de US\$14.1. Luego de capacitarlo, éste proceso tomaría tiempo de verificar si los tiempos se están cumpliendo, al principio midiéndolo con mayor frecuencia, tomando unas dos horas diarias durante cinco días por el planificador, teniendo un costo mensual de US\$188. Luego de un mes

que el planificador SAP realice las mediciones, se realizará una vez al mes para asegurar los tiempos del proceso, siendo 2 horas semanales, un costo mensual de US\$37.6, después del mes 1.

El costo de implementar esta propuesta es de **US\$443.00**, y el costo mensual de mantenerla implementada es de **US\$37.6**.

## 5.4. Desperdicio N°4

### 5.4.1. Propuesta N°3

**Objetivo.** Disminuir las pérdidas de desmante generadas por una mala manipulación de insumos, por parte de abastecedores de planta, bodega y operadores.

#### 5.4.1.1. Definición

Como **tercera propuesta**, para reducir el desperdicio N°4, asociados a la mala manipulación por parte de operadores de planta y bodega, es que se plantea realizar capacitaciones al personal en relación a la manipulación adecuada de insumos.

La capacitación propuesta incluiría:

- Concientización de este tipo de desperdicio
- Mejoras en proceso de Transporte de tarimas en grúa, Movimiento de tarimas dentro de la planta, Movimiento de insumos unitarios dentro de la planta
- Mejoras en el aprovechamiento de material
- Instruir en materia de trabajo de equipo, calidad y mejora continua.

Esta capacitación en base a la disponibilidad de los operadores a realizarla, debiese dictarse por la mañana, y por la cantidad de contenidos a abarcar con una duración de 3 horas. Y se realizará a los operadores de las líneas de producción, abastecedores de planta y abastecedores de bodega.

Además de esta capacitación, incluir en el proceso de entrega de materiales, un documento que deba firmar el abastecedor de la planta, con el fin de que ambos queden conformes con lo recibido, con el fin de acreditar que fue revisado el estado de los materiales.

En relación con el documento propuesto en el proceso de entrega de materiales desde bodega, éste será firmado por abastecedor de insumos quien confirma que el insumo está en óptimas condiciones, siendo entregado este documento al abastecedor de bodega, con el objetivo de que si en planta Sanitarios tienen un problema por el estado de una tarima se verifique si en documento "Recepción de Insumos en Buen Estado" está firmado por el abastecedor de planta, como muestra la ilustración siguiente.

"RECEPCIÓN DE INSUMOS EN BUEN ESTADO"			
Nombre Abastecedor Bodega: _____			
Nombre Abastecedor Sanitarios: _____			
Fecha: _____			
Hora: _____			
INSUMOS	CÓDIGO	ESTADO	OBSERVACIÓN
QUEDO CONFORME CON LO RECIBIDO.			
_____ FIRMA ABASTECEDOR SANITARIOS			

Ilustración 5.4. Documento "Recepción de insumos en buen estado"  
Fuente: Elaboración Propia

Este documento será firmado por el abastecedor de planta al momento de la entrega de materiales, y será responsabilidad del abastecedor de bodega exigir la firma de quien recibe los insumos.

En caso que existiese un insumo con defectos a simple vista, como por ejemplo que fue pasado a llevar, y el avisar a bodega éste no posee el documento con firma de planta, bodega tiene el deber de cambiar de inmediato la tarima de cierto insumo defectuoso.

Como anteriormente se mencionó que existía un porcentaje de recorte permitido de insumos, que incluía otros desperdicios, se propone que Holding postule un valor para cada insumo, ya que si se trabaja por recorte en general de insumos, podría estar existiendo una mayor pérdida de material de cierto tipo de desperdicio. En base a varias conversaciones en la línea de producción con los operadores de línea, afirman que si los insumos viniesen en mejor

estado, menos rasguños y más limpios, incluso se les podría retirar de cada insumo una vuelta de material, por lo que para efectos económicos se propondrá un recorte de desmante correspondiente a una vuelta de cada insumo.

Como muestra la Ecuación 5.4. Pérdida de material, a partir del diámetro inicial promedio de cada insumo se obtiene el perímetro de este rollo lo que corresponde al largo del material a desenrollar, luego se multiplica por el ancho de cada insumo, calculado así la pérdida de material en metros cuadrados permitido para cada insumo de desmante.

$$P\acute{e}rdida\ de\ material(m^2) = \pi * Di\acute{a}metro\ inicial\ promedio * Ancho\ insumo$$

**Ecuación 5.4. Pérdida de material**

Se propuso trabajar con el diámetro inicial promedio ya que los rollos poseen diámetros diferentes.

De la ecuación se obtiene:

INSUMO	Diámetro inicial promedio [mm]	Cantidad a retirar (m2)	% Recorte propuesto
<b>Polietileno</b>	489,03	0,338	0,02%
<b>NW Laminado</b>	977,66	0,676	0,03%
<b>NW Central</b>	762,96	0,539	0,03%
<b>NW Oreja</b>	884,97	0,445	0,16%
<b>NW Barrera</b>	744,99	0,257	0,03%

**Tabla 5.3. Recorte propuesto de desperdicio 4**  
Fuente: Elaboración Propia

Por lo que se propone un recorte de desmante diferente para cada insumo de 0,02% para el polietileno, 0,03% para el NW Laminado, Central y Barrera, siendo permitido una mayor pérdida para el NW Oreja de 0,16% del total del rollo, dado que presenta un diámetro mayor, y menor cantidad de material por rollo. Incluso en algunos casos podría no retirarse nada del insumo, dado que no presenta fallas, ni suciedad.

#### **5.4.1.2. Costo de la propuesta**

La capacitación de manipulación de insumos será realizada por un ingeniero de producto de la planta, quien tiene manejo de los diferentes materiales con los que se trabaja en la planta, además de conocimientos de trabajo en equipo, calidad y mejora continua.

Calculando que este ingeniero tiene un costo por hora de US\$10.3, y dado que será una capacitación que abarcará una serie de temas la duración será de tres horas, y se realizará la misma capacitación una vez por semana por tres semanas, lo que en total tiene un costo de US\$92.70.

Por parte de los operarios no se incurrirá en costo, ya que la capacitación será realizada en horario fuera de su turno, como actualmente se realizan con gran éxito las capacitaciones de seguridad.

## 5.5. Desperdicio N°5

### 5.5.1. Propuesta N°4

**Objetivo.** Reducir la pérdida asociada a producto terminado defectuoso, y disminuir las detenciones no programadas de la línea de producción, para evitar las pérdidas de costo de oportunidad, por perder tiempo el cual podría estar las líneas en marcha.

#### 5.5.1.1. Definición

Se plantea una **cuarta propuesta** relacionada con las pérdidas generadas por producto defectuoso, ya que estas pérdidas son provocadas por atascos de material en la línea, entre otros problemas similares que producen paradas no programadas debido a errores de la línea.

Se postula realizar mejoras a las mantenciones de la línea de producción, esto implica al departamento de Mantenición y Proyectos dentro de la planta Sanitarios.

Hoy en día, se destinan los días domingos a realizar mantenciones a las líneas de producción, pero es más correctiva, esto quiere decir que se corrigen errores ocurridos en la línea durante la semana, por esta razón es que hay otros problemas que vuelven a suceder en la línea durante la semana, generando que la pañalera tenga interrupciones en su producción.

Se propone un Mantenimiento Preventivo Total, para evitar así averías de la máquina, lo que implica cambio de piezas cuando corresponda, y no como es hoy en día que son cambiadas cuando presenten fallas. Lo que se entiende ya que las piezas son aprovechadas en su máxima utilidad, por más del tiempo especificado como vida útil según proveedor.

Para ello se deberá mantener un registro de la vida útil de cada pieza de la máquina, y la fecha en que fue realizado el último cambio. En relación con el stock de las piezas, éstas tienen un estoque disponible y no hay problemas de inventario.

Se llenará un documento con el nombre de la pieza, código, proveedor, vida útil, último cambio, fecha próximo cambio y el estado en que se encuentra el cambio de pieza, como un cuadro de mando, el cual si está en verde se encuentra con un tiempo prudente y no está cerca del periodo de cambio, si está amarillo quiere decir que está pronto a tener que ser cambiada la pieza, y rojo en caso que ya sea más tarde de su vida útil, como muestra la Tabla 5.4. Documento de Registro de piezas de pañalera 1.






Registro de piezas de pañalera 1							
	Nombre Pieza	Código	Proveedor	Vida Útil	Último cambio	Fecha próximo cambio	Estado
1							
2							
3							
4							
5							

Tabla 5.4. Documento de Registro de piezas de pañalera 1

Fuente: Elaboración Propia

### 5.5.1.2. Costo de la propuesta

Esta propuesta tendría costos relacionados con las piezas a ser reemplazadas antes que presenten fallas, si una pieza tiene una vida útil de 2 años, esta debiese ser cambiada al término de pasado los dos años para evitar paradas no programadas.

Existe una cantidad muy amplia de piezas que son cambiadas en la línea de producción, pero de la cual sólo se trabajará con 10 piezas las cuales son cambiadas con mayor frecuencia. La vida útil fue calculada por los mismos eléctricos, donde el proveedor menciona en la hoja del producto las veces que puede ser utilizada la pieza, por lo que se realizó la equivalencia en tiempo según la eficiencia de la línea.

En la siguiente tabla se muestra el tipo de pieza, con su vida útil, y la fecha de las últimas modificaciones realizadas de cada pieza.

	Tipo Pieza	Vida Útil (días)	Fecha última modificación		
			1	2	3
1	Pieza A	120	12-04-2015	27-10-2014	19-05-2014
2	Pieza B	48	10-04-2015	25-01-2015	11-11-2014
3	Pieza C	96	08-04-2015	12-11-2014	30-06-2014
4	Pieza D	72	24-03-2015	10-12-2014	26-08-2014
5	Pieza E	48	20-03-2015	14-01-2015	29-10-2014
6	Pieza F	24	20-03-2015	11-02-2015	29-12-2014
7	Pieza G	24	19-03-2015	11-02-2015	27-12-2014
8	Pieza H	48	10-03-2015	29-12-2014	18-10-2014
9	Pieza I	96	01-03-2015	20-10-2014	09-06-2014
10	Pieza J	72	15-02-2015	03-11-2014	29-07-2014

Tabla 5.5. Fechas últimas modificaciones piezas pañalera 1  
Fuente: Departamento mantención y proyectos Industria Pañalera

De lo anterior se calculó el tiempo que duró en días cada pieza en la máquina hasta que fue cambiada, según muestra la Tabla 5.6. Vida útil de las piezas vs Tiempo en que se hicieron los cambios. El tiempo en máquina 1 y 2 corresponde al tiempo en días que pasaron antes de realizar las modificaciones, por ejemplo para la pieza 1 entre el 27-10-2014 al 12-04-2015 sin contar los días domingos, se obtienen 143 días de producción. En todos los valores de cuando se realiza el cambio de pieza son mayores de la vida útil que propone proveedor.

	Tipo Pieza	Vida Útil (días)	Tiempo en máquina. 1 (días)	Tiempo en máquina. 2 (días)
1	Pieza A	120	143	138
2	Pieza B	48	65	64
3	Pieza C	96	126	116
4	Pieza D	72	89	92

5	Pieza E	48	56	66
6	Pieza F	24	32	38
7	Pieza G	24	31	39
8	Pieza H	48	61	61
9	Pieza I	96	113	114
10	Pieza J	72	90	84

Tabla 5.6. Vida útil de las piezas vs Tiempo en que se hicieron los cambios  
Fuente: Departamento mantención y proyectos Industria Pañalera

De lo anterior se propuso calcular cuántas piezas se utilizarían en ambos casos, si se sigue haciendo como ahora, sin una cultura preventiva, versus siguiendo la vida útil del proveedor, esto en base a un año, es decir, 312 días de producción de la línea. Como se observa en la Tabla 5.7. Costo anual por cambiar piezas según vida útil, la columna “N° piezas según vida útil” corresponde al número de piezas que se utilizarían en un año si se cumpliera con la vida útil de la pieza según proveedor, y la columna “N° piezas cuando presenta falla” es la cantidad de piezas que se utilizan en un año en base al promedio del tiempo en que se han realizado las últimas modificaciones. Por lo que se tiene un costo de US\$2,037.7 extra que se gastarían en un año por cambiar las piezas cumpliendo con su vida útil. Si se pensara en un costo mensual sería de US\$169.81, lo anterior en 10 piezas.

	Tipo Pieza	N° piezas según vida útil	Costo [USD]	N° piezas cuando presenta falla	Costo [USD]	Diferencia entre ambas situaciones [USD]
1	Pieza A	2	172.8	2	172.8	0
2	Pieza B	6	432.0	4	288.0	144
3	Pieza C	3	736.2	2	490.8	245.4
4	Pieza D	4	156.8	3	117.6	39.2
5	Pieza E	6	232.2	5	193.5	38.7
6	Pieza F	13	1,587.3	8	976.8	610.5
7	Pieza G	13	1,587.3	8	976.8	610.5
8	Pieza H	6	559.2	5	466.0	93.2
9	Pieza I	3	511.2	2	340.8	170.4
10	Pieza J	4	343.2	3	257.4	85.8
	<b>TOTAL</b>	60		42		<b>2,037.7</b>

Tabla 5.7. Costo anual por cambiar piezas según vida útil  
Fuente: Departamento de mantención y proyectos Industria Pañalera

Además hay que tener en cuenta que realizar más cambios de piezas incluiría mayor cantidad de horas-hombre, debido a que la frecuencia de cambiar estas piezas aumentaría. Si el costo de hora-hombre de un eléctrico del departamento de mantención es de US\$5.9, es necesario como mínimo presentar con dos personas para el cambio de piezas, y un eléctrico dice demorarse en reemplazar la pieza alrededor de 1 hora, y se tiene una cantidad de 18

piezas extras que habría que cambiar si se cumple la vida útil, se obtiene un costo total anual extra de horas-hombres de US\$212.2, y mensual de US\$17.7.

El costo de esta propuesta tiene un costo mensual de US\$169.81 y US\$17.70, sumando un total mensual de US\$187.51.

El resto de las piezas que no fueron utilizadas poseen una vida útil mayor por lo que no se realizó el análisis con ellas dado que habría que mantener la fecha de las últimas modificaciones de varios años anteriores, y el departamento de mantención las desconoce.

Para implementar esta nueva propuesta será necesario realizar una capacitación de tres horas, con el objetivo de instruirlos en una cultura de prevenir más que corregir, a los seis eléctricos que realizan el cambio de piezas, con un costo de US\$106.2 por el costo de hora-hombre, más el costo del jefe de mantención que dictaría esta capacitación US\$45.9, teniendo un costo total para esta capacitación de **US\$152.11**.

## 5.6. Desperdicio N°6

**Objetivo.** Enfocado en el **Desperdicio N°6**, recorte de cola, material que queda en el tubo, se analizará el sistema que utiliza la línea para realizar el empalme automático, dado que es un sistema complejo, se propondrán tres propuestas, una a corto plazo y otras dos a largo plazo, con el fin de encontrar una propuesta que permita una menor pérdida de material, ya que es inevitable dejar material en el tubo como bien explica el ANEXO 5: ¿Qué es más conveniente: perder material o utilizarlo todo?

Para las propuestas 5, 6 y 7, y el cálculo de material de la situación actual, se trabajará con el valor de una situación pesimista, es decir, en el caso que quede mayor material en el tubo, así se asegura de obtener como máximo lo propuesto.

### 5.6.1. Propuesta N°5

#### 5.6.1.1. Definición

Como **quinta propuesta** para reducir el desperdicio de cola, se planteó una a corto plazo debido a que su implementación se puede hacer de inmediato, se propone modificar el valor del diámetro inicial de seteo en el panel.

Se propone mantener el valor de diámetro de empalme en panel, y modificar el diámetro promedio inicial cada cierta cantidad de insumos que pasen por la línea.

Para esto se harán grupos de cierta cantidad de rollos de materiales, de cada grupo se medirán los rollos y se trabajará con el rollo de diámetro inicial menor, lo que asegura que no se acabará el material del tubo.

El valor ingresado al panel incluirá la desviación que presenta la máquina, la cual varía para cada insumo debido a la posición que se tenga en la máquina, para el Polietileno y NW Laminado, se tiene un error menor comparado a los demás insumos con  $\pm 1$  mm, para el NW Central y Barrera  $\pm 7$  mm, y para el NW Oreja  $\pm 12$  mm. Además por parte de los eléctricos deciden utilizar un rango de seguridad de 2 mm, el cual asegura que no seguirá girando el tubo sin material, sumándole además esta cantidad independiente del error que presente el sistema.

Esto quiere decir que si el diámetro inicial para un rollo de NW Central es de 760 mm y manteniéndose el diámetro de empalme, este puede salir con una desviación del cual puede ser entre  $\pm 9$  mm.

Además se sabe que mientras menor sea el número de insumos que contenga un grupo, menor será la pérdida, ya que se acerca a trabajar con el diámetro inicial de cada insumo, de manera individual.

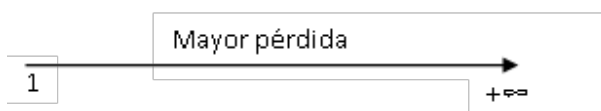


Ilustración 5.5. Menores pérdidas en grupos de menor cantidad de rollos

Fuente: Elaboración Propia

Pero lo anterior le da menor libertad al operador, quien tendría que estar midiendo y modificando los valores del panel, lo que provoca que no cumpla con todas las actividades necesarias que debe realizar.

Esta propuesta está basada en hacer grupo de insumos según la cantidad de rollos que se utilizan por turno, así el operador sólo lo realizaría una vez en su turno por insumo. Siendo para el Polietileno, NW Laminado, Central, Barrera y Oreja, 11, 9, 13, 11 y 8 respectivamente los números de insumos a utilizar en un turno.

INSUMOS	Cantidad de rollos por turno
Polietileno	11
NW Laminado	9
NW Central	13
NW Barrera	11
NW Oreja	8

Tabla 5.8. Cantidad de rollos por turno de los insumos  
Fuente: Matriz de consumo pañalera 1

Para el número de vueltas que da el rollo de material se deberá eliminar el Diámetro de empalme, pues en esta propuesta será de cero, siendo modificable sólo el Diámetro inicial de seteo del rollo. Pero dado el error que presenta el sistema actual de descontar por vueltas es que se incluirá, con el fin de evitar que el rollo siga girando sin material, esto queda como muestra la Ecuación 5.5. Número de vueltas para propuesta n°, el número de vueltas del grupo  $m$  ( $nvueltas_m$ ) resulta de la división del diámetro inicial menor de todos los rollos del grupo  $m$  ( $D_{inicialmenor\ m}$ ), más el error del sistema por el espesor ( $\Delta\ sistema$ ).

$$nvueltas_m = \frac{D_{inicialmenor\ m} + \Delta\ sistema}{Espesor}$$

Ecuación 5.5. Número de vueltas para propuesta n°5

Así la pérdida total de material expresado en metros lineales, sigue a continuación, la Cantidad inicial del rollo  $n$  del grupo  $m$  se le descuenta la cantidad de material correspondiente al rollo  $n$  del grupo  $m$ .

$$Pérdida\ Total = \sum_{i=1}^m \sum_{i=1}^n CI_{nm} - MD_{nm}$$

Ecuación 5.6. Pérdida total de desperdicio de propuesta n°5

Con

$CI_{nm}$ : Cantidad inicial del rollo  $n$  del grupo  $m$ .

$CMD_m$ : Cantidad de material a desenrollar del grupo  $m$ .

### 5.6.1.2. Costo de la propuesta

La propuesta físicamente no propone instalaciones, por lo que no tiene costos asociados a infraestructuras, pero sí de capacitar a los operadores de línea. Esta capacitación implica

explicar a los operadores línea acerca del desperdicio existente, de materias como la productividad, trabajo en equipo y calidad, además de cómo es el funcionamiento de la propuesta.

Los operadores de la línea a recibir la capacitación serán de las zonas 1, 2 y 3, ya que son quienes están relacionados con los insumos. Son un total de 9 operadores a capacitar, con un costo por hora de US\$3.4, Además la persona que daría a conocer la nueva propuesta sería el jefe de línea, quien tiene un costo por hora de US\$12.3.

Si fuese una capacitación de 3 horas para lograr abarcar todos los temas, el costo total de esta propuesta es de US\$128.70.

## **5.6.2. Propuesta N°6**

### **5.6.2.1. Definición**

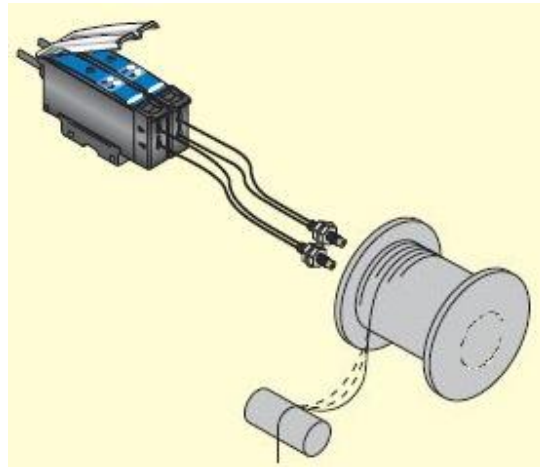
La **sexta propuesta** para el tema del sistema de empalme automático, está relacionada con modificar éste. Se propone instalar sensores en los insumos, para detectar la cantidad de material que queda en el tubo y así realizar el empalme automático. Es una propuesta a largo plazo, ya que no puede ser puesta en marcha de inmediato, dado que requiere de la instalación de los sensores.

Ésta consta de dejar la menor cantidad de material posible, utilizando sensores en la máquina para cada insumo. Estos sensores van ubicados de manera de detectar la cantidad de material que va quedando en el tubo a medida que se va desenrollando. Esta propuesta genera que independiente del diámetro inicial del tubo todos los rollos queden con la misma cantidad de material en la bobina.

Hoy en día se trabajan con dos tipos de sensores en la planta como son los sensores de fibra óptica y láser, según sus ventajas y desventajas es que se decide qué sensor es más conveniente, además del asesoramiento de un eléctrico que conoce del tema.

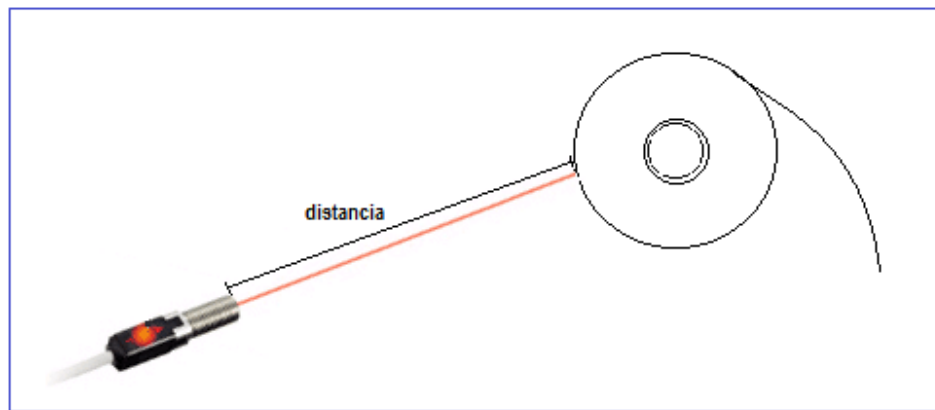
### **Sensor de Fibra Óptica vs Láser**

El sensor de fibra óptica es una herramienta que detecta el diámetro del material. El material es puesto de perfil con el objetivo que el sensor detecte el diámetro del rollo, y al momento de no detectar material se realiza el empalme automático.



**Ilustración 5.6. Sensor de fibra óptica**  
Fuente: (BANNER)

El Sensor Láser funciona a distancia, quiere decir que el sensor emite un láser y es enviado de vuelta a otro sensor receptor, el cual mide la distancia existente entre el sensor y el rollo, el material es puesto de tal manera que no se ve el diámetro, sino que a lo ancho del material. Al momento en que el sensor detecte una cierta distancia a la cual fue calibrado, realizará el empalme automático.



**Ilustración 5.7. Sensor láser**  
Fuente: Elaboración propia

## Ventajas y Desventajas de cada Sensor

Ambos sensores son señales de luz, pero el de fibra óptica es un haz que se abre a la iluminación, parecido a la luz que emite una linterna, en comparación del láser que es más lineal y menos difuso. Tienen la misma dificultad al ser instalado y con respecto a la alimentación de energía resulta ser la misma.

El sensor de fibra óptica analiza el material desde lo ancho, a diferencia del láser que lo mira desde arriba.

Una ventaja muy importante con respecto del láser es que no le afecta el polvo en suspensión, lo que es muy común en la planta de producción.

Otra de las ventajas con respecto al de láser es que debido al lugar de su instalación, no es pasado a llevar por el operador cuando es puesto el rollo de material en la máquina, lo que sí sucede con el sensor de fibra óptica que va instalado atrás del rollo.

El sensor láser tiene una desventaja pues el ruido existente en la línea de producción afecta a la cantidad de material que queda en el rollo.

Según señala el eléctrico de la planta 1, el sensor de Láser es mucho mejor debido a que tiene una mayor precisión con respecto al sensor de Fibra Óptica, pero dependiendo a su lugar de instalación el de fibra óptica tiene mejores ventajas, además instalar sensor láser a todos los insumos implicaría un costo muy alto, pues según los datos que se manejan un sensor láser vale casi 4 veces lo que vale un sensor de fibra óptica.

Por lo tanto un insumo como es el NW Barrera, que va puesto en la parte de arriba en la línea de producción, que está más expuesto a polvo en suspensión, y **menor** ruido, será mejor la instalación de un sensor láser.

Para el resto de los insumos-Polietileno, NW Laminado, Central y Oreja- será suficiente instalar el de fibra óptica, ya que su lugar de instalación es a nivel de la línea, y no existiría el problema de pasar a llevar el sensor.

Un punto importante también a señalar es el error que presentan los sensores, el láser presenta un error menor que el de fibra óptica. El sensor láser presenta una desviación de  $\pm 0,05\text{mm}$ , y el de fibra óptica  $\pm 1,5\text{ mm}$ .

Para aprovechar lo mayor posible de material sin que se acabe el material es que el sensor detectará para los diferentes insumos los valores que muestra la Tabla 5.9. Diámetro de Empalme para insumos en propuesta n.

Como se mencionó en la propuesta n°5, los eléctricos independiente del tipo de sensor o sistema se utilice se le agregará un rango de seguridad de 2,0 mm, para evitar que el tubo siga girando sin material.

En el peor de los casos por ejemplo para el Polietileno se podría dejar 5,0 mm de diámetro de material en bobina, y en el mejor de los casos 2,0 mm en la bobina, como bien muestra Tabla 5.9. Diámetro de Empalme para insumos en propuesta n°6, es el mejor de los casos y con el cual se trabajará.

INSUMO	Tipo Sensor	Diámetro Empalme [mm]
Polietileno	Fibra Óptica	3,5
NW Laminado	Fibra Óptica	3,5
NW Central	Fibra Óptica	3,5
NW Barrera	Láser	2,05
NW Oreja	Fibra Óptica	3,5

Tabla 5.9. Diámetro de Empalme para insumos en propuesta n°6

Fuente: Elaboración Propia

Expresado en fórmula, la pérdida generada con esta propuesta correspondería al total de material que queda en el rollo, como muestra la ecuación.

$$Pérdida Total(m) = \sum_{i=1}^n n * CMR$$

Ecuación 5.7. Pérdida total propuesta n°6

Con

CMR: Cantidad de material a dejar en el Rollo

A todos los rollos les queda la misma cantidad de insumo en el tubo gracias al sensor que detecta cierta cantidad.

#### 5.6.2.2. Costo de la propuesta

Para esta propuesta se deberá cambiar el sistema de descontar por vuelta a uno por sensor. El costo de un sensor de láser es de US\$980, y del sensor de fibra óptica US\$245, del cual se necesitarían 4. Al valor de los sensores hay que incluir el costo de instalación, ya que esta labor la cumplen los eléctricos de mantención, se estima un periodo de un mes, 20 días según eléctrico jefe, para la instalación en los cinco insumos, esto quiere decir un costo de US\$2,832. Para esta propuesta será necesario que se trabaje durante un mes, con una cantidad de 3 eléctricos.

Esta propuesta tendría un costo de implementación de US\$4,792, en caso que se instalen sensores a los cinco insumos, lo cual corresponde al costo de los (5) sensores más el de instalación de estos sensores por los eléctricos.

### 5.6.3. Propuesta N°7

#### 5.6.3.1. Definición

La **séptima propuesta** para el recorte de cola de material propone utilizar un sistema de retroalimentación.

El material al entrar a la línea de producción, debe presentar varias características, entre unas de ellas, está la tensión del material. La tensión es conocida como el efecto de aplicar una fuerza sobre una forma alargada aumentando su elongación.

La tensión del material al salir del rollo debe mantenerse en un valor determinado para alimentar la línea de fabricación, para eso actúa el acumulador, el cual está compuesto por 14 rodillos colocados de tal manera de mantener el material estirado y a la tensión que corresponde, se mueven acercándose o alejándose de una línea de equilibrio.

Actualmente el rollo gira a una velocidad angular<sup>10</sup> variable dado el diámetro inicial de seteo, y a medida que se va desenrollando el material va adquiriendo una velocidad mayor, aquella velocidad es la misma ya sea un insumo de diámetro mayor o menor, por lo que afecta a la tensión del insumo y es donde actúa el acumulador con sus rodillos.

Si el diámetro inicial de un rollo es mayor que el valor seteado, la tensión del material será menor, ya que el rollo girará más rápido de lo que debiese y se retiraría mayor material de lo que corresponde según su diámetro actual, por lo que el acumulador alejará los rodillos de la línea del centro.

En caso que el diámetro del insumo fuese menor del seteado, girará a una velocidad angular menor de lo que corresponde por lo que el material quedará más tensionado, y los rodillos se acercarán para obtener la tensión que corresponde.

Por lo que como tercera propuesta se plantea realizar un sistema de lazo cerrado, en el cual se aumenta o disminuye la velocidad del rollo en base a la tensión del material. Aquella retroalimentación se deberá realizar al comienzo cuando se utilice el rollo de material. Se llamará “tensión deseada” aquella tensión con la que debiese trabajar y entrar el material a la línea de producción.

Se dice que la tensión es mayor cuando queda tan tensionado, que el material podría llegar a romperse, y la tensión es menor cuando queda con menor tensión que lo necesario y podrían formarse “guatas” entre el rollo y el medidor de tensión.

Si la tensión actual es mayor que la tensión deseada, los rollos se mueven hacia el centro, lo que debería llevar a disminuir la velocidad angular del rollo.

En caso que la tensión actual del material sea menor que la tensión deseada, los acumuladores se alejan de la línea de referencia, por lo que debiera aumentar la velocidad angular del rollo.

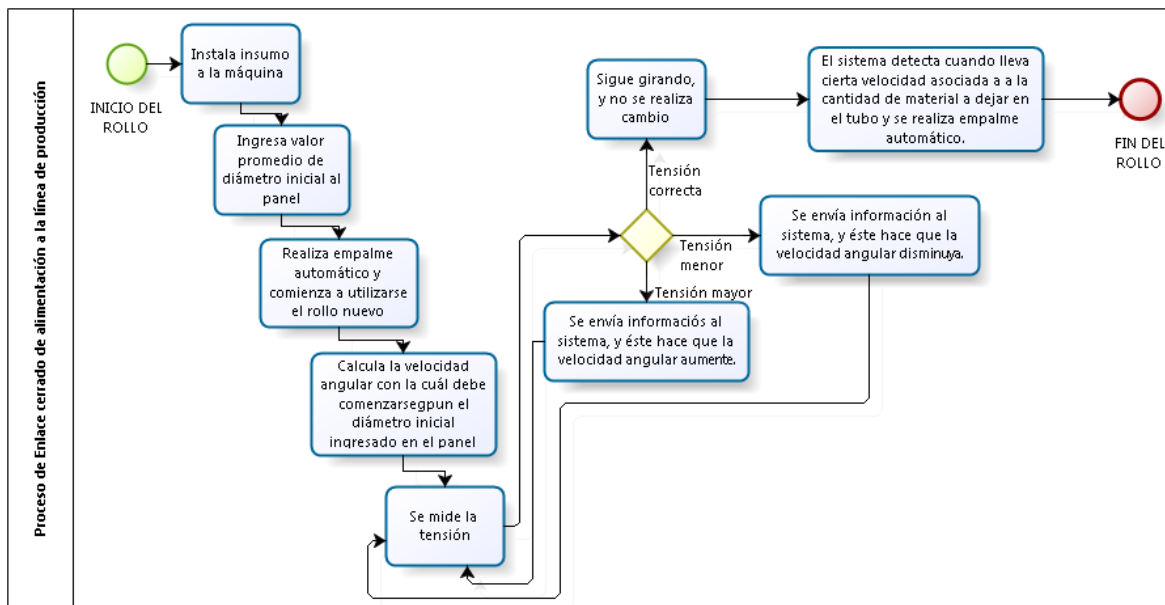
---

<sup>10</sup> Es una medida de la velocidad de rotación, y se define como el ángulo girado por una unidad de tiempo.

Esto quiere decir que el diámetro de los rollos será detectado dada su tensión inicial, esta información es enviada al sistema y resulta útil para modificar su velocidad, con el fin de no tener que mover sus rodillos durante el desenrollo, sino que sólo al comienzo mientras se adecúa la velocidad.

Gracias al enlace cerrado todos los insumos dejarán la misma cantidad de material en la bobina, y corresponderá al valor del diámetro de empalme que es ingresado al panel.

El siguiente diagrama de proceso explica el paso a paso del sistema propuesto, en el cual se ingresa el rollo de material y al comenzar a utilizarse, se mide la tensión, si ésta es menor de la que es necesaria, se retroalimenta al sistema y disminuye la velocidad angular del rollo, y se vuelve a medir, si la tensión sigue siendo menor se va disminuyendo gradualmente la velocidad hasta que cumpla con la tensión especificada. En caso que la tensión fuese mayor ocurre lo mismo, pero su velocidad aumenta. Cuando el sistema desenrolle a la velocidad asociada a la cantidad de insumo que debe quedar en el tubo se realizará el empalme.



**Ilustración 5.8. Diagrama de proceso de propuesta n°7**  
Fuente: Elaboración Propia

El valor del diámetro inicial promedio se calculó en base a mediciones que se realizaron durante 7 días, del cual se midieron los diámetros de los insumos que ingresaban a la máquina, que se encuentra en ANEXO 8: Medición de diámetros iniciales de insumos. Del cual se obtiene el promedio de los diámetros inicial de los diferentes insumos.

INSUMOS	Promedio Diámetro Inicial [mm]
Polietileno	489,028
NW Laminado	977,657
NW Central	762,954
NW Barrera	744,988
NW Oreja	884,968

Tabla 5.10. Diámetros iniciales insumos  
Fuente: Elaboración Propia

De los promedios anteriores se calcula el perímetro del diámetro promedio inicial, con la ecuación:

$$\text{Perímetro de una circunferencia} = 2 * \pi * \text{Radio} = \pi * \text{Diámetro}$$

Ecuación 5.8. Perímetro de una circunferencia

Por lo que si la línea debe alimentarse a una velocidad lineal constante de 272,025 metros por minuto, se divide el perímetro por la velocidad lineal y se obtiene el tiempo en minutos que daría una vuelta para desenrollar cierta cantidad de material, y así calcular la frecuencia (revoluciones por minuto) con la que comienza cada insumo, como se observa en la Tabla 5.11. Revoluciones por minuto que comienza a girar un rollo de cada insumo, para luego ir aumentando la velocidad a medida que se va desenrollando el material.

INSUMOS	Promedio Diámetro Inicial [mm]	Perímetro inicial [m]	Tiempo [min]	Frecuencia [1/min]
Polietileno	489,028	1,536	0,0056	177,061
NW Laminado	977,657	3,071	0,0113	88,567
NW Central	762,954	2,397	0,0088	113,490
NW Barrera	744,988	2,340	0,0086	116,227
NW Oreja	884,968	2,780	0,0102	97,843

Tabla 5.11. Revoluciones por minuto que comienza a girar un rollo de cada insumo  
Fuente: Elaboración Propia

Se propone un diámetro de empalme nuevo dado que el sistema logra una retroalimentación y todos los rollos de insumos quedarán con la misma cantidad de material en la bobina.

Como se utilizó en ambas propuestas anteriores, se sumó un rango de seguridad que proponen los eléctricos de la planta para asegurar que quede material en la bobina, de 2,0 mm, por lo que el diámetro propuesto queda como muestra la siguiente tabla.

INSUMOS	Error Sistema [mm]	Diámetro bobina [mm]	Diámetro empalme propuesto [mm]
Polietileno	±1	88	3
NW Laminado	±1	94	3
NW Central	±7	97	9
NW Barrera	±7	96	9
NW Oreja	±12	175	14

Tabla 5.12. Diámetros empalme propuesta n°7  
Fuente: Elaboración Propia

La velocidad a la que debe llegar el rollo desenrollándose corresponde a la asociada al diámetro de empalme, y corresponde a la que muestra la columna 5 de la tabla siguiente. Esto quiere decir que cuando el rollo gire a esa velocidad se realiza el empalme automático y comienza a utilizarse el nuevo insumo.

INSUMOS	Diámetro Empalme Propuesto [mm]	Perímetro [m]	Tiempo [min]	Frecuencia [1/min]
Polietileno	3	0,009	0,00003	28862,75
NW Laminado	3	0,009	0,00003	28862,75
NW Central	9	0,028	0,00010	9620,92
NW Barrera	9	0,028	0,00010	9620,92
NW Oreja	14	0,044	0,00016	6184,87

Tabla 5.13. Revoluciones por minuto que termina de girar un rollo de cada insumo  
Fuente: Elaboración Propia

Expresado en fórmula, la pérdida generada con esta propuesta correspondería al total de material que queda en el rollo, como muestra la ecuación.

$$Pérdida\ Total(m) = \sum_{i=1}^n n * CMR$$

Ecuación 5.9. Pérdida total propuesta n°7

Con

CMR: Cantidad de material a dejar en el Rollo

A todos los rollos les queda la misma cantidad de insumo en el tubo gracias al sensor que detecta cierta cantidad.

### 5.6.3.2. Costo de la propuesta

Esta propuesta corresponde a una modificación en lo relacionado con el sistema computacional, que la realizan los eléctricos de mantenimiento. Sin tener un valor extra de instalación física en la máquina. Por lo que sólo existirá el costo de hora-hombre correspondiente a tres eléctricos de mantenimiento. Dado que es un sistema complejo el de instalar el sistema de lazo cerrado se propone de dos meses para su desarrollo, para luego llevarlo a cabo, el costo mensual de un eléctrico de mantenimiento es de US\$940, siendo US\$5,640 el costo de tres eléctricos en dos meses, el costo de implementación incluye los cinco insumos.

#### 5.6.4. Análisis de pérdida de propuestas 5, 6 y 7

Al comparar las tres propuestas con la situación actual se obtiene el costo de la pérdida asociada al material que queda en el tubo, que es el analizado. Los cálculos, junto con las planillas con los resultados obtenidos se encuentran en ANEXO 10: Evaluación económica de 3 propuestas para los diferentes insumos (diario).

Recordando:

- **Propuesta N°5:** trabajar con grupo de insumos, según la cantidad que se utilice en un turno, y encontrar el insumo con el diámetro inicial menor para que sea ingresado al panel como el diámetro inicial seteado.
- **Propuesta N°6:** propone cambiar el sistema de descontar por vueltas a uno de sensores que detecte el diámetro actual.
- **Propuesta N°7:** enfocarse en un enlace cerrado, en el cual el sistema es capaz de retroalimentar y modificar la velocidad angular con que se desenrolla el material.

Para los diferentes insumos se trabajó con la cantidad de rollos de material a utilizar en un mes, teniendo en cuenta que se trabajan 6 días a la semana (24 días al mes), y a un 70% del máximo teórico. Se calculó la pérdida mensual en metros cuadrados y en dólares de las diferentes propuestas y la situación actual del desperdicio número 6, para ser comparadas y encontrar la propuesta que genere menores pérdidas a cada insumo.

La pérdida mensual mayor corresponde a la propuesta n°5, con US\$3,849.52, luego la situación actual con US\$3,303.86, después la propuesta n°6 con US\$319.45, y finalmente la que menor costo genera es la propuesta n°7 con US\$273.05.

#### POLIETILENO

	Propuesta Situación N°7	<	Propuesta Situación N°6	<	Situación Actual	<	Propuesta Situación N°5
<b>Pérdida [m<sup>2</sup>]</b>	3307,34		3869,34		40017,74		46626,99
<b>Costo mensual [USD]</b>	273.05		319.45		3,303.86		3,849.52

Tabla 5.14. Valorización propuesta Polietileno

Fuente: Elaboración Propia

El insumo NW Laminado presentó una pérdida mensual de US\$594.09 para la situación actual, luego la propuesta n°5 con US\$504.69, y con US\$49.00 de pérdida para la propuesta n°6, presentando una menor pérdida la propuesta n°7 con US\$41.89.

#### LAMINADO

	Propuesta Situación N°7	<	Propuesta Situación N°6	<	Propuesta Situación N°5	<	Situación Actual
<b>Pérdida [m<sup>2</sup>]</b>	846,22		989,84		10195,76		12001,90
<b>Costo mensual [USD]</b>	41.89		49.00		504.69		594.09

Tabla 5.15. Valorización propuesta NW Laminado

Fuente: Elaboración Propia

Para el NW Central se obtiene con US\$410.42 de pérdida mensual para la propuesta n°5, la situación actual con US\$403.15, la propuesta n°7 con US\$220.74, obteniendo una menor pérdida la propuesta n°6 con US\$83.52.

**CENTRAL**

	Propuesta Situación N°6	<	Propuesta Situación N°7	<	Situación Actual	<	Propuesta Situación N°5
<b>Pérdida [m<sup>2</sup>]</b>	1765,71	<	4666,76	<	8523,24	<	8677,01
<b>Costo mensual [USD]</b>	83.52		220.74		403.15		410.42

Tabla 5.16. Valorización propuesta NW Central  
Fuente: Elaboración Propia

El NW Barrera obtiene una pérdida mensual obtenida con la situación actual, corresponde a US\$450.97, la propuesta n°5 de 227.09, la propuesta n°7 con US\$87.75, y con un costo menor por la pérdida generada con la propuesta n°6 con US\$19.30.

**BARRERA**

	Propuesta Situación N°6	<	Propuesta Situación N°7	<	Propuesta Situación N°5	<	Situación Actual
<b>Pérdida [m<sup>2</sup>]</b>	483,64	<	2199,32	<	5691,55	<	11302,49
<b>Costo mensual [USD]</b>	19.30		87.75		227.09		450.97

Tabla 5.17. Valorización propuesta NW Barrera  
Fuente: Elaboración Propia

Para el caso del insumo NW Oreja la mayor pérdida se presenta en la propuesta n°5 con US\$1,550.68 mensuales, sigue la situación actual con US\$1,337.76, la propuesta n°7, US\$958.56 de pérdida, y con una mayor utilización de material la propuesta n°6 con US\$232.80 de pérdida.

**OREJA**

	Propuesta Situación N°6	<	Propuesta Situación N°7	<	Situación Actual	<	Propuesta Situación N°5
<b>Pérdida [m<sup>2</sup>]</b>	273,82	<	1127,77	<	1573,88	<	1824,33
<b>Costo mensual</b>	232.80		958.56		1337.76		1550.68

[USD]				
-------	--	--	--	--

Tabla 5.18. Valorización propuesta NW Oreja  
Fuente: Elaboración Propia

En resumen se puede decir que la pérdida de la situación actual en casi todos los insumos genera un mayor costo, menos para el insumo Polietileno, NW Central y NW Oreja en que la propuesta n°5 tiene mayores costos que todas las propuestas planteadas, lo cual puede entenderse dado que el diámetro inicial mínimo del grupo es menor que el diámetro inicial de seteo, generando que en la bobina quede mayor cantidad de material que la situación actual, por ende la propuesta n°5, por encontrarse incluso en peor escenario generando mayores pérdidas para la compañía queda descartada.

La propuesta n°6, fue una de las que menor costo en general obtuvo, siendo una de las propuestas con mayor eficiencia entre los cinco insumos.

La propuesta n°7, se presentó como mejor propuesta para los insumos Polietileno y NW Laminado, en los demás insumos alcanzó la segunda mejor propuesta.

Dado que cada insumo es independiente uno de otro, no es necesario que todos los insumos tengan el mismo sistema de desenrollo, por lo que se podrá proponer una propuesta diferente para cada uno, con el objetivo de reducir en mayor cantidad las pérdidas de cada insumo.

Por lo tanto para los insumos Polietileno y NW Laminado se plantea implementar la propuesta n°7. Y para los demás insumos –NW Central, Barrera y Oreja- se escoge la propuesta N°6.

La propuesta N°5 dado sus altos costos en pérdida de material, se decide no implementarla.

## 5.7. Factibilidad

Para saber si es factible o no una propuesta se generó una matriz en base a la factibilidad técnica, la cual evalúa; si el equipo está disponible, si puede desarrollarse, o si se tienen las capacidades técnicas requeridas, además de la factibilidad operativa, para conocer si el sistema se usará para el objetivo propuesto.

La Tabla 5.19. Matriz de Factibilidad muestra la matriz de Factibilidad, en donde los aspectos a considerar son implementación, personas, *software*, infraestructura y equipo, y resultados esperados. De los cuales cada materia de los aspectos se evalúa con nota del 1 al 4, siendo 1 totalmente en desacuerdo, y 4 totalmente de acuerdo. La suma de todas las materias puede ser como máximo 32 puntos, y como mínimo 8, siendo 24 puntos la valorización mínima que podría obtener una propuesta para ser factible, ya que es la suma de haber obtenido de las 8 materias un valor de 3 correspondiente a estar de acuerdo.

Matriz de Factibilidad					
Aspectos	Materias a evaluar	Valorización			
		1	2	3	4
Implementación	Es posible llevarla a cabo				
	Es buena alternativa				
Personas	Esta propuesta es posible implementarla al personal				
	Se tiene las capacidades y conocimientos técnicos para su realización				
Software, Infraestructura y Equipo	Se posee la infraestructura, equipo necesario				
	Se posee software necesario				
Resultados esperados	Su implementación daría cumplimiento a los objetivos				
	Es capaz de mantenerse en el futuro				

Tabla 5.19. Matriz de Factibilidad

Fuente: Elaboración Propia

A diferencia de las propuestas 1, 2 3 y 4, en que la matriz será respondida por observaciones de personas insertas en el proceso que se lograron recabar, para las propuestas 5, 6 y 7 esta matriz de factibilidad será respondida por jefes o gerente de planta, quienes evaluaron si las propuestas eran factibles para ser implementadas en la empresa, y si cumplirían con el objetivo de reducir el desperdicio n°6, asociado a la cola del material que queda en la máquina.

### Propuesta N°1

Dado que el problema de la pérdida de insumos afecta al departamento de sanitarios, por atribuirse los insumos defectuosos a las líneas de producción, es viable contratar a un nuevo personal por parte de bodega para la recepción de los insumos. El departamento de

bodega deberá concientizar del despilfarro existente, por lo que se deberá comprometer con reducir las pérdidas del departamento de sanitarios.

Dado que el problema proviene de proveedor, y quienes están relacionados directamente con ellos es el departamento de bodega, es fundamental implementar el proceso de recepción de materiales para asegurar la calidad que se necesita para los productos.

Para el departamento de control calidad realizar la devolución es factible ya que ellos hoy en día analizan los rollos con defectos, y sólo los notifican a bodega, sin realizar la devolución física. El departamento de control de calidad cuenta con los recursos necesarios como son personal y balanzas para calcular la pérdida en el rollo.

A continuación se observa la Matriz de Factibilidad para la propuesta 1, obteniendo una suma de 26 puntos, siendo factible técnica y operativamente.

Matriz de Factibilidad Propuesta 1					
Aspectos	Materias a evaluar	Valorización			
		1	2	3	4
Implementación	Es posible llevarla a cabo				X
	Es buena alternativa				X
Personas	Esta propuesta es posible implementarla al personal			X	
	Se tiene las capacidades y conocimientos técnicos para su realización		X		
Software, Infraestructura, Equipo	Se posee la infraestructura, equipo necesario		X		
	Se posee software necesario			X	
Resultados	Su implementación daría cumplimiento a los objetivos				X
	Es capaz de mantenerse en el futuro				X

Tabla 5.20. Matriz de Factibilidad propuesta 1

Fuente: Elaboración Propia

Los conocimientos del personal no son suficientes para la puesta en práctica de la propuesta por lo que se debe realizar una capacitación.

La infraestructura para esta propuesta relacionada a la de bodega es óptima, pero el equipo es necesario adquirirlo ya que no se posee en bodega.

Esta propuesta sería capaz de mantenerse en un futuro si es que el personal consigue conocer el real efecto que genera esta pérdida y la valorización de esta, junto con el procedimiento nuevo a implementar se lograrían importantes resultados a lo largo del tiempo.

## Propuesta N°2

La matriz de factibilidad realizada para la propuesta 2 obtuvo un total de 29 puntos, cumpliéndose la puntuación para nombrarla como factible.

Matriz de Factibilidad Propuesta 2					
Aspectos	Materias a evaluar	Valorización			
		1	2	3	4
Implementación	Es posible llevarla a cabo				x
	Es buena alternativa				x
Personas	Esta propuesta es posible implementarla al personal			x	
	Se tiene las capacidades y conocimientos técnicos para su realización			x	
Software, Infraestructura, Equipo	Se posee la infraestructura, equipo necesario				x
	Se posee software necesario				x
Resultados	Su implementación daría cumplimiento a los objetivos				x
	Es capaz de mantenerse en el futuro			x	

Tabla 5.21. Matriz de Factibilidad propuesta 2  
Fuente: Elaboración Propia

La viabilidad de ingresar un proceso nuevo para abastecedor de bodega y sanitarios a través de la requisición *online*, costaría un poco pues son personas mayores, quienes están acostumbrados a hacer las cosas de cierta forma, y podrían estar con una actitud renuente frente al cambio, pero dándoles a entender que gracias a este nuevo proceso se evitaría ir de manera física a la planta, es completamente viable su implementación. Para este proceso se cuenta con los equipos necesarios como son *software* propuesto, computadores, correos institucionales, y herramientas de *Office*, que la empresa posee licencia.

La viabilidad de la realización de un *checklist*, que el planificador SAP verifique los tiempos, y que el abastecedor de bodega cumpla los tiempos dependerá de qué tan comprometidos están sus jefes, y ellos mismos además de concientizarse de la pérdida que se produce.

La viabilidad de ingresar un proceso nuevo de utilizar la matriz de consumo para abastecedor de sanitarios, al igual que la requisición *online* sería algo más complicado pues los abastecedores de planta han realizado el pedido de insumos para su turno en base a la experiencia, por lo que habría que explicarles la efectividad que posee esta matriz, al ser trabajada con valores reales de tarimas, producción, recorte de material, entre otros.

La posibilidad de seguir utilizando esta propuesta en un futuro radica en la supervisión de los superiores, para verificar si estos están cumpliendo con los tiempos requeridos para cada actividad del proceso, que los abastecedores de planta sigan utilizando la matriz de consumo en los pedidos, y que se contabilicen los insumos utilizados en las líneas de producción, si estos son permanentemente supervisados se podría asegurar que se mantendría en el tiempo, pero si no, los operadores podrían seguir haciendo las cosas como las hacían generándose desperdicios.

### Propuesta N°3

La matriz de factibilidad para la propuesta 3 obtuvo una suma de 30 puntos, siendo factible de manera técnica y operativa.

Matriz de Factibilidad Propuesta 3					
Aspectos	Materias a evaluar	Valorización			
		1	2	3	4
Implementación	Es posible llevarla a cabo				X
	Es buena alternativa			X	
Personas	Esta propuesta es posible implementarla al personal				X
	Se tiene las capacidades y conocimientos técnicos para su realización			X	
Software, Infraestructura, Equipo	Se posee la infraestructura, equipo necesario				X
	Se posee software necesario				X
Resultados	Su implementación daría cumplimiento a los objetivos				X
	Es capaz de mantenerse en el futuro				X

Tabla 5.22. Matriz de Factibilidad propuesta 3  
Fuente: Elaboración Propia

Dado que esta propuesta involucra una capacitación para los involucrados en el proceso, es que se enseñará la manipulación correcta para sus insumos, además de trabajo en equipo y mejora continua, para mantener esta buena práctica dependerá de cada operador.

Realizar la capacitación por parte del Ingeniero de Producto es viable, ya que él mismo vislumbró como buena opción instruir de buenas prácticas a los operadores y abastecedores.

La viabilidad de que el abastecedor de sanitarios firme documento de recepción de insumos en buen estado y se mantenga en el tiempo es viable, de cierta manera que se concientice de las pérdidas de material que se producen, y de lo importante que es mantener los insumos en perfecto estado para su uso.

## Propuesta N°4

La matriz realizada para la propuesta 4 obtuvo una suma de 30 puntos, siendo factible para su implementación.

Matriz de Factibilidad Propuesta 4					
Aspectos	Materias a evaluar	Valorización			
		1	2	3	4
Implementación	Es posible llevarla a cabo			x	
	Es buena alternativa				x
Personas	Esta propuesta es posible implementarla al personal				x
	Se tiene las capacidades y conocimientos técnicos para su realización				x
Software, Infraestructura, Equipo	Se posee la infraestructura, equipo necesario				x
	Se posee software necesario				x
Resultados	Su implementación daría cumplimiento a los objetivos			x	
	Es capaz de mantenerse en el futuro				x

Tabla 5.23. Matriz de Factibilidad propuesta 4  
Fuente: Elaboración Propia

La viabilidad de que las piezas sean cambiadas cuando termine su vida útil dependerá de qué tan bien se haya concientizado de la pérdida que genera la corrección de las piezas ante una prevención los jefes de mantención.

Se entiende que se utilizarán mayor cantidad de piezas, se tendrá más trabajo por parte de mantención, ya que la frecuencia de trocar las piezas será mayor, pero todo por el bien de evitar paradas de la pañalera y así no producir pañales defectuosos.

En cuanto al tema de la disponibilidad de piezas, y la cantidad de personal para su cambio en la línea, el supervisor de mantención comenta que no es problema.

No se lograría la disminución total del desperdicio asociado a producto terminado con defectos, puesto que esta propuesta sólo se enfoca a las paradas de la máquina, atascos de insumos, mal dobles de insumos, producto de que la línea reciben una precaria mantención de sus piezas.

### Propuesta N°5

La matriz de factibilidad para la propuesta 5 obtuvo una puntuación de 28 puntos, siendo aceptada como factible.

Matriz de Factibilidad Propuesta 5					
Aspectos	Materias a evaluar	Valorización			
		1	2	3	4
Implementación	Es posible llevarla a cabo				x
	Es buena alternativa			x	
Personas	Esta propuesta es posible implementarla al personal			x	
	Se tiene las capacidades y conocimientos técnicos para su realización				x
Software, Infraestructura, Equipo	Se posee la infraestructura, equipo necesario				x
	Se posee software necesario				x
Resultados	Su implementación daría cumplimiento a los objetivos			x	
	Es capaz de mantenerse en el futuro			x	

Tabla 5.24. Matriz de Factibilidad propuesta 5  
Fuente: Elaboración Propia

El gerente de planta sanitarios, en conocimiento de la pérdida existente, respondió la matriz para la propuesta N°5, la cual evalúa diferentes aspectos con una valoración de 1 a 4, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 4 totalmente de acuerdo.

Se mencionó que es posible llevar a cabo esta propuesta, ya que su implementación no requiere de mayores dificultades. Para el gerente de planta lograría reducir las pérdidas, pero según el análisis realizado se obtuvo como resultado que en algunos casos incluso es mejor la situación actual que la propuesta. Por lo que no es factible económicamente según los resultados de cálculos.

## Propuesta N°6

Según lo comentado por un eléctrico, se está pensando en cambiar el sistema que se utiliza en la línea de producción, dado que es muy antigua la línea de producción es difícil encontrar un sistema que sea acorde a la pañalera 1, el sensor no es invasivo para la máquina y es compatible, además se ha utilizado en otras líneas y ha tenido buenos resultados.

Para la propuesta n°6 fue realizada a la misma matriz, respondida por el jefe de mantención, quien es el encargado de los eléctricos de la planta. Las respuestas fueron del 1 al 4, donde 1 corresponde a totalmente en desacuerdo y 4 totalmente de acuerdo. Siendo su puntuación de 31 puntos, siendo categorizada como factible.

Matriz de Factibilidad Propuesta 6					
Aspectos	Materias a evaluar	Valorización			
		1	2	3	4
Implementación	Es posible llevarla a cabo				x
	Es buena alternativa				x
Personas	Esta propuesta es posible implementarla al personal				x
	Se tiene las capacidades y conocimientos técnicos para su realización				x
Software, Infraestructura, Equipo	Se posee la infraestructura, equipo necesario			x	
	Se posee software necesario				x
Resultados	Su implementación daría cumplimiento a los objetivos				x
	Es capaz de mantenerse en el futuro				x

Tabla 5.25. Matriz de Factibilidad propuesta 6

Fuente: Jefe de mantención

Esta propuesta es factible llevarla a cabo según el jefe de mantención, siendo evaluada en casi todos los puntos de 4, totalmente de acuerdo.

Para su implementación es necesario adquirir estos sensores, instalarlos, y probarlos. Para mantenerse vigente esta propuesta en un futuro es necesario que el personal del departamento de mantención y proyectos se dedique a mantener en óptimas condiciones para su uso.

## Propuesta N°7

Utilizar un sistema de enlace cerrado que logre hacer retroalimentación al sistema logrando dejar menos material en el tubo según mencionó el gerente de sanitarios: “claramente es una mejora que disminuirá las mermas, y que en definitiva nos permitirá reducir nuestros costos”.

Al momento de dar a conocer esta propuesta en una reunión donde estaba presente el gerente de planta Sanitarios, eléctrico jefe y jefes de línea, lo vieron como viable, pues es posible ingresar un lazo cerrado que permita retroalimentación al sistema de descontar por vueltas. Además los eléctricos jefes, quienes están ubicados en el organigrama abajo del jefe de mantenimiento, tienen estudios que permiten llevarlo a cabo.

Dada las respuestas anteriores de parte del gerente de planta, se le realizó la matriz de factibilidad al jefe de mantenimiento, en relación a insertar un sistema informático a la línea de producción, donde se evaluó varios aspectos del 1 al 4, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 4 totalmente de acuerdo.

La matriz de factibilidad realizada para la propuesta 7 obtuvo una puntuación de 29, etiquetándola como factible técnica y operativamente.

Matriz de Factibilidad Propuesta 7					
Aspectos	Materias a evaluar	Valorización			
		1	2	3	4
Implementación	Es posible llevarla a cabo				X
	Es buena alternativa				X
Personas	Esta propuesta es posible implementarla al personal				X
	Se tiene las capacidades y conocimientos técnicos para su realización			X	
Software, Infraestructura, Equipo	Se posee la infraestructura, equipo necesario			X	
	Se posee software necesario			X	
Resultados	Su implementación daría cumplimiento a los objetivos				X
	Es capaz de mantenerse en el futuro				X

Tabla 5.26. Matriz de Factibilidad propuesta 7  
Fuente: Gerente planta Sanitarios y Jefe Mantenimiento

El gerente de planta junto con el jefe de mantenimiento, vieron esta propuesta muy viable, y les interesó mucho su implementación. Y el jefe de mantenimiento mencionó que el personal de mantenimiento eléctrica entre supervisores y eléctricos poseen los conocimientos para llevar a cabo este sistema.

Sería capaz de mantenerse en el futuro pues es un sistema en que como mencionaba en esta reunión el gerente de planta: “los eléctricos serán los responsables de que se siga usando más adelante, realizando mantenciones y pruebas para ver si estamos logrando lo que queremos”.

## 5.8. Beneficio individual por propuesta

### 5.8.1. Propuesta N°1

El costo de implementar la propuesta N°1 es de **US\$2,566.40**, correspondiente al mes cero, en que la adquisición de la romana utiliza gran parte de esta inversión. Para el mes 1 tiene un costo mensual de US\$934.6, correspondientes al costo de un abastecedor de bodega, más costo de grúa horquilla.

<b>Mes 0 (inversión)</b>	Costo romana	US\$2,450
	Capacitación a depto calidad	US\$116.4
	<b>TOTAL</b>	<b>US\$2,566.4</b>
<b>Mes 1</b>	Sueldo nuevo trabajador	US\$900
	Costo de grúa horquilla y hora-hombre abastecedor bodega	US\$34.66
	<b>TOTAL</b>	<b>US\$934.66</b>

Tabla 5.27. Costo propuesta 1

Fuente: Elaboración Propia

El costo de la pérdida mensual relacionado a fallas por parte de proveedor corresponden a **US\$6,824.94**. Por lo que la inversión se recuperaría en 9 días.

Para los meses uno en adelante donde el costo de la propuesta es de US\$934.66, existe una diferencia de US\$5,890.28, correspondiente al beneficio de la propuesta. Reduciéndose la pérdida en un 86,31%.

El desperdicio de material se reduciría a 0%, ya que todo el material que presente fallas será identificado al principio en la recepción de material, y en caso que pasara a planta este sería devuelto como material defectuosos por parte del departamento de calidad.

### 5.8.2. Propuesta N°2

Para la propuesta N°2, asociada al desperdicio 3, se plantea una propuesta con un costo de implementación de US\$255.00, incluyendo capacitaciones. Más el primer mes de prueba, el costo de implementación resulta **US\$443.00**.

El costo mensual de mantener esta propuesta es de **US\$5.92** lo cual sería el recurso hora-hombre del planificador de SAP para verificar los tiempos del *checklist* de US\$37.60, y un ahorro de US\$31.68 asociado a combustible de grúa horquilla.

<b>Mes 0 (inversión)</b>	Capacitación ab. Bodega y sanitarios	US\$240.90
	Capacitar Planificador SAP	US\$14.10
	<b>TOTAL</b>	<b>US\$255.00</b>
<b>Mes 1 (inversión)</b>	Horas-hombres Planificador SAP para verificar tiempos <i>checklist</i>	US\$188.00
	<b>TOTAL</b>	<b>US\$188.00</b>
<b>Mes "n"</b>	Horas-hombres Planificador SAP para verificar tiempos <i>checklist</i>	US\$37.60
	Ahorro Grúa horquilla	(-) US\$31.68
	<b>TOTAL</b>	<b>US\$5.92</b>

Tabla 5.28. Costo propuesta 2

Fuente: Elaboración Propia

El costo de la pérdida de este material es de **US\$2,014.58**, por lo que la inversión se recuperaría en 5 días.

La pérdida de material asociado al excesivo inventario en pie de máquina se reduciría a 0%, por lo que su reducción es del 100%.

Importante señalar que esta propuesta por esta modificación en el proceso corresponde sólo a planta Sanitarios 1, y que con replicar este proceso se ahorraría en los procesos de otras plantas como Sanitarios 2, Conversión Rollos y Fabricación.

### 5.8.3. Propuesta N°3

La capacitación de manipulación de insumos para abastecedores de bodega y planta sanitarios, tiene un costo de **US\$92.70**, realizada una vez, y su inversión se recuperaría en 1 día.

El costo de la pérdida de material asociado al desperdicio N°4, conocido como desmante, corresponde a **US\$2,052.48**, el cual puede llegar a **US\$293.64** si es que se cumple con sólo retirar del insumo una vuelta, en base a los valores de la Tabla 5.3. Recorte propuesto de desperdicio 4.

INSUMO	% Recorte propuesto	Costo desperdicio mensual [USD]
<b>Polietileno</b>	0,02%	22.10
<b>NW Laminado</b>	0,03%	21.68
<b>NW Central</b>	0,03%	23.86
<b>NW Oreja</b>	0,16%	217.87
<b>NW Barrera</b>	0,03%	8.12
<b>TOTAL</b>		<b>US\$293.64</b>

Tabla 5.29. Costo propuesta 3

Fuente: Elaboración Propia

Esta propuesta disminuye el recorte de desmante en un 85,69% de la pérdida inicial.

### 5.8.4. Propuesta N°4

Esta propuesta tendría costos relacionados con las piezas a ser reemplazadas antes que presenten fallas, Por ejemplo si una pieza tiene una vida útil de 2 años, esta debiese ser cambiada al término de pasado los dos años para evitar paradas no programadas. El costo de implementar esta propuesta es de US\$152.11, lo que se recuperaría en aproximadamente 6 horas.

Además se mantendría un costo mensual de US\$187.51 asociado a las horas-hombre extra que trabajarían los eléctricos y de las piezas.

La implementación de esta propuesta no logrará reducir a cero el producto terminado, ya que existen otros factores que no dependen de uno, pero sí al menos mantenerlo en el máximo permitido de *scrap*, 5,00%. El costo promedio mensual de la pérdida de producto terminado con defectos de la pañalera 1 asociados a los insumos medidos corresponde a **US\$39,684.59**, lo que sobrepasa en alrededor de US\$14 mil al recorte permitido de producto terminado que presenta defectos. Dado que esta propuesta a lo menos debería reducir el *scrap* a un 5,00% es que la reducción será de 35,00%.

<b>Mes 0 (inversión)</b>	Costo capacitación	US\$152.11
	<b>TOTAL</b>	<b>US\$152.11</b>
<b>Mes 1</b>	Costo de cambiar las piezas en fecha	US\$169.81
	Costo pérdida que seguirá existiendo	US\$25,769.21
	<b>TOTAL</b>	<b>US\$25,939.02</b>

Tabla 5.30. Costo propuesta 4

Fuente: Elaboración Propia

Mientras la línea se encuentra detenida, además de la pérdida de producto terminado producido, se genera otra merma conocida como el costo de oportunidad, y quiere decir que el tiempo que la máquina se encuentra en espera se pierde la posibilidad de producir pañales.

Dado que los productos que presentan fallas son quemados o enviados al reciclador, el costo por producto de un pañal defectuoso es mayor que el costo de un pañal bueno, por tener que pasar por más procesos, debido a que por parte de la empresa se desconoce el costo por pañal defectuoso es que sólo se trabajó con el valor del pañal bueno.

#### 5.8.5. Propuesta N°6

La propuesta n°6, de instalar un sensor de fibra óptica, fue la que menos costos generó para el insumo NW Central, Barrera y Oreja en comparación de las demás propuestas. El sensor a instalar para el insumo NW Central tiene un costo de US\$245. El NW Barrera obtuvo menores pérdidas en la propuesta n°6, asociada a instalar un sensor láser, con un costo de US\$980. El insumo NW Oreja presentó mejor desempeño en la propuesta n°6, relacionado con el sensor de fibra óptica con un costo de US\$245 para el sensor, incluyendo el costo de instalación de los eléctricos de US\$2,832 el costo total de implementación es de **US\$4,302**. Lo que se recuperaría en aproximadamente en 41 días.

Además esta propuesta reduciría las pérdidas mensuales de NW Central en US\$319.63, generando una disminución en un 79,28%, del NW Barrera de US\$450.97 a US\$19.30, lo que logra una reducción de un 95,72%, y del NW Oreja se obtiene una disminución de US\$1,104.96, lo que significa una reducción de 82,60%. Esta propuesta logra reducir los costos de desperdicios de US\$2,191.88 a US\$335.62 obteniendo una disminución de 84,69%.

#### 5.8.6. Propuesta N°7

Para los insumos Polietileno y NW Laminado, asociado al desperdicio número 6, se plantea la propuesta n°7, del enlace cerrado, ya que presentó menores pérdidas en relación a las demás propuestas. Ésta tiene un costo de **US\$5,640**, el costo de desarrollarlo por parte de los eléctricos de mantención de la planta. La inversión de esta propuesta es recuperada en aproximadamente 24 días, según el costo de la pérdida calculada de la situación actual.

Además esta propuesta reduciría las pérdidas mensuales de Polietileno en US\$3,030.81, generando una disminución en un 91,74%, y el NW Laminado disminuyó de US\$594.09 a US\$41.89, lo que logra una reducción de un 92,95%. Esta propuesta lograría reducir los costos de desperdicios de US\$3,897.95 a US\$314.94 obteniendo una disminución del 91,92% en ambos insumos.

## 5.9. Beneficio global

En base a las propuestas valorizadas se tiene un costo total de implementación de **US\$13,196.21**, correspondientes a las seis propuestas planteadas.

Esta inversión se recuperaría en aproximadamente 6 días.

De las pérdidas que lograron medirse -desperdicios 1, 3, 4, 5 y 6- suman un costo total mensual de **US\$56,666.42**.

El costo total mensual de mantener todas las propuestas implementadas es de **US\$1,128.09**. Además del costo de las pérdidas que seguirán existiendo luego de la implementación de las propuestas de **US\$26,713.41** mensuales. Se obtiene un costo total de **US\$27,841.50**. Lo que reduce el costo total en un **50,87%**.

Lo anterior se resume en la tabla siguiente.

	Costo de implementación	Costo mensual propuesta	Costo mensual pérdida inicial	Costo mensual pérdida final	Costo mensual total pérdida de material + Costos mensual de propuesta
<b>P1</b>	2,566.4	934.66	6,824.94	0	934.66
<b>P2</b>	443.00	5.92	2,014.58	0	5.92
<b>P3</b>	92.70	0	2,052.48	293.64	293.64
<b>P4</b>	152.11	187.51	39,684.59	25,769.21	25,956.72
<b>P6</b>	4,302	0	2,191.88	335.62	335.62
<b>P7</b>	5,640	0	3,897.95	314.94	314.94
<b>Suma</b>	<b>13,196.21</b>	<b>1,128.09</b>	<b>56,666.42</b>	<b>26,713.41</b>	<b>27,841.50</b>

Tabla 5.31. Resumen costo-beneficio propuestas  
Fuente: Elaboración Propia

En la Ilustración 5.9. Gráfico disminución de desperdicios, se observa la reducción por tipo de desperdicio, en la cual se aprecia la gran diferencia que existe entre el desperdicio 5, relacionado al producto terminado defectuoso, y los demás despilfarros, como también el tipo de desperdicio que presenta menores pérdidas mensuales como es el número 3 asociado a pérdidas de insumos en pie de máquina.

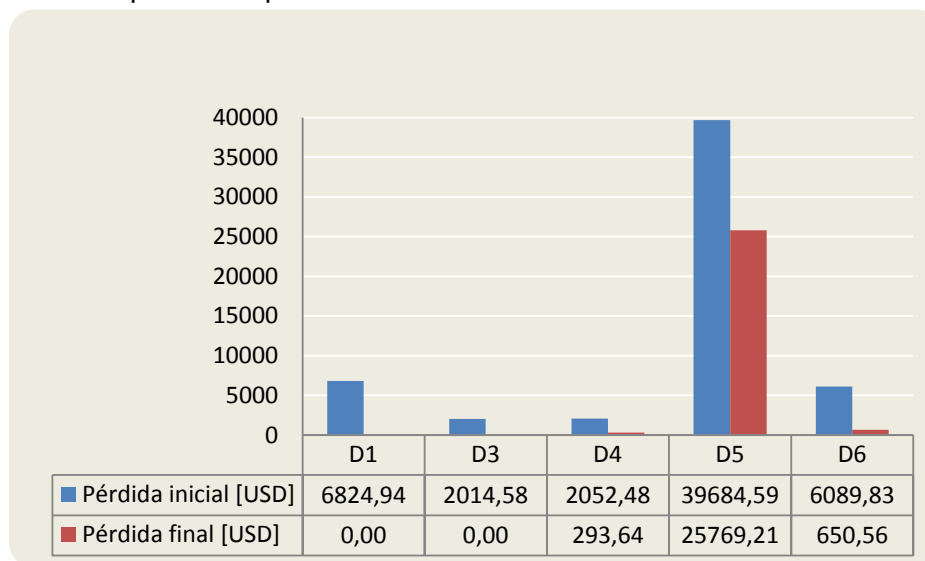


Ilustración 5.9. Gráfico disminución de desperdicios  
Fuente: Elaboración Propia

Considerando desde el punto de vista de cada insumo, todas estas propuestas lograrían reducir el desperdicio de este material en más de un 79%.

Los insumos Polietileno y NW Laminado lograrían reducirse en un 84% en promedio cada uno. El NW Central reduciría su desperdicio de material un 81%, el NW Oreja un 79% siendo el que presentaría menor eficiencia dada la propuesta a implementar. El NW Barrera con una disminución de 85% siendo el que mayor desempeño lograría.

La propuesta 4 asociada al desperdicio N°5, relacionado con el producto defectuoso, es la que menor beneficio genera dado que no se puede asegurar cuánto desperdicio se reduciría con el cambio de piezas en base a su vida útil, y se optó por cumplir con el 5,00% de recorte de producto permitido.

	Fallas por proveedor	Exceso inventario	Desmante	Producto defectuoso	Cola	Promedio
Insumos	D1	D3	D4	D5	D6	
Polietileno	100%	100%	94,18%	35,06%	91,74%	84%
NW Central	100%	100%	91,02%	35,06%	79,28%	81%
NW Oreja	100%	100%	78,60%	35,06%	82,60%	79%
NW Barrera	100%	100%	92,61%	35,06%	95,72%	85%
NW Laminado	100%	100%	92,23%	35,06%	92,95%	84%

Tabla 5.32. Reducción de pérdida por insumo

Fuente: Elaboración Propia

En relación al Recorte de Insumo, se calculó en la situación actual y luego de implementadas las propuestas de los cinco insumos. En la situación actual sólo 2 insumos lograron un recorte menor del 2,00% del recorte permitido, pero con la implementación de las nuevas propuestas se lograría un recorte de menos del 2,00% de recorte de insumo para cada material, cumpliendo con el recorte estándar de insumo propuesto por Holding.

Insumos	Recorte de Insumo Situación Actual	Recorte de Insumo Propuestas
<b>NW Laminado</b>	1,96%	0,07%
<b>NW Central</b>	3,62%	0,21%
<b>NW Barrera</b>	1,93%	0,08%
<b>NW Oreja</b>	4,13%	0,33%
<b>Polietileno</b>	4,09%	0,25%
<b>Promedio</b>	<b>3,15%</b>	<b>0,19%</b>

Tabla 5.33. Recorte de insumo en porcentaje Situación Actual vs Propuestas

Fuente: Elaboración Propia

En relación al Recorte de Insumo en dólares, en la situación actual se obtiene un costo de desperdicio de US\$16,981.83, y un costo de pérdida de las propuestas implementadas total de US\$944.20, lo que significa que se redujo en US\$16,981.83, un 94,44%.

Incluso se obtiene una pérdida menor de la propuesta por Holding, como se observa en la Tabla 5.34. Recorte Insumo actual vs Propuesto.

	Pérdida mensual por proveedor (1)	Pérdida mensual de insumos en pie máquina (3)	Pérdida mensual desmante (4)	Pérdida mensual cola (6)	Suma Pérdidas	Pérdida permitida del 2%
<b>Total Situación Actual [USD]</b>	6,824.94	2,014.58	2,052.48	6,089.83	<b>16,981.83</b>	<b>8,516.5</b>
<b>Total Propuestas [USD]</b>	0	0	293.64	650.56	<b>944.20</b>	
<b>Reducción %</b>	100%	100%	85,69%	89,32%	<b>94,44%</b>	

Tabla 5.34. Recorte Insumo actual vs Propuesto

Fuente: Elaboración Propia

## Capítulo VI

### 6. Plan de Implementación de Propuestas

En este capítulo se dará a conocer el plan de implementación para llevar a cabo las diferentes propuestas que se han decidido presentar para lograr reducir el desperdicio de materiales en la línea de producción de pañales número 1 de planta Sanitarios Industria Pañalera Nacional.

En la tabla siguiente se observan las propuestas a implementar, y a qué tipo de desperdicio se enfoca.

PROPUESTAS	TIPO DESPERDICIO
Propuesta n°1	Desperdicio n°1
Propuesta n°2	Desperdicio n°3
Propuesta n°3	Desperdicio n°4
Propuesta n°4	Desperdicio n°5
Propuesta n°6	Desperdicio n°6
Propuesta n°7	

Tabla 6.1. Propuesta con tipo de desperdicio asociado  
Fuente: Elaboración Propia

La implementación de las propuestas asegura reducir los desperdicios de la pañalera 1 y del tipo de pañal Bebé 2 grande, pero existen algunas propuestas que una vez que son ejecutadas reducirán desperdicios de otras pañaleras o de otro tipo de producto de la misma pañalera número 1. Que sea sólo en la pañalera 1 quiere decir que la propuesta es aplicable sólo a esta línea de producción, que sea en cualquier línea de producción significa que la implementación de esta propuesta reducirá también los desperdicios de otras líneas de la planta Sanitarios 1, sólo al tipo de pañal Bebé 2 grande, que la propuesta será orientada a los insumos que integran este pañal en específico, y que sea para cualquier tipo de producto significa que logra disminuir despilfarros de insumos de la fabricación de otros productos además del tipo Bebé 2.

Como bien se observa en la Tabla 6.2.Producto(s) y Línea(s) que aplica cada propuesta, las propuestas 2 (matriz de consumo), 6 y 7 dado lo específico de los planteado es que sólo lograría reducir los desperdicios del tipo de pañal Bebé 2 grande y en la pañalera 1, la propuesta 3 disminuye las pérdidas de cualquier línea de producción, pero sólo del tipo de pañal en estudio, las propuestas 1, 2 (*checklist*, requisición *online*) y 4 lograrían reducir los desperdicios de cualquier línea de producción además de cualquier tipo de producto.

	Sólo pañalera 1	Cualquier línea de producción
Sólo tipo pañal: Bebé 2 grande	P2 ( <i>matriz de consumo</i> ), P6 P7	P3
Cualquier tipo producto		P1 P2 ( <i>checklist</i> , <i>requisición online</i> ) P4

Tabla 6.2.Producto(s) y Línea(s) que aplica cada propuesta  
Fuente: Elaboración Propia

## 6.1. Propuesta N°1

En esta propuesta los participantes involucrados son:

- Nuevo Abastecedor de bodega
- Operadores de control calidad
- Jefe de bodega
- Jefe de operaciones de sanitarios
- Proveedores de los diferentes insumos

Para esta propuesta será de vital importancia el compromiso de jefe de bodega, jefe departamento calidad, quienes deben primeramente concientizarse de la pérdida asociada a los insumos que vienen con fallas por parte de proveedor, y que son cargados a la línea de producción.

Para implementar esta propuesta será necesario contratar un nuevo trabajador que cumpla con los requisitos que deba tener un abastecedor de bodega según lo postulado por la compañía, con el objetivo de que se dedique a la recepción de los insumos, y abastecer los diferentes departamentos cuando sea necesario. Además instalar una romana para pesar estas tarimas de materiales.

A este nuevo trabajador, se deberá capacitar por jefe de bodega, para que entienda la manera de operar en la planta, por lo que se le dará a entender el propósito de este nuevo proceso a implantar, y el rol que cumplirá, que será de asegurar la calidad de los insumos, además de la cantidad que se dice que se entrega.

En relación con la instalación de la romana, a continuación se logra apreciar el *layout* de bodega, el cual presenta un patio de descarga para el ingreso de los insumos, los cuales en el proceso sin implementar este control pasaban directo al *rack* que correspondía. En este caso propuesto las tarimas deberán pasar por inspección, y antes de ingresarlos al rack los revise un operador de bodega, y los pese en la romana que se plantea instalarla en bodega, como se observa en la Ilustración 6.1. *Layout* de bodega.

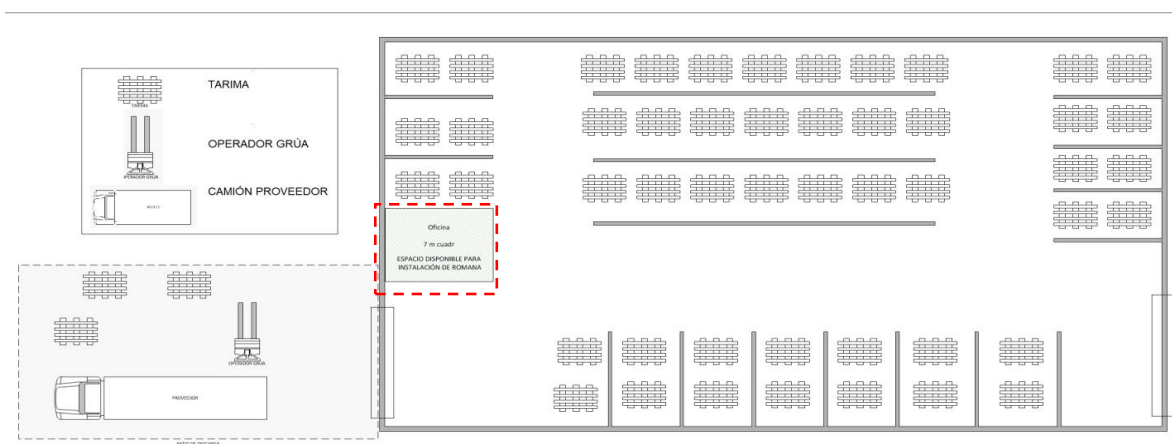


Ilustración 6.1. *Layout de bodega*

Fuente: Elaboración Propia

Se deberá explicar al encargado de departamento de calidad, cuál será su objetivo y el proceso a seguir en caso que existiera un rollo de material “rechazado”. Para la medición de los insumos rechazados existen algunos los cuales son entregados por proveedor que su unidad de medida puede ser en kilogramos o bien en metros cuadrados. Si el insumo se mide en kilogramos, habría que pesar la tarima en una romana, de la cual se deberá restar el peso de la tarima y de los conos que presente el insumo, como se aprecia en la ecuación siguiente.

$$\text{Peso tarima}(kg) = \text{Peso Total}(kg) - \text{Peso promedio tarima}(kg) - \text{Peso promedio tubo}(kg)$$

Ecuación 6.1. *Peso tarima*

Los recursos a utilizar en esta propuesta será:

- La romana
- Grúa horquilla
- Hora-hombre para capacitación
- Hora-hombre de los participantes

### Carta Gantt

Por una parte lo relacionado con bodega demoraría 5 semanas puesto que contratar un nuevo personal tomaría 3 semanas, para luego capacitarlo y una semana en marcha blanca.

Por otro lado, planta sanitarios sólo demoraría dos semanas, una de capacitación y la siguiente para comenzar la marcha blanca.

Por lo que los desperdicios N°1, asociados a defectos que presentan los materiales producto de fallas por parte de proveedor, sólo se logrará ver mejoras en la sexta semana, luego de comenzar a implementar la propuesta.

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
-----------	----------	----------	----------	----------	----------

Contratar un nuevo abastecedor de bodega	X	X	X		
Capacitación a nuevo personal				X	
Marcha blanca de recepción de insumos en bodega					X
Capacitar a operadores de calidad	X				
Marcha blanca para devolución de insumos con fallas desde sanitarios		X			

Tabla 6.3. Carta Gantt propuesta N°1  
Fuente: Elaboración Propia

## 6.2. Propuesta N°2

De esta propuesta será de vital importancia el compromiso de los actores involucrados:

- Abastecedores de bodega
- Abastecedor de sanitarios
- Jefe de bodega
- Jefe operaciones
- Operadores de línea
- Planificador SAP

Esta propuesta debe ser presentada a jefe de operaciones y jefe de bodega, quienes expondrán la manera de operar a los abastecedores, en donde se ahorrará el proceso físico de buscar la requisición. Dado que el abastecedor de bodega no trabaja todo el día en el computador, el abastecedor de sanitarios a través de un *walkie talkie* dará aviso cuándo ha enviado la requisición por correo para que éste pueda revisarla y preparar el pedido.

Para la implementación de esta solución se realizará una marcha blanca de una semana con el fin de modificar detalles, y de acostumbrarse al proceso implantado.

Checklist. Además es que se debe nombrar un responsable de este proceso quien deberá verificar que los tiempos propuestos sean cumplidos, esta persona será el Planificador de SAP, quien trabaja en planta sanitarios 1, y además está ubicado en la cercanía del abastecedor de bodega.

Darle a conocer a los abastecedores los beneficios que traerán para ellos mismos el cumplimiento de los tiempos permitidos del *checklist*, como son:

- Asegurar con insumos a las líneas de producción de la planta de sanitarios.
- Evitar pérdidas de material por pedir mayor cantidad.

El planificador de SAP, seguirá a grandes rasgos las labores realizadas por el abastecedor de sanitarios, y asegurará que los pedidos sean recibidos a tiempos en base al *checklist*, y además tendrá como base la hora, la cual envió el correo con el pedido.

En caso que el abastecedor de bodega presente un retraso en el máximo permitido de entrega de los pedidos, se dará aviso a jefe de bodega, con el fin de mejorar los procesos de bodega.

Se colocará en marcha un plan piloto para acostumbrar a los abastecedores, y aclarar detalles. Con el paso del tiempo se intentará que el proceso funcione sin tener que recurrir a una persona que esté pendiente que los tiempos del proceso se cumplan todo el día, sino que podría llegar a ser una vez a la semana.

En esta propuesta se deberá explicar a los abastecedores, junto con su objetivo cómo funciona la matriz de consumo. En la cual ambas partes, el abastecedor de bodega como el de planta sanitarios tienen un rol fundamental. Pues sanitarios pide lo necesario para un turno de cierto tipo de pañal en base a la matriz, y el abastecedor de bodega deberá confirmar que la cantidad pedida corresponde a lo que se debiera pedir también basándose en la matriz, con el fin de que no se entregue mayor cantidad de insumos de lo que corresponde, y éstos queden utilizando mayor espacio en la planta y finalmente se pierdan.

Para implementar esta propuesta se hará una marcha blanca, con el fin de aclarar detalles de esta matriz, la cual propone de dos semanas para luego comenzar a ser utilizada.

Los recursos a utilizar para esta propuesta serán:

- *Walkie Talkie*
- Computador, *software*, *internet*
- Conocimientos básicos de computación y Excel
- Hora-hombres de los actores involucrados

### Carta Gantt

Para llevar a cabo esta propuesta es necesario realizar una capacitación a abastecedores de bodega y planta sanitarios, con el fin de enseñarles cómo se llevará a cabo.

<b>Actividad</b>	<b>Semana 1</b>	<b>Semana 2</b>	<b>Semana 3</b>	<b>Semana 4</b>
Capacitación requisición online	X			
Marcha blanca correo <i>online</i>		X		
Capacitación <i>checklist</i>		X		
Marcha blanca <i>checklist</i>			X	
Capacitación matriz de consumo			X	
Marcha blanca matriz de consumo				X

Tabla 6.4. Carta Gantt propuesta N°2  
Fuente: Elaboración Propia

### 6.3. Propuesta N°3

Para esta propuesta será importante contar con el compromiso de los diferentes involucrados en estos procesos como son:

- Abastecedores de bodega
- Abastecedores de planta sanitarios
- Jefe de bodega
- Jefe operaciones
- Operadores de línea
- Ingeniero de producto

Se deberá organizar de forma adecuada la capacitación propuesta para que tenga éxito en los trabajadores y se logre el propósito de ésta. Esta capacitación será de carácter obligatorio para quienes estén en contacto permanente con los insumos, como son operadores de línea, abastecedores de bodega y abastecedores de sanitarios.

La capacitación propuesta incluiría:

- Concientización de este tipo de desperdicio
- Mejoras en proceso de Transporte de tarimas en grúa, Movimiento de tarimas dentro de la planta, Movimiento de insumos unitarios dentro de la planta
- Mejoras en el aprovechamiento de material
- Instruir en materia de trabajo de equipo, calidad y mejora continua.

Todos estos temas serían incluidos en una capacitación que se repetirá tres veces, una vez a la semana durante tres semanas en un horario escogido según la persona que dicte la charla, con el fin de distribuir bien los tiempos para que todos los operadores logren asistir. Dado los turnos es que realizarlo de esta manera se hace más cómodo para el trabajador, quien sólo deberá asistir a una capacitación.

Los tópicos a presentar serán dictados por un encargado de Ingeniería de Producto, de la planta, quien tiene experiencia de los insumos con lo que se trabaja en la planta. Además deberá tomar una prueba al final de la capacitación con el fin de acreditar que el empleado maneja los conocimientos básicos para operar con los materiales y evitar mayores pérdidas.

Estas capacitaciones serán efectuadas en una sala especial para capacitaciones, en la cual hoy en día se utiliza sólo para cursos de seguridad para los trabajadores. Por lo que se deberá conocer la disponibilidad que tiene esta sala para poder usarla.

Para dar a conocer de estas nuevas capacitaciones a realizar por los trabajadores, es que se nombrará un responsable de dar a conocer esta capacitación, quien será el encargado de procesos en la planta sanitarios, quien le explicará a los jefes de línea, jefe de operaciones y jefe de bodega, para que ellos transmitan esta información a sus trabajadores y además coordinen con ellos la disponibilidad de asistir a uno de los días que se realizarán las tres capacitaciones.

Para llevar a cabo el proceso en que el abastecedor de planta sanitarios deberá firmar el documento que asegura que recibió en estado óptimo las tarimas de materiales, es que se le explicará a los jefes de ambas partes, jefe de operaciones y jefe de bodega, quienes deberán darle a conocer el objetivo de este nuevo proceso a adoptar, los beneficios que traerá consigo y la manera de utilizarlo.

Los recursos a utilizar serán:

- Sala de capacitación
- Horas-hombre de los involucrados
- Impresora, papel, lápiz

### Carta Gantt

Se llevará a cabo la misma capacitación durante tres semanas, con el fin de que todos los trabajadores consigan asistir.

Además se realizará una breve capacitación a los abastecedores de bodega y sanitarios, para utilizar un nuevo documento a ser firmado por este último con el fin de confirmar que los insumos recibidos estarán en óptimo estado para ser utilizados en la línea de producción.

El total de las actividades a realizar para esta propuesta tendrán un periodo de 4 semanas, en donde se comenzarán a observar los resultados de su mejora en la semana cinco.

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Se planifican las capacitaciones y trabajadores	X			
Capacitaciones		X	X	X
Breve capacitación a abastecedores sobre documento a firmar	X			
Marcha blanca con documento a firmar		X		

Tabla 6.5. Carta Gantt propuesta N°3  
Fuente: Elaboración Propia

### 6.4. Propuesta N°4

Para llevar a cabo esta propuesta se deberá contar con el compromiso de:

- Jefe de mantención de la planta
- Eléctricos de mantención

Para esta propuesta se deberá inculcar una cultura de preventiva, para evitar reparar. Lo que dará mayor trabajo a los eléctricos pues las piezas serán reemplazadas al momento de cumplir su vida útil, y no al momento de presentar fallas.

Para llevar a cabo la propuesta n°4, es fundamental darles una charla de la importancia de prevenir las fallas, por lo que luego se planificará un calendario en base a la vida útil que propone proveedor, para hacer los cambios de piezas necesarios cuando corresponde.

### Carta Gantt

Se realizará una capacitación breve a los eléctricos de Mantenimiento Preventiva Total, que será en una semana, para la semana siguiente comenzar a planificar el cambio de piezas que ya hayan pasado su vida útil.

Actividad	Semana 1	Semana 2
Capacitación breve	X	
Planificar el cambio de piezas a las que corresponda		X

Tabla 6.6. Carta Gantt propuesta N°4  
Fuente: Elaboración Propia

## 6.5. Propuesta N°6

Los actores involucrados que deberán comprometerse con el proceso serán:

- Eléctricos de mantenimiento
- Jefe de mantenimiento
- Operadores de línea

Para la implementación de la propuesta n°6, los eléctricos de mantenimiento deberán instalar dos sensores de fibra óptica, uno para el NW Central y otro para el insumo NW Oreja, además de un sensor láser para el NW Barrera.

Para esta instalación los eléctricos deberán ubicar el sensor de fibra óptica a una distancia que corresponda al diámetro de empalme calculado, y en el caso del sensor láser tendrá que ser calibrado al valor correcto de empalme. Además de estar constantemente asegurándose que esté bien ubicado además de si está dando los resultados esperados.

Los recursos a utilizar:

- (02) Sensor de fibra óptica
- (01) Sensor láser
- Herramientas de la máquina
- Horas-hombre de los involucrados

### Carta Gantt

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Preparar y capacitar a eléctricos	X					
Instalación de sensores		X	X	X	X	
Marcha Blanca						X

Tabla 6.7. Carta Gantt propuesta N°6  
Fuente: Elaboración Propia

## 6.6. Propuesta N°7

Actores involucrados, que deberán comprometerse con la propuesta:

- Eléctricos de mantención
- Jefe de mantención
- Operadores de línea

Para implementar la propuesta n°7, se deberá explicar a los eléctricos cómo debiese funcionar el enlace cerrado, que funcione a base de una retroalimentación al sistema, los objetivos y resultados esperados. Para esta propuesta los eléctricos debieran generar un nuevo sistema para programar, y logre generar una retroalimentación.

Los recursos a utilizar para implementar esta propuesta son:

- Computadores
- Conocimientos computacionales avanzados de programación
- Horas-hombre de los involucrados

### Carta Gantt

Se deberá preparar a los eléctricos para configurar un sistema computacional que demore mayor tiempo, por lo que darles a conocer el por qué de este cambio sería de una semana.

Dado que llevar a cabo un programa computacional es complejo, este demorará dos meses, para que luego funcione en una marcha blanca durante una semana.

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
Preparar y capacitar a eléctricos	X									
Llevar a cabo programa computacional		X	X	X	X	X	X	X	X	
Marcha Blanca										X

Tabla 6.8. Carta Gantt propuesta N°7  
Fuente: Elaboración Propia

Básicamente el problema de la pérdida de material asociado a la cola se produce por los diferentes diámetros iniciales que presenta cada rollo dentro de un mismo insumo, por lo que la una de las opciones era exigir a proveedores diámetros iniciales más uniformes, bueno con estas dos propuestas a implementar no será necesario, ya que ambos sistemas no influye que los diámetros iniciales sean diferentes, especialmente para la propuesta n°6, en que sólo se enfoca en el diámetro de empalme que queda.

## 6.7. Carta Gantt para propuestas

A continuación se mencionará el orden que se debe llevar para implementar las diferentes propuestas.

La primera propuesta que se pretende llevar cabo será la número 1, ya que esto involucra problemas relacionados con proveedor. Al solucionar este problema se espera que los insumos mejoren su calidad, lo que genera que todo el proceso en adelante mejore, lo que traería mejores beneficios, además se contrataría un nuevo personal, el cual traería mejoras en todos los procesos.

A la vez se puede llevar a cabo la propuesta n°3, la cual constará de llevar a cabo capacitaciones a los operadores de la línea, y abastecedores.

En paralelo se realizará la propuesta número 6, ya que no tiene involucrados los mismos actores, y a diferencia de la propuesta número 7 genera una mayor disminución en las pérdidas.

Luego de llevar a cabo las propuestas 1 y 3, se implementará la propuesta N°2, esto debido a que en esta propuesta actúan una los mismos actores, y se verían muy sobrecargados si estuviesen recibiendo capacitaciones enfocadas a diferentes desperdicios.

Después de implementar la propuesta N°6, se lleva a cabo la propuesta n°7, para que al final se implemente la propuesta n°4, ya que en estas tres propuestas se ven involucrados los eléctricos de mantención de la planta sanitarios.

Implementar las 6 propuestas demoraría un tiempo de 18 semanas, pero que a partir de la semana 5, se lograría una disminución de desperdicios de la primea propuesta a implementar la número 3. En la Tabla 6.9. Carta Gantt general de propuestas a implementar se observa la planificación de cómo sería la implementación de las nuevas propuestas en la compañía.

## Carta Gantt general de propuestas

Propuesta	Actores involucrados	Semanas																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Nº3	Abastecedor bodega, sanitarios, Operador línea	X	X	X	X														
Nº1	Abastecedor bodega, Operador calidad	X	X	X	X	X													
Nº6	Eléctricos	X	X	X	X	X	X												
Nº2	Abastecedor bodega, sanitarios						X	X	X										
Nº7	Eléctricos						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Nº4	Eléctricos																	X	X

Tabla 6.9. Carta Gantt general de propuestas a implementar

Fuente: Elaboración Propia

Luego de implementadas estas propuestas será de vital importancia seguir analizando el proceso de fabricación de pañales de bebé en la planta sanitarios. Esto a través del ciclo de Deming, o PDCA, para lograr una mejora continua al proceso, a través de eliminar los desperdicios, colaboración y compromiso de todas las partes involucradas, conciencia de calidad, entre otros beneficios.

Para lograr poner a prueba este ciclo, se deberá:

1. Planificar: este paso ya fue realizado en esta memoria, expuesto en detalle para ser implementado.
2. Hacer: llevar a cabo la implantación de las propuestas por parte de la compañía, realizando capacitaciones, modificaciones de procesos según sea necesario.
3. Chequear: se deberán volver a medir las pérdidas de insumo asociados a cada actividad, y comprobar que hayan disminuidos.
4. Actuar: en caso que los resultados no hayan sido los esperados, se deberá volver a planificar llevando a cabo las acciones correctivas necesarias.

Así ir realizando este ciclo constantemente con el fin hacer los procesos más eficientes.

## 6.8. Sistemas de Medición

Para verificar si las pérdidas de material están siendo reducidas, es fundamental instaurar sistemas de medición. Es por esto que para cada tipo de desperdicio analizado se plantea un sistema de medición, los cuales deberán ser medidos en base a muestras aleatorias, ya que medir sólo un turno, podría ver alterado el resultado final.

### 6.8.1. Desperdicio N° 1

El departamento de Calidad deberá calcular la cantidad de material perdido, ya sea en metros cuadrados o kilogramos, según corresponda el insumo. Para el polietileno es necesario en kilogramos, se debe pesar y descontar el tubo. Para los Non Wovens en metros cuadrados, se pesa, se descuenta el tubo del material, el resultado del valor en kilogramos se multiplica por 1000 para obtenerlo en gramos, para luego ser dividido por el gramaje (gramos/metros cuadrados) de cada insumo, obteniéndose los metros cuadrados de la pérdida, como bien muestra la ecuación siguiente.

$$Pérdida (m^2) = \frac{Pérdida (kg) * 1000}{Gramaje \left(\frac{gr}{m^2}\right)}$$

Ecuación 6.2.Cálculo de pérdida para ser devuelta

Se deberá revisar si realmente esos valores son restados del total de insumos que entraron a la línea, en caso que no sean restados, eso generaría una pérdida para la línea de producción. El proceso anterior deberá comprender de ambas partes, departamento de control calidad, y bodega.

### 6.8.2. Desperdicio N° 3

Para medir la pérdida de insumos generado por exceso inventario en el pie de máquina, se deberá trabajar en conjunto con el abastecedor de planta y operadores de línea. El operador de línea cuenta los insumos utilizados y cargados en la máquina, esos datos son entregados al final de turno al abastecedor de planta quien revisa el material en pie de máquina y verifica si los datos coinciden con la información almacenada en SAP. La diferencia de material obtenida corresponde a los rollos de material perdidos en el pie de máquina y generan pérdidas para la línea de producción.

### 6.8.3. Desperdicio N°4

Para los insumos que presenten daños físicos en el exterior se deberá dar a conocer por parte de los operarios de línea, quienes deberán quitar mayor cantidad de material del rollo para colocarlo en la máquina generada por suciedades, o por deterioro del material al pasarlo a llevar con algo.

Para este caso se deberá juntar el desmante total por insumo y pesarlo, ya que aquel material retirado es botado a la basura, sin volver a utilizarse, ni reciclarse.

Al pesar el Polietileno se debe mantener en kilogramos, y para los insumos Non Wovens en que su unidad de medida es el metro cuadrado se deberá multiplicar su peso por 1000 y dividir por el gramaje (gramos por metro cuadrado) de cada insumo, y así obtener los metros cuadrados de material que se eliminan como desmante.

#### 6.8.4. Desperdicio N°5

Actualmente la medición de producto terminado que presenta defectos, o que tan solo elimina la línea de producción, es medido en la planta, y es realizado por los operadores de la zona 4.

Se pueden obtener de dos maneras las pérdidas de producto terminado. La menos exacta, donde el producto terminado con defectos se acumula en bolsas de plásticos, que luego son pesadas, se dividen por el peso teórico de un pañal, obteniendo así el total de pañales. Y la otra forma es retirarlo de los datos que posee el *panel view*, el cual cuenta los pañales malos de cada turno. Lamentablemente los datos obtenidos del panel no son utilizados siendo que entrega datos muy específicos, y muy útiles, como es la causa por la cual fueron eliminados los pañales defectuosos.

Para obtener el total de producto terminado defectuoso, se propone que los valores a utilizar sean los de *panel view*.

#### 6.8.5. Desperdicio N°6

La manera de medir la cantidad de material que queda en la bobina, conocido como cola, se debe realizar de la siguiente manera.

- 1° Juntar todos los restos de material en las bobinas
- 2° Pesar los rollos de los materiales
- 3° Del peso total restarle el peso teórico del tubo, obteniendo la cantidad de material perdido

Dependiendo del tipo de material es que se trabaja en kilogramos o en metros cuadrados, el Polietileno es en kilogramos, pero los *Non Wovens* en metros cuadrados, por lo que se debe incluir un paso más.

- 4° Cada pérdida de material en kilogramos se multiplica por 1000, y se divide por el gramaje (gramos por metros cuadrados) de cada insumo, obteniéndose los metros cuadrados de pérdida.

Y así se obtiene la pérdida de cola de material en la línea de producción.

## CAPÍTULO VII

### 7. Conclusión

El foco central de la metodología *Lean* es eliminar todo aquello que no genera valor a la compañía, a través de la detección de lo que lo provoca, y atacar las causas de raíz. Lo es para la Industria Pañalera Nacional, una de los negocios de Industria Papelera Nacional, quienes trabajan con una gran variedad de materiales para llevar a cabo sus productos, y presenta desperdicios en sus procesos de fabricación.

Para lograr reducir las pérdidas de material, es fundamental aplicar soluciones que ayuden a reducirla, por lo que se plantearon siete propuestas, de las cuales luego de un análisis se decidió proponer para su implementación sólo seis de ellas a la empresa.

Se definieron las propuestas, se calculó el costo de implementarla junto con el beneficio que conlleva realizarla, además de la factibilidad que tiene, y finalmente se plantea un plan de implementación para llevar a cabo por la empresa. Se distinguieron desperdicios evitables, en los cuales los costos de desperdicio fueron más altos que la inversión.

La implementación por parte de la empresa de todas las propuestas diseñadas en esta memoria lograría disminuir las pérdidas mensuales de US\$56,666.42 a US\$26,713.41, incluyendo los costos mensuales de mantener algunas propuestas de US\$1,128.09, lo que se traduce en una reducción en un 50,87% en los costos de las pérdidas de material para la línea de producción de bebé n°1. Lo que fundamenta la importancia en llevarlas a cabo para lograr reducir las pérdidas de planta sanitarios.

Siendo la propuesta N°2, asociada al Desperdicio N°3, relacionado al exceso de inventario de insumos en el pie de máquina, la que lograría mayores reducciones en la pérdida de material debido a bajos valores de implementación y costos mensuales de mantener la propuesta, además de que con esta propuesta se propone reducir en un 100% este desperdicio de material.

La propuesta menos eficiente, y que menor porcentaje de pérdidas reduciría luego de su implementación corresponde a la propuesta 4, asociada al desperdicio 5, relacionado con el producto terminado con defectos, ya que no se puede asegurar cuánto es la cantidad que se reducirá, por lo que se confirma que lograría reducir del 7,7% de recorte al 5,00% de recorte de producto permitido. Aunque los beneficios podrían ser mayores, no se puede asegurar.

El recorte de insumos, asociado a las propuestas 1, 2, 3, 6 y 7 relacionado con los desperdicios 1, 3, 4, y 6, fue reducido en US\$16,037.63, una disminución del 94,44%, siendo el nuevo recorte de insumo de 0,19%. Aunque se encuentra bajo el 2,00% del recorte de insumo estándar, se plantea que holding analice y proponga un nuevo recorte de insumos por planta y por pañalera, dada las diferentes características que podrían tener.

El recorte de producto, asociado a la propuesta 4 relacionado con el desperdicio N°5, fue reducido en US\$13,915.38, una disminución del 35,06%, correspondiente al 5,00% de recorte de producto estándar permitido.

Una vez implementadas las propuestas será de fundamental importancia que se nombre un equipo o persona enfocada en la detección, prevención y eliminación de los desperdicios, para así asegurar que los desperdicios seguirán disminuyendo, e incluir sistemas de sugerencias por parte de operarios y abastecedores.

Es importante mencionar y tener en cuenta que replicar estas prácticas en el resto de las líneas de producción reduciría los desperdicios de la planta sanitarios, además de implementar estas propuestas en las otras plantas de la empresa como son Sanitarios 2, Conversión rollos y Fabricación.

En relación con el desperdicio de material existente, se presenta la posibilidad de reciclaje, pero de la cual según menciona el gerente de planta es poco viable. Por una parte se planteó que los proveedores se llevarán los insumos que sobran, para ser reutilizados, pero generaría mayores costos al proveedor por tener que ir a buscar los desechos a planta, y luego desenrollar el material de la bobina.

Hoy en día, una parte del producto terminado que presenta defectos es quemado, y otra triturado, con el fin de evitar que sea vendido como segunda selección, lo que genera costos para la empresa. Según comenta el gerente de operaciones el material del pañal triturado es utilizado para el relleno de almohadas, por ello es que se podría plantear a una empresa dedicada a almohadones, si estaría dispuesto a recibir estos insumos, así evitar una contaminación al medio ambiente, por botarlo a la basura.

Para seguir haciendo más eficiente el proceso se deberá llevar a cabo la metodología *Lean*, de reducir los desperdicios, a través del ciclo de Deming, el cual consta de planear, hacer, chequear, y actuar. Los beneficios que traerá este ciclo es que permitirá a la empresa una mejora integral de la competitividad, además de una mejora en la calidad de sus productos, reduciendo costos y optimizando la productividad, asimismo incrementa la participación de mercado junto con la rentabilidad de la empresa.

## Bibliografía

- Angarita, L. B. (s.f.). *Universidad Nacional de Colombia* . Recuperado el 29 de Diciembre de 2014, de <http://www.virtual.unal.edu.co>
- APICS. (s.f.). *Diccionario APICS*. Recuperado el 27 de Octubre de 2014, de <http://www.apics.org/>
- BANNER. (s.f.). <http://www.bannerengineering.com/>. Recuperado el 19 de Noviembre de 2014, de <http://www.bannerengineering.com>
- Bustos, M. (s.f.). *La villa bebé*. Recuperado el 29 de Octubre de 2014, de <http://lavillabebe.com/2014/07/25/5-estrellas-para-pampers-premium-care/>
- CMPC Tissue. (s.f.). *Productos CMPC Tissue*. Recuperado el 04 de Octubre de 2014, de [www.cmpctissue.cl](http://www.cmpctissue.cl)
- EMOL. (s.f.). *EMOL Economía*. Recuperado el 04 de mayo de 2015, de [www.emol.com/economia](http://www.emol.com/economia)
- Empresas CMPC . (s.f.). *Reporte de Desarrollo Sostenible 2013*. Recuperado el 01 de Octubre de 2014, de <http://www.empresascmpc.cl/wp-content/uploads/2014/08/Reporte-desarrollo-sostenible-cmpc-2013.pdf>
- Galgano, A. (1995). *Los siete instrumentos de la Calidad Total*.
- Gestión de la Calidad y BPA*. (s.f.). Recuperado el 01 de Abril de 2015
- Kimberly Clark. (s.f.). *Club Huggies*. Recuperado el 27 de Octubre de 2014, de <http://www.clubhuggies.cl/productos/123.html>
- Lefcovich, M. L. (02 de Julio de 2013). *GestioPolis*. Recuperado el 01 de Abril de 2015, de [www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com)
- Lefcovich, M. L. (2004). *Kaizen- Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios*.
- Lefcovich, M. (s.f.). *Monografías*. Recuperado el 08 de Diciembre de 2014, de <http://www.monografias.com/trabajos15/kaizen-desperdicios/kaizen-desperdicios2.shtml>
- Lightinthebox.com. (s.f.). Recuperado el 05 de mayo de 2015, de [www.lightinthebox.com](http://www.lightinthebox.com)
- Manufactus. (s.f.). *Kanban System*. Recuperado el 9 de Diciembre de 2014, de <http://www.kanban-system.com>
- McKinsey & Company. *Capacitación. Gestión de desempeño & Resolución de problemas*.
- P. Lledó, G. R. (2006). *Administración Lean de Proyectos: Eficiencia en la gestión de múltiples proyectos*. Pearson.

Pampers. (s.f.). *Mamá Revisa Pampers Avisá*. Recuperado el 22 de Octubre de 2014, de <http://mamarevisapampersavisa.blogspot.com/>

PDCA Home. (s.f.). *PDCA*. Recuperado el 14 de Enero de 2015, de <http://www.pdcahome.com/>

Prado, D. (2010). *Usando o ARENA em simulacao*. Belo Horizonte: Falconi.

Procter & Gamble. (s.f.). *Mamá revisa, Pampers avisá*. Recuperado el 27 de Octubre de 2014, de [http://mamarevisapampersavisa.blogspot.com/2009\\_11\\_01\\_archive.html](http://mamarevisapampersavisa.blogspot.com/2009_11_01_archive.html)

Rebolledo, V. (s.f.). *Diagrama de Pareto- Ishikawa*. Recuperado el 06 de Julio de 2014, de <http://es.slideshare.net/rebvilma/diagrama-de-pareto-ishikawa>

Rockwell Software. (2014). *Getting Started with Arena*.

# ANEXOS

## ANEXO 1: Requisición de materiales de Sanitarios

REQUISICION A BODEGA DE MATERIALES Y MATERIAS PRIMAS (MULTIPLE)										FOLIO DE BODEGA	
SECCION: <i>Sanitarios P-4</i>				Fecha Emisión: <i>25 09 2014</i>		RETIRADO POR:					
USO: <i>TREM GR x 20/120</i>				C/C: <i>44</i>		DES-PACHADO POR:					
PEDIDO POR: <i>R. Avila</i>				AUTORIZADO POR: <i>Quicy</i>		Fecha Entrega: <i>25 09 2014</i>		N° <i>496858</i>			
IT	CODIGO EXISTENCIA		DESCRIPCION	Cantidad Entregada	Unid.	Sub - Cta.	Fabricación Sub - Sub - Cuenta	Analítico	Cantidad Pedida	Unid.	
	Grupo	Sub - Gr.									Número
01	112	1266	<i>Celulosa Golden</i>	<i>200</i>					<i>14 Rollen</i>		
02	146	1408	<i>Sap Clinal</i>						<i>17 unida</i>		
03	133	3796	<i>Poly 220 x 16</i>						<i>17 unida</i>		
04	161	2074	<i>NW Central 225 x 15</i>						<i>27 unida</i>		
05	161	2482	<i>NW 1310 110</i>						<i>17 unida</i>		
06	160	1197	<i>Frontal tape 147</i>						<i>17 unida</i>		
07	160	1051	<i>cinta 3M 129</i>						<i>17 unida</i>		
08	161	5362	<i>cinta 3M del.</i>						<i>17 unida</i>		
09	147	0504	<i>Adh 119564</i>						<i>17 unida</i>		
10	133	1501	<i>Film Statde máquina</i>						<i>17 unida</i>		
11	107	0501-242	<i>Podelar tissue</i>						<i>17 unida</i>		
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
				<b>TOTAL</b>		USUARIO (CONTROL DE ENTREGA)					

## ANEXO 2: Mediciones de insumo con fallas por proveedor ingresados a máquina, pañalera 1.

14-01-2015

15-01-2015

16-01-2015

17-01-2015

20-01-2015

### NW Laminado

Día	Pérdida [m2]
15-01-2015	1129,65
16-01-2015	798,82
20-01-2015	1380,21
<b>PROMEDIO</b>	<b>1102,89</b>

<b>Pérdida por rollo</b>	1102,89	m2
	50,13%	
	0,6	

### NW CENTRAL

Día	Pérdida [m2]
14-01-2015	1027,44
14-01-2015	1023,23
17-01-2015	998,77
20-01-2015	1115,40
<b>PROMEDIO</b>	<b>1041,21</b>

<b>Pérdida por rollo</b>	1041,21	m2
	63,39%	
	0,8	

### NW BARRERA

Día	Pérdida [m2]
15-01-2015	312,25
17-01-2015	524,50
<b>PROMEDIO</b>	<b>418,38</b>

<b>Pérdida por rollo</b>	418,38	m2
	44,75%	
	0,4	

**NW OREJA**

Día	Pérdida [m2]
15-01-2015	256,66
16-01-2015	198,56
20-01-2015	89,76
20-01-2015	213,88
<b>PROMEDIO</b>	<b>189,72</b>

<b>Pérdida por rollo</b>	189,72	m2
	68,74%	
	0,8	

**POLIETILENO**

Día	Pérdida [m2]
14-01-2015	1202,65
17-01-2015	751,23
20-01-2015	1408,75
20-01-2015	1272,21
<b>PROMEDIO</b>	<b>1158,71</b>

<b>Pérdida por rollo</b>	1158,71	m2
	64,28%	
	0,8	

### ANEXO 3: Mediciones recorte de material pañalera 1, pañal bebé 2.

3 turnos= 1 día

19-12-2014
22-12-2014
23-12-2014
28-12-2014
29-12-2014
30-12-2014
31-12-2014

Pañal Bebé 2

	Recorte insumo				
	Desmante[g]	Cola[g]	[g]	[m2]	%
1	106,68	568,65	675,33	42,21	2,34%
2	73,57	557,13	630,7	39,42	2,19%
3	97,57	540,45	638,02	39,88	2,21%
4	99,88	924,4	1024,28	64,02	3,55%
5	155,32	560,65	715,97	44,75	2,48%
6	83,84	529,76	613,6	38,35	2,13%
7	82,72	781,85	864,57	54,04	3,00%
8	56,16	568,77	624,93	39,06	2,17%
9	141,79	1007,65	1149,44	71,84	3,99%
10	92,79	567,23	660,02	41,25	2,29%
11	90,12	543,21	633,33	39,58	2,20%
12	77,65	570,66	648,31	40,52	2,25%
13	80,78	515,32	596,1	37,26	2,07%
14	75,88	524,54	600,42	37,53	2,08%
15	96,09	515,67	611,76	38,24	2,12%
16	90,54	565,91	656,45	41,03	2,28%
17	97,66	515,69	613,35	38,33	2,13%
18	97,70	600,19	697,89	43,62	2,42%
19	96,54	560,24	656,78	41,05	2,28%
20	96,87	571,12	667,99	41,75	2,32%
21	76,01	567,54	643,55	40,22	2,23%

Recorte de Insumo	45,66	m2
	2,53%	%

Rollos por turno            11    66

Cola	39,86
	2,21%

Desmante	5,80
	0,32%

22	91,10	555,97	647,07	40,44	2,24%
23	79,69	1835,67	1915,36	119,71	6,64%
24	89,54	534,73	624,27	39,02	2,16%
25	76,32	701,21	777,53	48,60	2,70%
26	99,87	568,45	668,32	41,77	2,32%
27	93,44	789,01	882,45	55,15	3,06%
28	86,80	532,98	619,78	38,74	2,15%
29	84,67	566,67	651,34	40,71	2,26%
30	100,76	752,12	852,88	53,31	2,96%
31	78,98	555,92	634,9	39,68	2,20%
32	78,09	572,54	650,63	40,66	2,26%
33	97,34	518,64	615,98	38,50	2,14%
34	94,76	519,86	614,62	38,41	2,13%
35	82,12	718,9	801,02	50,06	2,78%
36	80,98	553,47	634,45	39,65	2,20%
37	78,09	1000,89	1078,98	67,44	3,74%
38	99,73	554,69	654,42	40,90	2,27%
39	100,34	790,88	891,22	55,70	3,09%
40	115,79	552,65	668,44	41,78	2,32%
41	99,43	523,86	623,29	38,96	2,16%
42	95,67	830,17	925,84	57,87	3,21%
43	96,35	567,99	664,34	41,52	2,30%
44	93,09	530,84	623,926	39,00	2,16%
45	90,28	542,23	632,506	39,53	2,19%
46	97,47	820,45	917,92	57,37	3,18%
47	84,66	545,23	629,89	39,37	2,18%
48	91,85	800,48	892,33	55,77	3,09%
49	89,04	519,54	608,58	38,04	2,11%
50	76,23	568,71	644,94	40,31	2,24%
51	83,45	1000,88	1084,33	67,77	3,76%
52	70,61	560,65	631,26	39,45	2,19%
53	77,80	534,52	612,32	38,27	2,12%
54	74,99	578,9	653,89	40,87	2,27%
55	82,18	579,45	661,63	41,35	2,29%
56	59,37	566,8	626,17	39,14	2,17%
57	98,76	563,27	662,03	41,38	2,30%
58	100,02	543,73	643,75	40,23	2,23%
59	99,77	990,87	1090,64	68,17	3,78%
60	100,98	556,84	657,82	41,11	2,28%
61	105,08	562,85	667,93	41,75	2,32%

62	109,17	529,87	639,04	39,94	2,22%
63	113,26	549,67	662,93	41,43	2,30%
64	117,35	569,54	686,89	42,93	2,38%
65	121,44	565,94	687,38	42,96	2,38%
66	125,53	751,73	877,26	54,83	3,04%
	<b>92,85</b>	<b>637,68</b>	<b>730,53</b>	<b>45,66</b>	<b>0,03</b>

<b>NW Barrera</b>		<b>Recorte insumo</b>			
	<b>Desmante[g]</b>	<b>Cola[g]</b>	<b>[g]</b>	<b>[m2]</b>	<b>%</b>
1	73,57	80,23	153,8	11,83	1,27%
2	68,3	23,43	91,73	7,06	0,75%
3	30,11	80,54	110,65	8,51	0,91%
4	43,33	268,63	311,96	24,00	2,57%
5	35,91	72,46	108,37	8,34	0,89%
6	79,98	67,55	147,53	11,35	1,21%
7	30,03	462,96	492,99	37,92	4,06%
8	31,84	80,41	112,25	8,63	0,92%
9	56,99	77,94	134,93	10,38	1,11%
10	48,59	577,84	626,43	48,19	5,15%
11	49,64	79,43	129,07	9,93	1,06%
12	29,37	261,49	290,86	22,37	2,39%
13	28,32	81,73	110,05	8,47	0,91%
14	30,56	776,44	807	62,08	6,64%
15	31,02	81,06	112,08	8,62	0,92%
16	36,88	238,9	275,78	21,21	2,27%
17	34,6	54,9	89,5	6,88	0,74%
18	32,09	87,45	119,54	9,20	0,98%
19	35,99	71,06	107,05	8,23	0,88%
20	56,62	769,81	826,43	63,57	6,80%
21	35,78	25,54	61,32	4,72	0,50%
22	66,68	66,82	133,5	10,27	1,10%
23	36,49	80,46	116,95	9,00	0,96%
24	54,97	70,55	125,52	9,66	1,03%
25	36,76	45,95	82,71	6,36	0,68%
26	54,63	390,8	445,43	34,26	3,66%
27	36,51	154,55	191,06	14,70	1,57%
28	34,80	76,56	111,36	8,57	0,92%
29	58,12	67,66	125,78	9,68	1,03%

<b>Recorte de Insumo</b>	<b>16,28</b> m2
	<b>1,74%</b>

Rollos por turno 11 66

<b>Cola</b>	<b>12,80</b>
	<b>1,37%</b>

<b>Desmante</b>	<b>3,48</b>
	<b>0,37%</b>

30	41,33	378,51	419,84	32,30	3,45%
31	59,9	71,34	131,24	10,10	1,08%
32	47,67	226,54	274,21	21,09	2,26%
33	48,67	82,13	130,80	10,06	1,08%
34	37,32	82,88	120,20	9,25	0,99%
35	31,12	76,32	107,44	8,26	0,88%
36	37,43	73,76	111,19	8,55	0,91%
37	58,9	560,87	619,77	47,67	5,10%
38	46,76	79,54	126,30	9,72	1,04%
39	59,44	81,94	141,38	10,88	1,16%
40	39,18	193,54	232,72	17,90	1,91%
41	67,41	80,76	148,17	11,40	1,22%
42	26,78	370,77	397,55	30,58	3,27%
43	35,9	69,89	105,79	8,14	0,87%
44	34,07	398,01	432,08	33,24	3,55%
45	87,49	32,45	119,94	9,23	0,99%
46	40,18	92,21	132,39	10,18	1,09%
47	48,01	78,41	126,42	9,72	1,04%
48	39,65	164,98	204,63	15,74	1,68%
49	40,87	71,43	112,30	8,64	0,92%
50	63,92	87,54	151,46	11,65	1,25%
51	37,54	1290,76	1328,30	102,18	10,93%
52	38,76	76,55	115,31	8,87	0,95%
53	27,72	44,66	72,38	5,57	0,60%
54	66,08	78,76	144,84	11,14	1,19%
55	56,87	88,78	145,65	11,20	1,20%
56	33,98	79,45	113,43	8,73	0,93%
57	48,65	78,17	126,82	9,76	1,04%
58	27,31	88,89	116,20	8,94	0,96%
59	29,21	79,84	109,05	8,39	0,90%
60	58,76	79,74	138,50	10,65	1,14%
61	39,65	60,22	99,87	7,68	0,82%
62	40,27	55,28	95,55	7,35	0,79%
63	48,98	71,76	120,74	9,29	0,99%
64	41,49	28,33	69,82	5,37	0,57%
65	52,10	80,21	132,31	10,18	1,09%
66	65,72	74,86	140,58	10,81	1,16%
	<b>45,21</b>	<b>166,41</b>	<b>211,62</b>	<b>16,28</b>	<b>1,74%</b>

---

<b>NW Laminado</b>		<b>Recorte insumo</b>			
	<b>Desmante[g]</b>	<b>Cola[g]</b>	<b>[g]</b>	<b>[m2]</b>	<b>%</b>
1	250,46	676,43	926,89	54,52	2,48%
2	109,37	131,89	241,26	14,19	0,65%
3	177,18	124,54	301,72	17,75	0,81%
4	169,03	128,29	297,32	17,49	0,79%
5	157,53	128,43	285,96	16,82	0,76%
6	213,04	1277,37	1490,41	87,67	3,99%
7	168,27	979,89	1148,16	67,54	3,07%
8	125,83	133,87	259,70	15,28	0,69%
9	116,71	134,76	251,47	14,79	0,67%
10	96,39	189,18	285,57	16,80	0,76%
11	166,05	130,14	296,19	17,42	0,79%
12	151,04	129,51	280,55	16,50	0,75%
13	102,39	132,54	234,93	13,82	0,63%
14	128,58	779,21	907,79	53,40	2,43%
15	147,51	121,87	269,38	15,85	0,72%
16	210,96	131,23	342,19	20,13	0,91%
17	110,77	130,56	241,33	14,20	0,65%
18	122,09	129,89	251,98	14,82	0,67%
19	197,12	834,76	1031,88	60,70	2,76%
20	178,55	765,83	944,38	55,55	2,53%
21	121,89	272,66	394,55	23,21	1,05%
22	137,09	131,99	269,08	15,83	0,72%
23	200,22	129,99	330,21	19,42	0,88%
24	145,44	133,54	278,98	16,41	0,75%
25	157,87	132,45	290,32	17,08	0,78%
26	167,91	683,66	851,57	50,09	2,28%
27	125,09	134,76	259,85	15,29	0,69%
28	92,61	128,56	221,17	13,01	0,59%
29	108,18	289,09	397,27	23,37	1,06%
30	113,03	131,64	244,67	14,39	0,65%
31	172,45	293,44	465,89	27,41	1,25%
32	177,76	291,12	468,88	27,58	1,25%
33	164,76	295,65	460,41	27,08	1,23%
34	185,66	291,87	477,53	28,09	1,28%
35	99,09	266,65	365,74	21,51	0,98%
36	166,11	126,88	292,99	17,23	0,78%

<b>Recorte de Insumo</b>	<b>28,17</b>	m2
	<b>1,28%</b>	%

Rollos por turno                    9            54

<b>Cola</b>	<b>19,47</b>
	<b>0,88%</b>

<b>Desmante</b>	<b>8,70</b>
	<b>0,40%</b>

37	145,54	131,09	276,63	16,27	0,74%
38	166,21	133,51	299,72	17,63	0,80%
39	128,83	480,73	609,56	35,86	1,63%
40	176,51	128,72	305,23	17,95	0,82%
41	110,09	128,62	238,71	14,04	0,64%
42	164,66	830,77	995,43	58,55	2,66%
43	107,81	128,68	236,49	13,91	0,63%
44	123,80	118,98	242,78	14,28	0,65%
45	116,81	134,51	251,32	14,78	0,67%
46	139,84	130,29	270,13	15,89	0,72%
47	200,39	1127,65	1328,04	78,12	3,55%
48	143,38	122,31	265,69	15,63	0,71%
49	124,45	128,41	252,86	14,87	0,68%
50	123,67	258,71	382,38	22,49	1,02%
51	142,87	260,80	403,67	23,75	1,08%
52	123,23	888,41	1011,64	59,51	2,70%
53	198,76	123,56	322,32	18,96	0,86%
54	119,56	1690,31	1809,87	106,46	4,84%
	<b>147,97</b>	<b>330,93</b>	<b>478,90</b>	<b>28,17</b>	<b>1,28%</b>

<b>NW Central</b>		<b>Recorte insumo</b>			
	<b>Desmante[g]</b>	<b>Cola[g]</b>	<b>[g]</b>	<b>[m2]</b>	<b>%</b>
1	132,3	467,34	599,64	39,98	2,43%
2	119,96	133,45	253,41	16,89	1,03%
3	67,2	141,83	209,03	13,94	0,85%
4	88,35	374,98	463,33	30,89	1,88%
5	79,23	287,12	366,35	24,42	1,49%
6	76,99	139,45	216,44	14,43	0,88%
7	85,59	786,7	872,29	58,15	3,54%
8	65,09	145,13	210,22	14,01	0,85%
9	92,56	122,12	214,68	14,31	0,87%
10	69,88	576,43	646,31	43,09	2,62%
11	105,18	108,34	213,52	14,23	0,87%
12	73,47	992,95	1066,42	71,09	4,33%
13	96,77	109,23	206	13,73	0,84%
14	125,39	121,34	246,73	16,45	1,00%
15	100,23	103,4	203,63	13,58	0,83%
16	80,67	145,28	225,95	15,06	0,92%

Recorte de Insumo	19,83	m2
	1,21%	%

Rollos por turno 13 78

Cola	13,83
	0,84%

Desmante	6,00
	0,37%

17	73,55	130,65	204,2	13,61	0,83%
18	107,9	135,65	243,55	16,24	0,99%
19	107,65	357,77	465,42	31,03	1,89%
20	93,66	144,76	238,42	15,89	0,97%
21	107,91	684,09	792	52,80	3,21%
22	105,9	115,21	221,11	14,74	0,90%
23	96,32	123,78	220,1	14,67	0,89%
24	86,17	98,64	184,81	12,32	0,75%
25	91,65	136,79	228,44	15,23	0,93%
26	69,56	146,45	216,01	14,40	0,88%
27	75,87	378,63	454,5	30,30	1,84%
28	78,12	119,69	197,81	13,19	0,80%
29	106,09	99,65	205,74	13,72	0,84%
30	84,65	116,21	200,86	13,39	0,82%
31	67,98	105,95	173,93	11,60	0,71%
32	90,43	126,21	216,64	14,44	0,88%
33	90,98	124,17	215,15	14,34	0,87%
34	94,65	125,76	220,41	14,69	0,89%
35	87,09	125,98	213,07	14,20	0,86%
36	83,28	126,88	210,16	14,01	0,85%
37	76,65	116,99	193,64	12,91	0,79%
38	109,89	141,64	251,53	16,77	1,02%
39	86,32	323,45	409,77	27,32	1,66%
40	74,42	123,66	198,08	13,21	0,80%
41	97,18	107,78	204,96	13,66	0,83%
42	104,76	578,09	682,85	45,52	2,77%
43	72,16	129,54	201,7	13,45	0,82%
44	101,17	119,21	220,38	14,69	0,89%
45	85,77	511,04	596,81	39,79	2,42%
46	97,4	170,12	267,52	17,83	1,09%
47	77,65	130,6	208,25	13,88	0,85%
48	67,54	124,72	192,26	12,82	0,78%
49	106,19	119,72	225,91	15,06	0,92%
50	66,54	145,65	212,19	14,15	0,86%
51	76,29	114,09	190,38	12,69	0,77%
52	95,54	111,96	207,5	13,83	0,84%
53	80,81	290,76	371,57	24,77	1,51%
54	82,29	104,99	187,28	12,49	0,76%
55	79,51	130,78	210,29	14,02	0,85%
56	104,17	112,65	216,82	14,45	0,88%

57	108,68	115,98	224,66	14,98	0,91%
58	75,33	190,76	266,09	17,74	1,08%
59	66,29	108,91	175,2	11,68	0,71%
60	65,54	373,01	438,55	29,24	1,78%
61	78,43	107,54	185,97	12,40	0,75%
62	105,67	129,26	234,93	15,66	0,95%
63	90,66	154,67	245,33	16,36	1,00%
64	109,18	126,73	235,91	15,73	0,96%
65	79,77	400,77	480,54	32,04	1,95%
66	83,93	290,91	374,84	24,99	1,52%
67	66,45	112,76	179,21	11,95	0,73%
68	93,61	114,28	207,89	13,86	0,84%
69	70,41	109,4	179,81	11,99	0,73%
70	94,98	108,16	203,14	13,54	0,82%
71	98,33	137,27	235,6	15,71	0,96%
72	78,32	145,74	224,06	14,94	0,91%
73	77,71	127,49	205,2	13,68	0,83%
74	93,53	794,56	888,09	59,21	3,60%
75	98,32	102,87	201,19	13,41	0,82%
76	83,11	108,18	191,29	12,75	0,78%
77	108,81	134,55	243,36	16,22	0,99%
78	193,98	196,55	390,53	26,04	1,59%
	<b>90,02</b>	<b>207,38</b>	<b>297,40</b>	<b>19,83</b>	<b>1,21%</b>

<b>NW Oreja</b>		<b>Recorte insumo</b>			
	<b>Desmante[g]</b>	<b>Cola[g]</b>	<b>[g]</b>	<b>[m2]</b>	<b>%</b>
1	118,63	238,44	357,07	3,5707	1,29%
2	311,16	309,42	620,58	6,2058	2,25%
3	468,6	353,4	822	8,22	2,98%
4	150,48	225,67	376,15	3,7615	1,36%
5	284,35	369,38	653,73	6,5373	2,37%
6	232,38	378,8	611,18	6,1118	2,21%
7	429,1	243,73	672,83	6,7283	2,44%
8	236,59	237,54	474,13	4,7413	1,72%
9	107,18	243,55	350,73	3,5073	1,27%
10	162,92	222,76	385,68	3,8568	1,40%
11	90,16	224,17	314,33	3,1433	1,14%
12	174,42	209,99	384,41	3,8441	1,39%

Recorte de Insumo	5,06	m2
	<b>1,83%</b>	%

Rollos por turno 8 48

Cola	2,98	m2
	<b>1,08%</b>	

Desmante	2,08	m2
	<b>0,75%</b>	

13	111,39	229,03	340,42	3,4042	1,23%
14	146,5	215,09	361,59	3,6159	1,31%
15	117,45	345,29	462,74	4,6274	1,68%
16	146,54	273,57	420,11	4,2011	1,52%
17	366,44	289,86	656,3	6,563	2,38%
18	342,31	295,31	637,62	6,3762	2,31%
19	97,65	222,45	320,1	3,201	1,16%
20	298,91	171,66	470,57	4,7057	1,70%
21	182,03	376,01	558,04	5,5804	2,02%
22	362,54	194,76	557,3	5,573	2,02%
23	243,01	222,9	465,91	4,6591	1,69%
24	257,81	995,78	1253,59	12,5359	4,54%
25	109,25	258,73	367,98	3,6798	1,33%
26	135,55	239,54	375,09	3,7509	1,36%
27	163,29	265,81	429,1	4,291	1,55%
28	90,76	233,29	324,05	3,2405	1,17%
29	187,18	255,61	442,79	4,4279	1,60%
30	132,26	194,56	326,82	3,2682	1,18%
31	146,16	322,34	468,5	4,685	1,70%
32	89,54	315,67	405,21	4,0521	1,47%
33	124,25	307,29	431,54	4,3154	1,56%
34	247,63	335,12	582,75	5,8275	2,11%
35	319,27	209,36	528,63	5,2863	1,92%
36	232,94	144,54	377,48	3,7748	1,37%
37	313,19	255,68	568,87	5,6887	2,06%
38	218,76	189,23	407,99	4,0799	1,48%
39	243,55	224,23	467,78	4,6778	1,69%
40	205,4	246,45	451,85	4,5185	1,64%
41	360,27	202,76	563,03	5,6303	2,04%
42	90,91	247,88	338,79	3,3879	1,23%
43	102,03	375,66	477,69	4,7769	1,73%
44	121,48	351,66	473,14	4,7314	1,71%
45	293,92	1009,54	1303,46	13,0346	4,72%
46	141,12	376,23	517,35	5,1735	1,87%
47	363,93	370,01	733,94	7,3394	2,66%
48	111,45	303,41	414,86	4,1486	1,50%
	<b>207,97</b>	<b>298,40</b>	<b>506,37</b>	<b>5,06</b>	<b>0,02</b>

## ANEXO 4: Costos por hora de involucrados en procesos

A continuación se mencionan los costos por hora de los diferentes actores del proceso de producción de pañales de bebé, obtenidos a partir de los sueldos. Datos que fueron proporcionados por Encargado de procesos de planta Sanitarios.

Participantes	Costo por hora [USD]	Días trabajados a la semana
<b>Abastecedor de bodega</b>	4.7	6
<b>Abastecedor de sanitarios 1</b>	4.3	6
<b>Eléctrico mantención</b>	5.9	5
<b>Ingeniero de producto</b>	10.3	5
<b>Jefe de bodega</b>	15.3	5
<b>Jefe control calidad</b>	15.3	5
<b>Jefe de línea</b>	12.3	5
<b>Jefe de mantención</b>	15.3	5
<b>Jefe de operaciones</b>	15.3	5
<b>Operador control calidad</b>	4.7	6
<b>Operador de línea</b>	3.4	6
<b>Planificador SAP</b>	4.7	5

## ANEXO 5: ¿Qué es más conveniente: perder material o utilizarlo todo?

Si bien al dejar insumos en el tubo genera costos en la producción de pañales, se compara con la opción de utilizar todo el material, lo que provoca que el tubo siga girando sin insumo debido a que no es posible detectar que el material se acabó dada la velocidad a la que funciona, y habría que realizar el enhebrado de material a la línea manual, teniendo que parar toda la máquina. Cada vez que se realiza una parada en la máquina por estos casos, son alrededor de 10 a 15 minutos, lo que lleva consigo una pérdida de material por defectos en los pañales que salieron de esa partida.

A continuación se clasificarán en una tabla las ventajas y desventajas de ambas situaciones.

	<b>Dejar cierta cantidad de material en el tubo</b>	<b>Utilizar 100% del material</b>
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-CÓMODO</li> <li>-La línea sigue en funcionamiento.</li> <li>- Mayor libertad al operador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Menos peso de los rollos que desprenden de la máquina.</li> <li>-Mayor utilización del material.</li> <li>-Menos pérdida (costos) de insumos.</li> </ul>
<b>Desventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Altas Pérdidas (costos) de insumos.</li> <li>-Menos tiempo entre un rollo y otro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Incómodo, ya que se cortaría el material, lo que habría que enhebrar el insumo nuevamente a la línea.</li> <li>-Alta probabilidad de que se detenga la línea de producción</li> <li>- Al detenerse la máquina, se pierde más (costos)</li> <li>-Hace estar más pendiente al operador de cada insumo, por tener que reponerlo.</li> </ul>

Uno de los puntos importantes a recalcar de las diferencias entre ambas situaciones que se presentan es el tema de los costos y que a fin de cuenta es lo primordial.

En el momento de detenerse la línea de producción, se pierden alrededor de 15 minutos por temas de enhebrar el material y poner en marcha nuevamente la máquina. Además se generan productos defectuosos producto de que se acabó el insumo, es decir, se perdería un porcentaje de cada insumo resultado de los productos rechazados.

Analizando lo anterior habría que analizar la pérdida de insumos que se pierden en un rollo versus, utilizar todo el insumo y calcular lo que se pierde en la parada de cada insumo. Lo que se expresa en las ecuaciones siguientes.

$$\text{Cantidad de pañales} = \frac{\text{Peso bolsa de pañales defectuosos}}{\text{Peso por pañal}}$$

### Ecuación 1. Cantidad de pañales

$$\text{Costo por parada} = \text{Costo por pañal} * \text{Cantidad de pañales}$$

### Ecuación 2. Costo por parada

VS

$$\begin{aligned} \text{Costo por insumo por pérdida rollo} \\ = \text{Costo por rollo de cierto insumo} * \text{Recorte insumo (cola)} \end{aligned}$$

### Ecuación 3. Costo por insumo por pérdida rollo

En base al recorte de insumo mostrado anteriormente, aquí se enfoca específicamente en la pérdida de la cola, ya que el desmante en este caso no hay manera de disminuirlo por este medio.

A continuación se muestra la tabla de los costos de recorte de insumo enfocado a la cola del material.

Cola	
Pérdida por rollo	
INSUMO	Costo desperdicio [USD]
NW Laminado	\$ 0.96
NW Central	\$ 0.65
NW Barrera	\$ 0.51
NW Oreja	\$ 2.53
Polietileno	\$ 3.29
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 7.94</b>

Como muestra la tabla siguiente, teniendo un peso de pañal y el peso total de pañales obtengo la cantidad de pañales que se rechazan, para luego multiplicarlo por el costo de un pañal.

		Costo Desperdicio Cola [USD]
<b>POLIETILENO</b>		
Pañales	30,2	
Costos por parada	3.29	3.29

[USD]		
-------	--	--

<b>NW LAMINADO</b>		
Pañales	8,8	
Costos por parada [USD]	0.96	0.96

<b>NW CENTRAL</b>		
Pañales	6	
Costos por parada [USD]	0.65	0.65

<b>NW BARRERA</b>		
Pañales	4,7	
Costos por parada [USD]	0.51	0.51

<b>NW OREJA</b>		
Pañales	23,2	
Costos por parada [USD]	2.53	2.53

Si nos enfocamos en el insumo más caro, correspondiente al Polietileno, con una pérdida promedio de US\$3.29 por rollo (tomando en cuenta sólo la cola del material), tendrían que haber como máximo 31 pañales para que sea más conveniente dejar material en la máquina.

La cantidad de pañales que son rechazados al volver a funcionar la línea es alrededor de 30 pañales según la experiencia de los trabajadores, por lo que para este caso cualquiera de las dos opciones conviene, dejar material en la bobina o utilizar todo el material, pero existe un punto importante, el costo de oportunidad, lo que significa que se pierde la posibilidad de haber fabricado productos en ese tiempo. Al igual que para NW Laminado, se tendrían que producir como máximo 9 pañales rechazados, para el NW Central arrojó 6 pañales lo que es muy bajo, lo mismo sucede con el insumos NW Barrera, del cual se calculó la cantidad de pañales de 6 pañales y para el NW Oreja un total de 24 pañales.

Por lo anterior, se podría decir que es más conveniente dejar material en la bobina, por ser más caro utilizar todo el material.

Existe además un costo de oportunidad en la situación de utilizar todo el material y detenerse la línea. Se pierde la posibilidad de producir en lo que dure la detención de la

máquina, alrededor de 15 minutos, es decir, si la máquina trabaja a una velocidad de 585 pañales por minutos, serían unos 8775 pañales que se dejarían de producir.

Por lo anterior, vale mencionar que las líneas de producción elaboran en base a un programa en el cual tienen metas que cumplir con respecto a la cantidad de pañales a fabricar, y el tiempo que generaría detener la línea no haría posible cumplir con el programa de producción en el periodo estipulado.

## ANEXO 6: Cómo pasar de diámetro inicial a metros cuadrados de un insumo

Se llevó a cabo una fórmula de la cual se puede obtener la cantidad de metros lineales a partir del diámetro de un rollo de insumo, sólo con los datos de diámetro inicial, Espesor, y número de vueltas (n) que deberían darse para acabar el material.

El diámetro actual de un insumo según cómo funciona el sistema, descuenta por cada vuelta el valor correspondiente al espesor de un insumo, por lo que el diámetro actual es representado en la siguiente ecuación:

$$\text{Diámetro Actual} = \text{Diámetro Inicial} - (N^{\circ}\text{Vuelta} - 1) * \text{Espesor}$$

Se sabe que el perímetro actual es:

$$\text{Perímetro Actual} = \pi * \text{Diámetro Actual}$$

Uniendo ambas fórmulas anteriores se obtiene el perímetro de la vuelta 1 hasta la vuelta n:

$$\text{Perímetro}_1 = \pi * (\text{Diámetro}_{\text{inicial}} - 0 * \text{Espesor})$$

$$\text{Perímetro}_2 = \pi * (\text{Diámetro}_{\text{inicial}} - 2 * \text{Espesor})$$

$$\text{Perímetro}_3 = \pi * (\text{Diámetro}_{\text{inicial}} - 2 * \text{Espesor})$$

...

$$\text{Perímetro}_n = \pi * (\text{Diámetro}_{\text{inicial}} - (n - 1) * \text{Espesor})$$

Si se sumaran todos los Perímetros Actuales a medida que van dando vueltas, se obtendrá el largo del rollo, con la notación Diámetro<sub>1</sub>, correspondiente al diámetro de la vuelta 1, y el diámetro de la vuelta n, correspondiente al diámetro que existe cuando da la última vuelta.

*Largo del rollo*

$$= \pi * [(\text{Diámetro inicial} - 0 * \text{Espesor}) + (\text{Diámetro inicial} - 1 * \text{Espesor}) + (\text{Diámetro inicial} - 2 * (\text{Espesor}) + \dots + (\text{Diámetro inicial} - (n - 1) * (\text{Espesor})]$$

$$\text{Largo del rollo} = \pi * \left[ (\text{Diámetro inicial} * n) - (\text{Espesor}) * \sum_{i=1}^n (n - 1) \right]$$

Se sabe que la sumatoria  $\sum_{i=1}^n (n - 1)$ , es lo mismo que decir  $\frac{n(n-1)}{2}$ . Por lo que la ecuación anterior queda como:

$$Largo\ del\ rollo = \pi * \left[ (Diámetro\ inicial * n) - (Espesor) * \frac{n(n-1)}{2} \right]$$

Por lo tanto, para obtenerla cantidad de metros lineales que tiene un rollo de material, es que se utilizará la ecuación anterior, para ello se deberá conocer el Diámetro inicial, Espesor, y número de vueltas (n) que deberían darse para acabar el material, como muestra la ecuación siguiente.

$$N^{\circ} Vueltas(n) = \frac{Diámetro\ Inicial - Diámetro\ cono}{Espesor}$$

Como ejemplo se tienen los siguientes datos:

**Diámetro inicial:** 108,225 [mm]

**Diámetro cono:** 89,445 [mm]

**Espesor:** 0,042 [mm]

$$N^{\circ} Vueltas(n) = \frac{(108,225 - 89,445)}{0,042} \approx 447$$

$$Largo\ del\ rollo = \pi * \left[ (108,225 * 447) - \left( 0,042 * \frac{447 * 446}{2} \right) \right] = \pi * (48376,575 - 4186,602) \\ = 138826,89\ mm = 138,83\ metros$$

Convertido en metros nos queda en 138,83 que tiene un rollo con las características anteriormente mencionadas.

Conociendo los diámetros de inicio, diámetros de empalme que utilizan en las máquinas para realizar el corte automático, de los cinco insumos a simular, es que se obtuvieron los valores de Metros Lineales.

## ANEXO 7: Espesor de insumos

Para obtener el espesor de cada insumo, se pesó cierto material de un rollo y se pasó a metros lineales con el gramaje y ancho, además al mismo rollo se le calculó con la fórmula a partir del diámetro inicial su largo. La diferencia entre ambos debe ser lo menor posible para asegurar que el espesor es el correcto, luego de esas mediciones se obtuvieron los siguientes espesores.

INSUMOS	Espesor [mm]
Polietileno	$4,45 \times 10^{-2}$
NW Laminado	$1,518 \times 10^{-1}$
NW Central	$1,296 \times 10^{-1}$
NW Barrera	$1,024 \times 10^{-1}$
NW Oreja	$6,553 \times 10^{-1}$

## ANEXO 8: Medición de diámetros iniciales de insumos

Toma de muestras

NW				
Polietileno	Laminado	NW Central	NW Barrera	NW Oreja
Días Mediciones	Días Mediciones	Días Mediciones	Días Mediciones	Días Mediciones
09-02-2015	09-02-2015	09-02-2015	09-02-2015	09-02-2015
10-02-2015	11-02-2015	11-02-2015	11-02-2015	11-02-2015
11-02-2015	12-02-2015	12-02-2015	12-02-2015	12-02-2015
12-02-015	13-02-2015	13-02-2015	13-02-2015	13-02-2015
13-02-2015	17-02-2015	16-02-2015	17-02-2015	17-02-2015
16-02-2015	18-02-2015	17-02-2015	18-02-2015	18-02-2015
18-02-2015	19-02-2015			

	Diámetro Inicial [mm]	Diámetro Inicial [mm]	Diámetro Inicial [mm]	Diámetro Inicial [mm]	Diámetro Inicial [mm]
1	479	1000,4	765	747	900
2	491	1000,3	760	749	887
3	520	986	762	749	895
4	490	1000	760	749	877
5	518,5	997	761	747	878
6	485	990,5	765	749	885,5
7	484	981,5	759,9	747,5	881
8	486	982	763	751	900
9	498,5	977	767	748	893
10	492,5	976	763	746	891
11	491	977	765	746,5	891
12	496	968	761	747	888
13	477	969	762	747	878
14	479	972	764,5	751	894
15	477,5	967	760	748,5	894
16	492	970	761,5	749	879
17	499	978	762,8	747	879
18	483,5	971	760	749	880
19	478	976	761,7	745,5	889
20	476	965	763	743,5	879,5
21	478	984	759,9	744,5	881

<b>22</b>	483	970	764,2	742	877,05
<b>23</b>	475,5	964	760	741	877,5
<b>24</b>	492,5	977	765	744,5	879
<b>25</b>	495,2	969	765	737	881
<b>26</b>	497	960	766	743	881
<b>27</b>	494	977	760	741,5	882
<b>28</b>	491	979	762,5	739	878,5
<b>29</b>	493	977	764,5	743	884
<b>30</b>	489	969	762	743,5	889
<b>31</b>	500		762,5	747	
<b>32</b>	480		764	748,5	
<b>33</b>	540		763	747,5	
<b>34</b>	479		760	739	
<b>35</b>	478		762	742	
<b>36</b>	477,4		765	743	
<b>37</b>	478		765,5	740	
<b>38</b>	490		764	742	
<b>39</b>	479		763	735	
<b>40</b>	478		761	740	
			769		
			764		
			765		
			765,5		
<b>Promedio</b>	<b>489,028</b>	<b>977,657</b>	<b>762,955</b>	<b>744,988</b>	<b>884,968</b>

## ANEXO 9: Distribución de Diámetros iniciales de los insumos

### Distribuciones

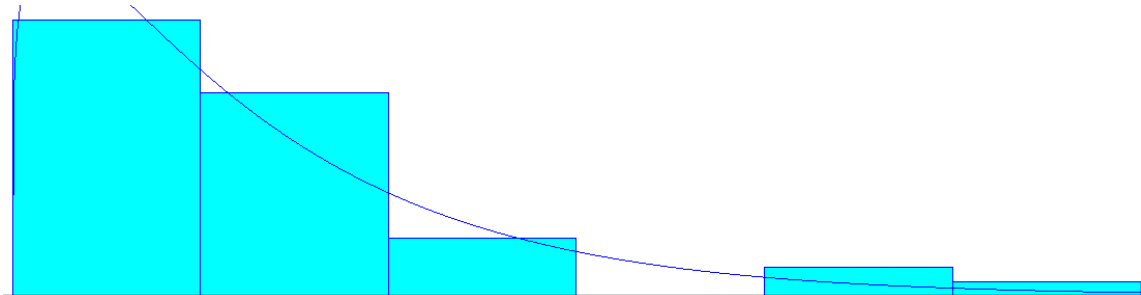
Se midieron los diámetros iniciales de diferentes insumos, con el fin de conocer su distribución, ésta fue obtenida a través del *software Input Analyzer*, del simulador Arena, en donde se ingresaron los valores de una muestra de diámetros iniciales.

Las muestras fueron obtenidas del material listo para ser instalado en la máquina, es decir, los operarios le quitaron el material que viene sucio conocido como desmante, el cual también corresponde a una pérdida.

Para los insumos se calculó, según su Tasa de Producción al 70%, la cantidad de insumos que se utilizaría en un turno, de esta manera se decidió tomar muestras de 3 turnos, correspondientes a un día, 24 horas. Estas mediciones fueron realizadas en diferentes días para poder conseguir una muestra aleatoria, y no en base a una tarima., que por lo general son parecidos entre sí. A continuación son mostrados los datos obtenidos de las muestras. Las diferencias de tonalidades de las celdas corresponden a medidas realizadas en diferentes días.

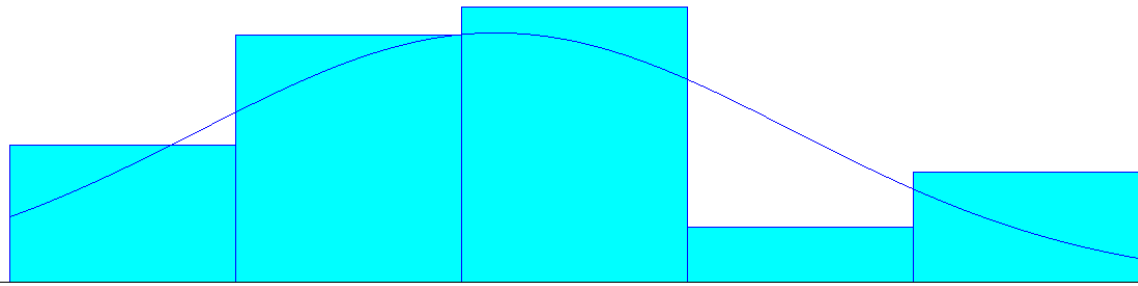
#### I. Polietileno

Distribución: Gamma  
 Expresión:  $475 + \text{GAMM}(11.7, 1.2)$   
 Error Cuadrático: 0.011197



#### II. NW Laminado

Distribución: Normal  
 Expresión:  $\text{NORM}(978, 10.8)$   
 Error Cuadrático: 0.021772

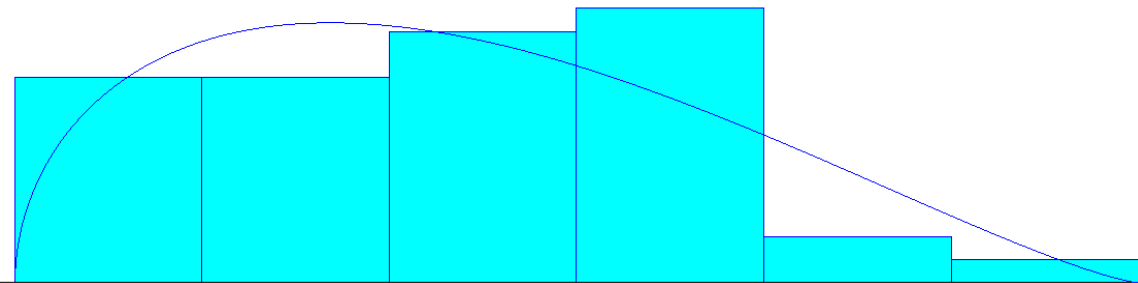


### III. NW Central

Distribución: Beta

Expresión:  $759 + 10 * \text{BETA}(1.51, 2.31)$

Error Cuadrático: 0.015318

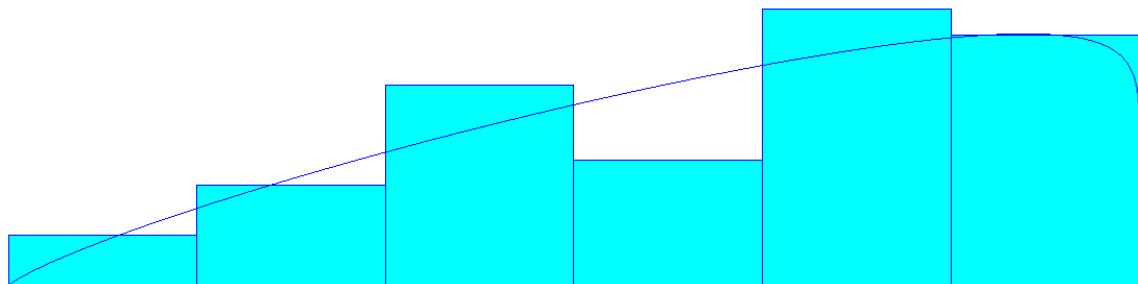


### IV. NW Barrera

Distribución: Beta

Expresión:  $735 + 16 * \text{BETA}(1.81, 1.09)$

Error Cuadrático: 0.009308

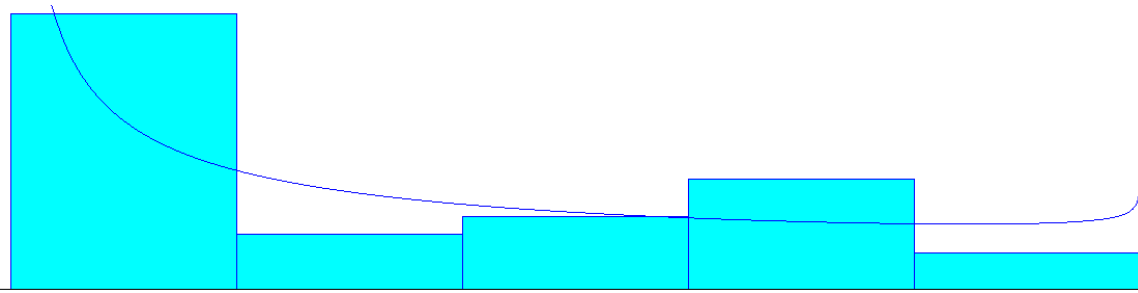


### V. NW Oreja

Distribución: Beta

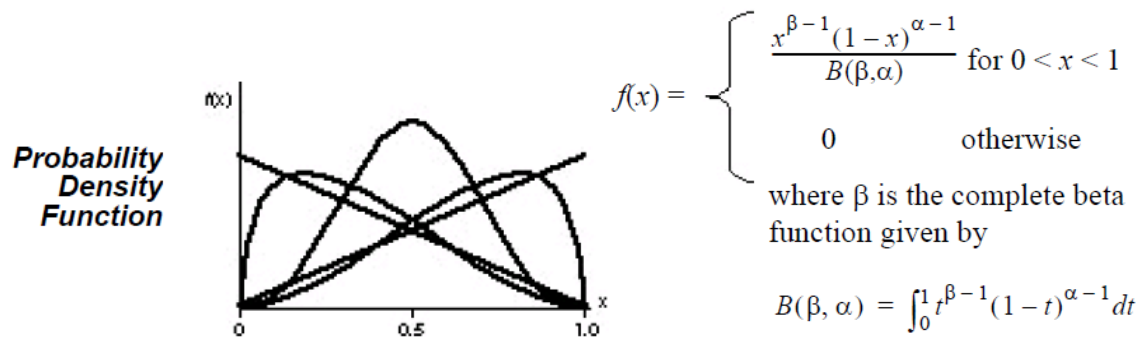
Expresión:  $1877 + 23 * \text{BETA}(0.481, 0.908)$

Error Cuadrático: 0.019108



**Explicación Distribuciones** (Getting Started with Arena, 2014)

**Beta(  $\beta$ ,  $\alpha$ ): BETA(Beta, Alfa)**



**Parámetros** Toma parámetros de forma Beta( $\beta$ ) y Alfa( $\alpha$ ) especificados como números reales positivos.

**Rango** [0,1] (puede también ser transformado en [a,b] tal como se describe a continuación)

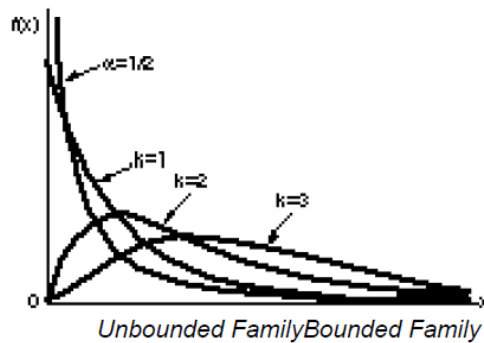
**Media**  $\frac{\beta}{\beta+\alpha}$

**Varianza**  $\frac{\beta\alpha}{(\beta+\alpha)^2(\beta+\alpha+1)}$

**Aplicaciones** Debido a su capacidad para asumir una amplia variedad de formas, esta distribución se utiliza a menudo como un modelo aproximado en ausencia de datos. También, debido a que el rango de la distribución beta es de 0 a 1, la muestra X se puede transformar a la escala Y muestra beta con la gama de A a B mediante el uso de la ecuación  $Y = a + (b - a) X$ . La beta se utiliza a menudo para representar proporciones aleatorias, como la proporción de artículos defectuosos en un lote.

**Gamma( $\alpha$ ,  $\beta$ ): GAMMA(Beta, Alfa) o GAMM(Beta, Alfa)**

**Probability  
Density  
Function**



$$f(x) = \begin{cases} \frac{\beta^{-\alpha} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}}{\Gamma(\alpha)} & \text{for } x > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

where  $\Gamma$  is the complete gamma function given by

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} t^{\alpha-1} e^{-t} dt$$

**Parámetros** Toma un parámetro  $\alpha$  y un parámetro de escala  $\beta$  especificados como valores reales positivos.

**Rango**  $[0, +\infty)$

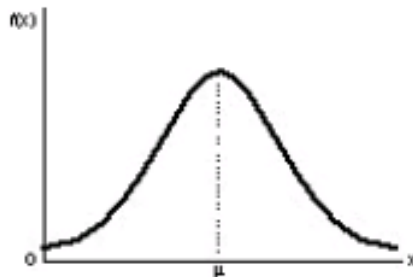
**Media**  $\alpha \beta$

**Varianza**  $\alpha \beta^2$

**Aplicaciones** Gamma utiliza a menudo para representar el tiempo requerido para completar una tarea, como por ejemplo, un tiempo de mecanizado o tiempo de reparación de una máquina.

**Normal( $\mu, \sigma$ ): NORMAL(Media, StdDev) o NORM(Media, StdDev)**

**Probability  
Density  
Function**



$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \text{ for all real } x$$

**Parámetros** La media( $\mu$ ) especificada como un número real y desviación estándar ( $\sigma$ ) especificado como un número real positivo.

**Rango**  $(-\infty, +\infty)$

**Media**  $\mu$

**Varianza**  $\sigma^2$

**Aplicaciones** La distribución normal es usada en situaciones en las cuales se aplica el teorema del límite central, es decir, cantidades que son sumas de otras cantidades. También se utiliza empíricamente para muchos procesos que parecen tener una distribución simétrica. Debido a que el rango teórico es de  $-\infty$  a  $+\infty$ , la distribución sólo debe utilizarse para cantidades positivas como los tiempos de procesamiento.

## ANEXO 10: Evaluación económica de 3 propuestas para los diferentes insumos (diario) POLIETILENO

SITUACIÓN ACTUAL			SITUACIÓN PROPUESTA N°5			SITUACIÓN PROPUESTA N°6		SITUACIÓN PROPUESTA N°7	
Cantidad Inicial [mm]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	MIN(Cantidad Inicial)	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]
492,44	256,172	4,653	478,52	264,078	4,796	22,207	0,403	18,982	0,345
489,76	233,230	4,236		240,963	4,377	22,207	0,403	18,982	0,345
495,16	279,976	5,085		288,057	5,232	22,207	0,403	18,982	0,345
512,49	443,917	8,063		453,112	8,230	22,207	0,403	18,982	0,345
502,59	347,664	6,315		356,223	6,470	22,207	0,403	18,982	0,345
503,97	360,666	6,551		369,313	6,708	22,207	0,403	18,982	0,345
476,09	124,105	2,254		130,959	2,379	22,207	0,403	18,982	0,345
484,1	186,445	3,386		193,814	3,520	22,207	0,403	18,982	0,345
477,69	136,195	2,474		143,152	2,600	22,207	0,403	18,982	0,345
477,9	137,796	2,503		144,766	2,629	22,207	0,403	18,982	0,345
502,56	347,383	6,310	355,939	6,465	22,207	0,403	18,982	0,345	
478,29	140,776	2,557	152,183	2,764	22,207	0,403	18,982	0,345	
475,87	122,457	2,224	133,611	2,427	22,207	0,403	18,982	0,345	
504,33	364,080	6,613	378,210	6,870	22,207	0,403	18,982	0,345	
486,23	203,786	3,701	216,023	3,924	22,207	0,403	18,982	0,345	
484,37	188,626	3,426	200,669	3,645	22,207	0,403	18,982	0,345	
492,25	254,529	4,623	267,396	4,857	22,207	0,403	18,982	0,345	
498,07	306,022	5,558	319,498	5,803	22,207	0,403	18,982	0,345	
498,57	310,557	5,641	324,086	5,886	22,207	0,403	18,982	0,345	
475,52	119,842	2,177	130,959	2,379	22,207	0,403	18,982	0,345	
477,34	133,535	2,425	144,843	2,631	22,207	0,403	18,982	0,345	
477,06	131,413	2,387	142,692	2,592	22,207	0,403	18,982	0,345	

475,06	116,418	2,115		130,959	2,379	22,207	0,403	18,982	0,345
477,91	137,872	2,504		152,804	2,775	22,207	0,403	18,982	0,345
479,74	151,950	2,760		167,133	3,036	22,207	0,403	18,982	0,345
494,68	275,737	5,008		292,969	5,321	22,207	0,403	18,982	0,345
486,44	205,513	3,733		221,614	4,025	22,207	0,403	18,982	0,345
526,51	592,078	10,754	478,06	613,673	11,146	22,207	0,403	18,982	0,345
495,62	284,053	5,159		301,414	5,475	22,207	0,403	18,982	0,345
479,16	147,462	2,678		162,566	2,953	22,207	0,403	18,982	0,345
487,93	217,856	3,957		234,162	4,253	22,207	0,403	18,982	0,345
480,16	155,214	2,819		170,455	3,096	22,207	0,403	18,982	0,345
481,51	165,792	3,011		181,217	3,291	22,207	0,403	18,982	0,345
<b>7579,117</b>	<b>137,661</b>			<b>7979,513</b>	<b>144,933</b>	<b>732,830</b>	<b>13,311</b>	<b>626,390</b>	<b>11,377</b>

## NW LAMINADO

SITUACIÓN ACTUAL				SITUACIÓN PROPUESTA N°5				SITUACIÓN PROPUESTA N°6			SITUACIÓN PROPUESTA N°7		
Cantidad inicial [mm]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	MIN(Cantidad Inicial)	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]		
972,11	62,926	0,685	964,06	52,827	0,575	6,943	0,076	5,936	0,065				
974,11	68,026	0,741		57,759	0,629	6,943	0,076	5,936	0,065				
970,26	58,282	0,635		48,338	0,526	6,943	0,076	5,936	0,065				
961,06	36,238	0,395		27,068	0,295	6,943	0,076	5,936	0,065				
965,9	47,617	0,519		38,039	0,414	6,943	0,076	5,936	0,065				
965,17	45,869	0,500		36,354	0,396	6,943	0,076	5,936	0,065				
995,02	126,310	1,376		114,285	1,245	6,943	0,076	5,936	0,065				
979,27	81,568	0,888		70,867	0,772	6,943	0,076	5,936	0,065				
989,35	109,611	1,194		98,063	1,068	6,943	0,076	5,936	0,065				
988,81	108,056	1,177		85,770	0,934	6,943	0,076	5,936	0,065				
965,92	47,665	0,519	29,161	0,318	6,943	0,076	5,936	0,065					
987,9	105,448	1,148	83,313	0,907	6,943	0,076	5,936	0,065					
996,32	130,233	1,418	106,707	1,162	6,943	0,076	5,936	0,065					
964,98	45,417	0,495	27,068	0,295	6,943	0,076	5,936	0,065					
977,13	75,885	0,826	55,529	0,605	6,943	0,076	5,936	0,065					
978,99	80,819	0,880	60,156	0,655	6,943	0,076	5,936	0,065					
972,24	63,255	0,689	43,707	0,476	6,943	0,076	5,936	0,065					
968,45	53,806	0,586	34,885	0,380	6,943	0,076	5,936	0,065					
968,15	53,071	0,578	27,068	0,295	6,943	0,076	5,936	0,065					
999	138,429	1,507	105,305	1,147	6,943	0,076	5,936	0,065					
990,29	112,334	1,223	81,220	0,884	6,943	0,076	5,936	0,065					
991,14	114,811	1,250	83,501	0,909	6,943	0,076	5,936	0,065					
1008,13	167,469	1,824	132,238	1,440	6,943	0,076	5,936	0,065					
988,79	107,998	1,176	77,231	0,841	6,943	0,076	5,936	0,065					

985,09	97,503	1,062		67,590	0,736	6,943	0,076	5,936	0,065
970,57	59,055	0,643		32,493	0,354	6,943	0,076	5,936	0,065
976,94	75,385	0,821		47,353	0,516	6,943	0,076	5,936	0,065
<b>2273,087</b>	<b>24,754</b>			<b>1723,893</b>	<b>18,773</b>	<b>187,471</b>	<b>2,042</b>	<b>160,270</b>	<b>1,745</b>

## NW CENTRAL

SITUACIÓN ACTUAL			SITUACIÓN PROPUESTA N°5			SITUACIÓN PROPUESTA N°6			SITUACIÓN PROPUESTA N°7		
Cantidad inicial [mm]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	MIN(Cantidad Inicial)	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]		
762,15	38,431	0,409	769,01	15,631	0,166	8,384	0,089	22,159	0,236		
764,2	44,059	0,469		20,826	0,222	8,384	0,089	22,159	0,236		
762,29	38,812	0,413		15,983	0,170	8,384	0,089	22,159	0,236		
765,36	47,288	0,503		23,810	0,253	8,384	0,089	22,159	0,236		
763,19	41,273	0,439		18,254	0,194	8,384	0,089	22,159	0,236		
759,94	32,478	0,346		10,146	0,108	8,384	0,089	22,159	0,236		
767,45	53,189	0,566		29,269	0,311	8,384	0,089	22,159	0,236		
762,43	39,194	0,417		16,335	0,174	8,384	0,089	22,159	0,236		
763,18	41,246	0,439		18,228	0,194	8,384	0,089	22,159	0,236		
759,72	31,892	0,339		9,606	0,102	8,384	0,089	22,159	0,236		
763,05	40,889	0,435		17,899	0,190	8,384	0,089	22,159	0,236		
765,58	47,904	0,510		24,380	0,259	8,384	0,089	22,159	0,236		
763	40,752	0,434		17,773	0,189	8,384	0,089	22,159	0,236		
761,45	36,533	0,389		13,159	0,140	8,384	0,089	22,159	0,236		
760,01	32,665	0,348		9,606	0,102	8,384	0,089	22,159	0,236		
764,65	45,307	0,482	21,235	0,226	8,384	0,089	22,159	0,236			
763,26	41,465	0,441	17,697	0,188	8,384	0,089	22,159	0,236			
760,01	32,665	0,348	9,606	0,102	8,384	0,089	22,159	0,236			
766,25	49,788	0,530	25,366	0,270	8,384	0,089	22,159	0,236			
764,81	45,753	0,487	21,646	0,230	8,384	0,089	22,159	0,236			
763,87	43,146	0,459	19,244	0,205	8,384	0,089	22,159	0,236			
764,58	45,113	0,480	21,056	0,224	8,384	0,089	22,159	0,236			
760,24	33,279	0,354	10,170	0,108	8,384	0,089	22,159	0,236			

765,82	48,578	0,517		24,250	0,258	8,384	0,089	22,159	0,236
761,33	36,208	0,385		12,861	0,137	8,384	0,089	22,159	0,236
763,51	42,153	0,449		18,330	0,195	8,384	0,089	22,159	0,236
761,76	37,372	0,398		15,280	0,163	8,384	0,089	22,159	0,236
763,03	40,834	0,435		18,482	0,197	8,384	0,089	22,159	0,236
763,67	42,594	0,453		20,110	0,214	8,384	0,089	22,159	0,236
762,94	40,588	0,432		18,254	0,194	8,384	0,089	22,159	0,236
762,88	40,423	0,430		18,102	0,193	8,384	0,089	22,159	0,236
761,46	36,560	0,389		14,530	0,155	8,384	0,089	22,159	0,236
759,8	32,105	0,342	768,47	10,416	0,111	8,384	0,089	22,159	0,236
761,56	36,830	0,392		14,780	0,157	8,384	0,089	22,159	0,236
762,51	39,412	0,419		17,166	0,183	8,384	0,089	22,159	0,236
763,23	41,383	0,440		18,990	0,202	8,384	0,089	22,159	0,236
763,62	42,456	0,452		19,983	0,213	8,384	0,089	22,159	0,236
759,47	31,227	0,332		9,606	0,102	8,384	0,089	22,159	0,236
765,09	46,533	0,495		23,758	0,253	8,384	0,089	22,159	0,236
<b>1578,377</b>	<b>16,798</b>			<b>681,822</b>	<b>7,256</b>	<b>326,983</b>	<b>3,480</b>	<b>864,215</b>	<b>9,197</b>

## NW BARRERA

SITUACIÓN ACTUAL			SITUACIÓN PROPUESTA N°5			SITUACIÓN PROPUESTA N°6			SITUACIÓN PROPUESTA N°7	
Cantidad inicial [mm]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	MIN(Cantidad Inicial)	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	
742,18	126,720	0,506	746,98	28,414	0,113	6,107	0,024	27,769	0,111	
738,32	111,286	0,444		16,177	0,065	6,107	0,024	27,769	0,111	
737,98	109,948	0,439		15,120	0,060	6,107	0,024	27,769	0,111	
748,8	154,253	0,615		50,467	0,201	6,107	0,024	27,769	0,111	
750,01	159,431	0,636		54,644	0,218	6,107	0,024	27,769	0,111	
746,04	142,610	0,569		41,110	0,164	6,107	0,024	27,769	0,111	
745,61	140,818	0,562		39,673	0,158	6,107	0,024	27,769	0,111	
745,62	140,859	0,562		39,706	0,158	6,107	0,024	27,769	0,111	
740,45	119,746	0,478		22,873	0,091	6,107	0,024	27,769	0,111	
750,19	160,205	0,639		55,269	0,221	6,107	0,024	27,769	0,111	
750,33	160,808	0,642	55,756	0,222	6,107	0,024	27,769	0,111		
750,59	161,929	0,646	51,189	0,204	6,107	0,024	27,769	0,111		
749,01	155,149	0,619	45,793	0,183	6,107	0,024	27,769	0,111		
742,71	128,874	0,514	25,040	0,100	6,107	0,024	27,769	0,111		
746,59	144,912	0,578	37,677	0,150	6,107	0,024	27,769	0,111		
748,25	151,914	0,606	43,225	0,172	6,107	0,024	27,769	0,111		
747,16	147,307	0,588	39,573	0,158	6,107	0,024	27,769	0,111		
743,59	132,471	0,529	27,866	0,111	6,107	0,024	27,769	0,111		
750,22	160,334	0,640	49,919	0,199	6,107	0,024	27,769	0,111		
746,19	143,237	0,572	36,353	0,145	6,107	0,024	27,769	0,111		
739,56	116,194	0,464	15,120	0,060	6,107	0,024	27,769	0,111		
750,09	159,775	0,638	49,473	0,197	6,107	0,024	27,769	0,111		

746,52	144,619	0,577			45,963	0,183		6,107	0,024		27,769	0,111
749,84	158,701	0,633			57,394	0,229		6,107	0,024		27,769	0,111
742,79	129,200	0,516			33,523	0,134		6,107	0,024		27,769	0,111
750,48	161,455	0,644			59,637	0,238		6,107	0,024		27,769	0,111
746,66	145,206	0,579			46,438	0,185		6,107	0,024		27,769	0,111
743,81	133,374	0,532		746,02	36,882	0,147		6,107	0,024		27,769	0,111
747,69	149,543	0,597			49,953	0,199		6,107	0,024		27,769	0,111
750,64	162,145	0,647			60,200	0,240		6,107	0,024		27,769	0,111
750,26	160,507	0,640			58,865	0,235		6,107	0,024		27,769	0,111
737,02	106,191	0,424			15,120	0,060		6,107	0,024		27,769	0,111
742,9	129,649	0,517			33,884	0,135		6,107	0,024		27,769	0,111
<b>4709,370928</b>	<b>18,790</b>				<b>1338,295</b>	<b>5,340</b>		<b>201,518</b>	<b>0,804</b>		<b>916,382</b>	<b>3,656</b>

## NW OREIA

SITUACIÓN ACTUAL			SITUACIÓN PROPUESTA N°5			SITUACIÓN PROPUESTA N°6		SITUACIÓN PROPUESTA N°7	
Cantidad inicial [mm]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	MIN(Cantidad Inicial)	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]	Material que queda en rollo [m]	Costo [USD]
885,26	18,013	2,450	891,06	7,936	1,079	2,971	0,404	12,237	1,664
881,48	14,503	1,972		4,626	0,629	2,971	0,404	12,237	1,664
884,95	17,722	2,410		7,662	1,042	2,971	0,404	12,237	1,664
877,3	10,701	1,455		1,046	0,142	2,971	0,404	12,237	1,664
880,81	13,888	1,889		4,047	0,550	2,971	0,404	12,237	1,664
896,87	29,222	3,974		18,529	2,520	2,971	0,404	12,237	1,664
877,06	10,485	1,426		0,843	0,115	2,971	0,404	12,237	1,664
884,43	17,236	2,344		7,203	0,980	2,971	0,404	12,237	1,664
882,72	15,647	2,128		5,748	0,782	2,971	0,404	12,237	1,664
899,45	31,801	4,325		21,019	2,859	2,971	0,404	12,237	1,664
881,41	14,438	1,964	4,609	0,627	2,971	0,404	12,237	1,664	
877,01	10,440	1,420	0,843	0,115	2,971	0,404	12,237	1,664	
881,93	14,917	2,029	5,060	0,688	2,971	0,404	12,237	1,664	
887,93	20,533	2,793	10,360	1,409	2,971	0,404	12,237	1,664	
892,46	24,888	3,385	14,475	1,969	2,971	0,404	12,237	1,664	
878,52	11,802	1,605	2,125	0,289	2,971	0,404	12,237	1,664	
881,09	14,145	1,924	4,124	0,561	2,971	0,404	12,237	1,664	
897,08	29,431	4,003	18,548	2,523	2,971	0,404	12,237	1,664	
877,73	11,088	1,508	1,249	0,170	2,971	0,404	12,237	1,664	
877,25	10,656	1,449	0,843	0,115	2,971	0,404	12,237	1,664	
879,98	13,129	1,786	3,168	0,431	2,971	0,404	12,237	1,664	
880,59	13,686	1,861	3,693	0,502	2,971	0,404	12,237	1,664	
898,3	30,647	4,168	19,699	2,679	2,971	0,404	12,237	1,664	

175

877,46	10,845	1,475			1,021	0,139		2,971	0,404		12,237	1,664
<b>409,865</b>	<b>55,742</b>				<b>168,475</b>	<b>22,913</b>		<b>71,309</b>	<b>9,698</b>		<b>293,691</b>	<b>39,942</b>