



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

**MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE NEGOCIOS**  
**TRABAJO FINAL DE APLICACIÓN**

“Reducción de pérdidas de materias primas en líneas de producción  
continua”

Autor: Ing María Constanza Jávega

Tutor: MBA Ing Fernando Perotti

Córdoba

2020



Reducción de pérdidas de materias primas en líneas de producción continua by María Constanza Jávega is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



## **Agradecimientos**

El presente trabajo representa el final de una etapa muy gratificante y llena de experiencias, de nuevos conocimientos, de debates intensos de ideas y nuevos lazos de amistad. Esto no hubiera sido posible sin el apoyo constante y tenaz de todas las personas que forman parte de mi camino y a ellos quiero agradecer en esta oportunidad:

A mi familia, pilar fundamental de mi vida: mi esposo Gabriel y mis hijos Ignacio, Olivia y Emilia. Ellos son el soporte vital y es en quienes encuentro soporte constantemente en este permanente deseo de perfeccionarme en mi profesión.

A mi papá, que siempre me alentó para terminar esta etapa. A mi mamá, mis hermanos y toda la familia extendida, en la que siempre encuentro apoyo para poder continuar capacitándome.

A mi amiga y compañera del MBA, Carina Castro, con quien tuve el placer de compartir este tiempo de desarrollo de trabajo final, al igual que lo hicimos durante ese semestre en que vivimos juntas esa hermosa experiencia del ESSEC, en París.

Al director de la Escuela de Graduados, Gerardo Heckmann, por siempre alentarme, brindándome esta nueva oportunidad de aprendizaje.

A mi tutor Fernando Perotti por todos los consejos, la escucha atenta y el tiempo invertido en este trabajo.

# Índice de contenidos

<b>1 Resumen</b>	10
1.1 Objetivo	10
1.2 Metodología	10
1.3 Fundamentación teórica	10
1.4 Resultados	11
1.5 Conclusiones y contribuciones	11
<b>2 Introducción</b>	12
2.1 Objeto del estudio	12
2.2 Antecedentes del estudio	12
2.3 Problema u Oportunidad	13
2.4 Objetivos	15
2.4.1 Objetivo General	15
2.4.2 Objetivos específicos	15
2.5 Punto de vista sobre el cual el tema está siendo abordado	16
2.6 Trabajos anteriores que abordan el mismo tema	16
2.7 Motivos por los que se escoge el tema	19
<b>3 Marco Teórico</b>	21
3.1 Enfoque teórico	21
3.1.1 El Origen del TPM	21
3.1.3 Técnicas analíticas para mejoras enfocadas	28
3.1.3.1 Diagrama de Pareto	28
3.1.3.2 Análisis Why-Why o Porqué-Qué	29
3.1.3.3 Diagrama de Causa-Efecto o de Ishikawa	30
3.1.3.4 Método 6 “W” + 2 “H”	31
3.1.3.5 Análisis P-M	33
3.1.4 Vinculación entre Kaizen y otros modelos de mejora continua	34
3.1.4.1 Six Sigma	35

3.1.4.2 Value Stream Mapping	36
3.1.4.3 PDCA	38
3.1.4.4 QC Story	40
3.1.4.5 Método 8D	41
3.1.4.6 Monozukuri	43
3.1.4.7 “Fail fast, fail forward”	45
3.1.4.8 Perpetual beta	46
3.1.5 Relación de la filosofía Kaizen y las metodologías expuestas	47
3.1.6 Hoshin Kanri	48
3.1.6 Productividad y Eficiencia	50
3.2 Variables que se usaron en el análisis	51
3.3 Referencia a los padres de la teoría y sus sucesores	51
<b>4 Metodología</b>	<b>55</b>
4.1 Encaje del método con su epistemología	55
4.2 Referencia de otros trabajos similares del área que emplearon este método	57
4.3 Acerca de cómo el método permite alcanzar los objetivos deseados	59
<b>5 Análisis y resultados</b>	<b>62</b>
5.1 Generalidades	62
5.1.1 El proceso de manufactura	63
5.1.2 El balance de masas	64
5.1.3 El manejo de materiales no tejidos	65
5.2 Datos cuantitativos y nominales	67
5.2.1 Paso 0 – Selección de la mejora	69
5.2.2 Paso 1 - Comprender la situación	72
5.2.2.1 Características del material	72
5.2.2.2 Entendimiento del Proceso productivo	73
5.2.2.3 Balance de Masas	75
5.2.2.4 Datos de situación inicial	75
5.2.3 Paso 2 - Eliminación de Anormalidades	77

5.2.4 Paso 3 - Análisis de Causas	79
5.2.4.1 Definición precisa del fenómeno observable	79
5.2.4.2 Mediciones en campo	80
5.2.4.2.1 Estratificación de la pérdida	80
5.2.4.2.2 Curvas de velocidad	81
5.2.4.3 Análisis de Causas Raíces o causas de origen	82
5.2.4.3.1 Diagrama de Ishikawa o Espina de pescado	83
5.2.4.3.2 Why-why analysis	85
5.2.5 Paso 4 - Establecer Plan de Mejora	85
5.2.6.1 Acción de Mejora 1: instalación de sensor de presencia	88
5.2.6.2 Acción de Mejora 2: Mejora de curva de velocidad inicial	89
5.2.6.3 Acción de Mejora 3: Mejora de curva de velocidad final	91
5.2.7 Paso 6 - Chequear resultados	93
5.3 Discusión de los resultados con la literatura abordada	94
<b>6 Conclusiones</b>	94
6.1 Acerca de los objetivos planteados	94
6.2 Contribuciones del trabajo	95
6.3 Limitaciones del trabajo	96
6.4 Estudios futuros sugeridos	97
<b>Referencias bibliográficas</b>	98
<b>Apéndices</b>	99
Apéndice 1 - Ejemplo de Charter	99
Apéndice 2 - Planillas Ejemplo de Chequeo de Anormalidades	102
Apéndice 3- Planilla de herramienta 6W + 2H	103
Apéndice 4 - Diagrama de Espina de Pescado del Trabajo	104
Apéndice 5 - Análisis Why-Why para la causa “pérdida por exceso de aplicación de material en producto final”	105

## Índice de gráficos

Figura 1 - Los pilares de TPM	23
Figura 2- Tipos de Kaizen	26
Figura 3 - Diagrama de Pareto	29
Figura 4 - Estructura de análisis Porqué - Porqué	30
Figura 5 - Esquema del Diagrama Causa - Efecto	31
Figura 6 - Esquema del Método 6 W + 2 H	33
Figura 7 - Esquema del Análisis P-M	34
Figura 8 - Six Sigma	36
Figura 9 – Value Stream Mapping	37
Figura 10 - Mapa de Flujo de Valor	38
Figura 11 - El ciclo PDCA	39
Figura 12 - La Mejora continua y el Ciclo PDCA	39
Figura 13 - Esquema del Método QC Story	40
Figura 14 - Pasos Método QC Story	41
Figura 15 - Método 8D	42
Figura 16 - La Mejora Continua en la evolución de la empresa	45
Figura 17 - Método Perpetual Beta	47
Figura 18 - La Filosofía Kaizen y las metodologías	48
Figura 19 - Hoshin Kanri	49
Figura 20 - Pasos metodológicos para la mejora enfocada	60
Figura 21 - La Mejora Enfocada dentro de ciclo PDCA	61
Figura 22 - El balance de Masas	65



Figura 23 - Transporte por arrastre	66
Figura 24 - Generalidades de Transporte web	67
Figura 25 - Diagrama de Flujo Eliminación Pérdida MU	68
Figura 26 - Esquema Hoshin de área	70
Figura 27 - Distribución de pérdidas de material de área 3 (En MU\$D)	71
Figura 28 - Gráfico de %MU por línea (caso de estudio)	71
Figura 29 - Volumen de control de proceso	75
Figura 30 - Gráfico de distribución de pérdidas de BLC por línea	76
Figura 31 - Gráfico de situación Inicial de paros de línea por BLC	77
Figura 32 - Detección de anomalías	78
Figura 33 - Gráfico de distribución de Pérdidas en línea	81
Figura 34 - Curva de velocidad del sistema en Línea 7	82
Figura 35 - Diagrama de Espina de Pescado para MU de BLC	83
Figura 36 - Análisis Why-Why para MU de BLC	85
Figura 37 - Evolución de resultados en mejora de MU BLC	94

## Índice de tablas

<b>Tabla 1 - Los 16 tipos de pérdidas en las empresas</b>	24
<b>Tabla 2 - Caracterización de los tipos de Kaizen</b>	27
<b>Tabla 3 - Indicadores para evaluar los outputs de producción</b>	28
<b>Tabla 4 - Proceso paso a paso para las mejoras enfocadas</b>	62
<b>Tabla 5 - Matriz PQCDMS para proyectos de mejora</b>	87

# 1 Resumen

## ***1.1 Objetivo***

Este proyecto de trabajo final presenta un caso práctico de implementación de una metodología de erradicación de pérdidas operacionales, con el objetivo de mejorar la eficiencia de uso de una materia prima en una línea de producción. El alcance del mismo comprende la aplicación metodológica sobre una sola línea de producción y una única materia prima.

Su desarrollo permite evidenciar la simpleza en la ejecución metodológica y la posibilidad de extrapolar dicha metodología a la eliminación de pérdidas productivas en empresas de cualquier envergadura.

## ***1.2 Metodología***

La metodología aplicada deriva del sistema de gerenciamiento de la empresa Toyota o TPM<sup>1</sup>. A través de ella, se aborda la resolución de problemas mediante la implementación de una serie de pasos sucesivos que permiten: definir el problema, investigar sus causas raíces, establecer planes de mejora e implementarlos en forma sistemática; chequeando, posteriormente, los resultados obtenidos. Dicha metodología se describe en la bibliografía como “Mejoras Enfocadas”.

## ***1.3 Fundamentación teórica***

El presente trabajo considera al **Kai-Zen** como la filosofía japonesa origen del

---

<sup>1</sup> TPM: *Total Productive Maintenance* o Mantenimiento productivo total. Es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, equipos, y el sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas..

concepto de Mejora Continua dentro del Management de las Operaciones. De esta manera, es mediante su implementación como pilar basal del sistema TPM, que se establece una metodología lógica, estándar y secuencial para afrontar la eliminación de pérdidas a lo largo de la cadena de suministro, así como también, para desplegar la cultura de la mejora continua en los grupos de trabajo.

#### ***1.4 Resultados***

La aplicación de la metodología de mejoras enfocadas sobre la línea piloto permitió una mejora del indicador de eficiencia de uso de material de 2.6 puntos porcentuales, llevando el valor del mismo desde 95.3% hasta 97.9%. Esto significó erradicar el 99% de la pérdida recuperable, la cual fue establecida mediante benchmarking interno con otras plantas de la misma categoría.

#### ***1.5 Conclusiones y contribuciones***

Al finalizar la realización del trabajo, se concluyó que fue alcanzada la meta de eliminación de pérdida recuperable seteada inicialmente para la línea piloto. Esto se traduce en una mejora económica directa y, adicionalmente, disminuye el residuo generado por el proceso. Aplicando los pasos de la metodología en forma secuencial y sistemática, y junto a una inversión total menor a 500 USD, se logró una recuperación del 99% de la pérdida objetivo establecida al comienzo. Como contribuciones de mayor relevancia se destacan las siguientes:

- Desde el punto de vista *económico*: Se capturaron ahorros cercanos a los 80 mil USD anuales sólo en la línea piloto, con potencial de mayores beneficios al re aplicar en las otras líneas productivas.

- Desde el punto de vista *metodológico*: Establecer un caso de éxito en la implementación de la metodología de mejoras enfocadas para la erradicación de pérdidas operacionales.
- Desde el punto de vista *cultural*: Se contribuyó en la creación de la cultura Kaizen, de la búsqueda permanente y erradicación de pérdidas, sin importar el tamaño de las mismas.
- Desde el punto de vista *ambiental*: Se redujo la cantidad de material que se dispone finalmente en vertederos de basura.

## **2 Introducción**

### ***2.1 Objeto del estudio***

El presente trabajo de aplicación tiene por objeto de estudio investigar las pérdidas de materias primas que se producen en líneas de alta velocidad y de proceso continuo<sup>2</sup>.

### ***2.2 Antecedentes del estudio***

La empresa a la que, bajo nombre de fantasía, se denominará Dreaming SA es la filial argentina de una importante empresa multinacional de consumo masivo, con sede Ohio, USA, y con más de 130 plantas productivas en 35 países del mundo. Es líder en productos de consumo masivo del sector de limpieza y cuidado personal, con un promedio de 70 mil millones de dólares en ventas anuales.

---

<sup>2</sup> Se denomina proceso continuo a la secuencia de procesos de trabajo sucesivos donde el flujo no se detiene, es decir, no es discreto. El volumen de producto obtenido por unidad de tiempo es generalmente alto, las materias primas se convierten dentro de líneas muy automatizadas y se procura minimizar la frecuencia de eventos de parada.

La planta de Dreaming SA localizada en la ciudad de Villa Mercedes, en la provincia de San Luis produce pañales para bebés, toallas femeninas y máquinas de afeitar. Es una de las empresas líderes en su rubro con más del 40% de market share en los productos que fabrica en dicho establecimiento.

En un mercado deprimido y en continua competencia por volumen de producción con otras plantas productivas de Latinoamérica, la planta de Villa Mercedes debe implementar continuamente la mejora continua en sus procesos a fin de mantener su costo de producción competitivo.

Esta estrategia se plasma concretamente en objetivos a nivel planta, gerencia, áreas, línea de producción y cada una de las personas que forman parte de la dotación de planta. Los objetivos que enmarcan el presente trabajo concurren a las siguientes estrategias y tácticas:

- CBN<sup>3</sup>
- Metas del pilar de Mejoras Enfocadas.
- Objetivos individuales del grupo de ingenieros de procesos.

### ***2.3 Problema u Oportunidad***

Tal como menciona Tokutaro Suzuki en su libro **TPM in Process Industries**, la efectividad de una planta de producción depende de la eficacia con que se emplean equipos, materiales, personal y métodos. Por lo tanto, para incrementar la efectividad

---

<sup>3</sup> CBN: Compelling Business Need o Necesidad Urgente del Negocio. Es el conjunto de estrategias definidas por la alta dirección de *Dreaming SA* y a partir del cual se desprenden los objetivos generales de cada planta y los individuales de cada empleado.

es de vital importancia maximizar la eficiencia general de los equipos (OEE<sup>4</sup>), el uso de los materiales y energía empleados lo mismo que el personal y los métodos de trabajo. Esto puede llevarse a cabo examinando los *inputs* de los procesos de producción (equipos, materiales, personas, métodos), identificando y eliminando las pérdidas asociadas con cada uno de ellos de manera de maximizar los *outputs* (productividad, calidad, costo, entrega a cliente, seguridad e higiene y moral).

En Dreaming SA, en forma bianual el liderazgo de planta establece las metas de negocio y vincula los planes de desarrollo de los empleados, a esta estrategia que se conoce como CBN de la planta. A partir de ella, todos los objetivos se despliegan por gerencia, áreas y hasta llegar a nivel individual. Su performance se va monitoreando en forma mensual en forma de KPIs<sup>5</sup> y se reportan en forma trimestral a la región.

Particularmente, para esta planificación anual se ha establecido que todas las materias primas de planta tengan una eficiencia de utilización del 98%. Este valor ha sido establecido conforme a benchmarking<sup>6</sup> interno entre plantas productivas de la compañía y, adicionalmente, se vincula estrechamente con el objetivo de ahorros a entregar establecido para el año fiscal. Todos aquellos materiales cuyo nivel de utilización se encuentran por debajo de este objetivo, son considerados pérdidas recuperables y, por lo tanto, se debe accionar sobre ellos.

Este es el caso del material no tejido empleado para la confección de las

---

<sup>4</sup> OEE: *Overall Equipment Effectiveness* o Eficiencia General de Equipo. Es una medida empleada en forma convencional para comparar empresas manufactureras de clase mundial en términos de calidad. Para valores de OEE mayores a 85%, la empresa es considerada clase mundial.

<sup>5</sup> KPI: *Key Performance Indicator* o indicadores claves de desempeño. Son aquellas medidas financieras o no financieras utilizadas para cuantificar el grado de cumplimiento de los objetivos previamente seteados.

<sup>6</sup> El benchmarking interno es una herramienta sistemática que se emplea para estudiar una unidad de la propia organización que tenga desempeño superior y usarla como parámetro de referencia para las demás unidades al establecer las metas cuantitativas de mejoramiento.

barreras del pañal, denominado comercialmente BLC<sup>7</sup>.

Adicionalmente, y como beneficio indirecto, con la reducción de pérdidas de materias primas durante el proceso productivo obtendremos también beneficios de sustentabilidad, que no serán cuantificados en este trabajo. Estos beneficios devienen de la disminución de la generación de basura a disponer como resultado de merma del proceso productivo. Cuanta menos basura se genera, se disminuye el costo de disposición de la misma.

## **2.4 Objetivos**

El presente trabajo de aplicación tiene los siguientes objetivos:

### **2.4.1 Objetivo General**

El proyecto tiene como objetivo general mejorar la utilización del material no tejido empleado en la fabricación de pañales, obteniendo los ahorros correspondientes.

### **2.4.2 Objetivos específicos**

- Presentar un caso práctico de implementación de metodología de erradicación de pérdidas.
- Posibilitar la divulgación de la metodología para su posible implementación en empresas de menor envergadura.
- Aplicar y poner en práctica las herramientas de Administración de la

---

<sup>7</sup> BLC: *Barrier Leg Cuff* por su notación en inglés. Se trata de un material no tejido tratado para ser hidrófugo en una de sus caras. Se lo emplea en la constitución de las barreras laterales internas del pañal con función de contención.



### ***2.5 Punto de vista sobre el cual el tema está siendo abordado***

La solución al problema presentado se aborda bajo la metodología de la Mejora Enfocada, Pilar fundamental del TPM. Dicha metodología propone una serie de pasos ordenados y secuenciales para la eliminación de pérdidas de proceso, así como también sugiere las herramientas analíticas soporte para el análisis de posibles causas. Solo mediante la identificación de las causas raíces de los problemas y tomando las medidas apropiadas para su solución es que resulta posible prevenir la recurrencia de las pérdidas identificadas.

### ***2.6 Trabajos anteriores que abordan el mismo tema***

Para la realización del trabajo final fue necesario investigar acerca de otros estudios relacionados con la problemática planteada y que guardan semejanza con la metodología y los objetivos del presente trabajo de aplicación. A continuación, se mencionan algunos de ellos:

E. Trujillo Hernández (2016) en su tesis *Adaptación de la metodología TPM en empresas pequeñas y medianas (PyMEs) del sector panificador* – Universidad EAFIT (Medellín – Colombia) presenta un caso práctico de aplicación de la metodología TPM a una PyME dedicada a la fabricación de pan; generando así una adaptación de la metodología a los recursos más limitados de la empresa, pero conservando los principios de los procesos esbeltos. El autor remarca la importancia de entender la causa raíz de las pérdidas de manera de asegurar la implementación de la metodología como un hábito para la mejora continua, no meramente para alcanzar una

“certificación”. Asimismo, presta especial importancia a las pérdidas pequeñas y recurrentes que, por su cronicidad, requieren ser analizadas para reducir las o erradicarlas.

F. Rojas Rangel (2011) en su tesis *Implementación de los pilares TPM de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo en la planta de producción Ofixpress SAS – Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga (Santander - Colombia)* presenta casos prácticos de mejora enfocada en diversos equipos de la empresa. Como la compañía se encuentra en un estadio temprano de TPM, los ejemplos evidencian el uso de herramientas simples para el análisis de las oportunidades de mejora tales como el diagrama de estratificación de pérdidas de Pareto y así también el diagrama de espina de pescado o de Ishikawa. Es relevante el hecho que son los equipos de operarios de planta los que son entrenados en el uso de las herramientas y lideran la implementación de la mejora; los que los vuelve partícipes de los resultados y consiguiente mejora de competitividad de la empresa. A su vez se generaron documentos de soporte tales como LUPs<sup>8</sup> y pizarras de control visual como herramientas claves para el seguimiento, estandarización y comunicación de los resultados de los proyectos de mejora de cada equipo.

A. Briones Ossandón (2017) en su tesis *Mejoramiento del sistema de gestión de pérdidas operacionales en la mina Los Bronces – Universidad de Chile*, hace referencia a la importancia de la responsabilidad de las áreas en pérdidas operacionales de sus procesos. Mediante el perfeccionamiento de su sistema computacional de soporte, se

---

<sup>8</sup> LUPs o Lecciones de Un Punto (OPL – One Point Lesson por sus siglas en inglés) son herramientas de comunicación utilizadas para la transferencia de conocimientos y habilidades simples o breves con la característica esencial de ser de una extensión no mayor a una carilla.

obtiene una mejora en la comunicación entre áreas la cual permite sentar las bases para un posterior análisis de pérdidas para su erradicación. En su desarrollo emplea herramientas soporte de la metodología de mejora continua tales como diagrama de Pareto, Diagrama espina de pescado y Análisis Porqué-Porqué haciendo foco en las pérdidas operacionales asociada a tiempos (no uso de materiales u otros recursos).

C. Augusto (2009) en su paper *Desarrollo e Implementación del indicador eficiencia total del equipo en el área de envasado de una planta de detergentes* presenta un caso de estudio para determinar la eficiencia de línea en sus tres aspectos:

- Disponibilidad: Es decir la relación entre el tiempo operativo del equipo y el tiempo total disponible.
- Rendimiento: Es decir la cantidad de productos producidos en relación a su producción teórica.
- Calidad: Definida como la relación entre la cantidad de producto que cumple los requerimientos de calidad y la cantidad total producida.

Trabajando sobre una línea piloto las propuestas de mejora para minimizar las pérdidas detectadas.

Saima, Farasat, Ariful en su *paper* de investigación *“Implementation of Kaizen for continuous improvement of productivity in garment industry in Bangladesh”* – American Academy & Scholarly Research Journal (Vol 7, Nro 3) presentan un trabajo de implementación de grupos kaizen en el sector de costura de una planta de fabricación de equipaje. Los autores demuestran que, con la aplicación de la metodología de la mejora enfocada, se logró un aumento en la eficiencia de línea del 7% y, al mismo tiempo, una reducción de la tasa de defectos del orden del 22%. Al

mismo tiempo, resalta el impacto en la motivación y el grado de involucración del personal con la realización de este tipo de trabajos.

G. Alessandro (2014) en su trabajo *Mejora de Productividad en línea de montaje de industria automotriz* – Escuela de Graduados de Ciencias Económicas Universidad Nacional de Córdoba (Argentina) trabaja con el concepto de productividad para garantizar la competitividad. Introduce la necesidad, sobretodo en esta industria, de trabajar en la disminución de costos en forma metodológica a través de la mejora continua. En particular, emplea el modelo PDCA<sup>9</sup> rescatando puntos relevantes para la implementación de la mejora, por ejemplo, remarcando la criticidad de la planificación cuando hay que realizar modificaciones en las líneas de proceso continuo (para minimizar los tiempos de parada). Por otro lado, remarca la importancia de la participación de diversas áreas en los equipos de mejora, para asegurar la multiplicidad de enfoques y el compromiso en la ejecución y resultados. El trabajo completó las dos primera fases del ciclo, estimando un ahorro de 240 mil dólares en mano de obra directa, mediante una inversión de un poco más de 90 mil dólares para modificaciones de layout.

## ***2.7 Motivos por los que se escoge el tema***

El tema seleccionado resulta de mi interés, pues siempre me he sentido atraída por investigar acerca de la optimización de procesos productivos y de servicios. Mi rol en esta compañía me pone bajo la responsabilidad de liderar estas iniciativas, motivar

---

<sup>9</sup> Las siglas PDCA son el acrónimo de las palabras inglesas *Plan, Do, Check, Act*, equivalentes en español a Planificar, Hacer, Chequear, y Actuar. Representa el ciclo de la mejora continua.

al equipo de trabajo, planificar y coordinar recursos y hacer de esta metodología un modo de trabajo para alcanzar los objetivos propuestos.

De la misma manera, por medio del benchmarking interno, he descubierto que se construyen relaciones colaborativas internas dentro de la empresa. Una vez capturados los beneficios de la mejora, los proyectos no solo se re-aplican en las líneas de una planta, sino que, en la medida que los problemas sean recurrentes, se pueden compartir a nivel regional o global. Esta forma de hacer las cosas se transforma en un factor multiplicador de beneficios de escala mundial, en tanto la tecnología presente similitudes. En el caso particular de estudio, hay en Latinoamérica plantas con idéntica tecnología, al igual que otras regiones de Europa, Asia y África. Todos los ingenieros de proceso matriciales comparten las buenas prácticas como parte del desempeño de su rol.

Por último, pero no menos importante, considero que las mejoras enfocadas constituyen una metodología suficientemente flexible que puede adaptarse para mejorar la competitividad de las PyMEs<sup>10</sup>, reduciendo sus costos, tiempos de entregas de productos, condiciones de equipos de trabajo y calidad de productos o servicios, entre otras cosas. En definitiva, aumentando la eficiencia de equipos y procesos y, al mismo tiempo, irradiando una cultura de “cambiar bien” que ayudaría a su supervivencia a lo largo del tiempo.

---

<sup>10</sup> PyMEs: Acrónimo utilizado para denominar a la pequeña y mediana empresa.

## 3 Marco Teórico

### 3.1 Enfoque teórico

#### 3.1.1 El Origen del TPM

El TPM<sup>11</sup> es el sistema japonés de mantenimiento industrial construido a partir del concepto de *mantenimiento preventivo* desarrollado en la industria norteamericana. Seiichi Nakajima, un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta (JIPM), es reconocido como el profesional que desarrolló los conceptos de TPM.

Este sistema de gestión surgió a partir de una necesidad. Su implementación se inició poco después de la Segunda Guerra Mundial, como respuesta al objetivo la reducción de costos en la industria del automóvil japonesa a fin de garantizar su competitividad<sup>12</sup> en el mercado. Esta disminución de los costos productivos fue posible por el firme propósito de eliminar, de forma consistente, las pérdidas.

Así, durante un período de 15 años, a partir de 1960, Japón experimentó un extraordinario y rápido crecimiento económico. Y lo hicieron en base a un sistema integral que desarrollaba la habilidad humana hasta su plena capacidad mejorando la creatividad, utilizando los materiales y las máquinas en forma correcta y eliminando cualquier costo improductivo.

No obstante, a pesar de comenzar a implementarse a comienzo de los sesenta,

---

<sup>11</sup> TPM (por sus siglas en inglés *Total Productive Maintenance*) en español Mantenimiento Productivo Total. Es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas a través de todo el sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal de la empresa.

<sup>12</sup> Refiere una ventaja basada en el dominio por parte de una empresa de una característica, habilidad, recurso o conocimiento que incrementa su eficiencia y le permite diferenciarse de la competencia.

no atrajo la atención de la industria japonesa sino hasta la primera crisis del petróleo en otoño de 1973. Durante esos años las restricciones de mercado requerían la producción de pequeñas cantidades y muchas variedades de automóviles en condiciones de poca demanda; un hecho al que la industria japonesa del automóvil no se había enfrentado durante todo el período de posguerra. Estas restricciones servían como punto de inflexión para saber si los fabricantes de coches japoneses podían sobrevivir a la competencia por producción en masa y sistemas de venta en masa de una industria ya establecida en Europa y Estados Unidos.

Los gerentes japoneses, acostumbrados a la inflación y a una elevada tasa de crecimiento, se enfrentaron a un escenario de crecimiento cercano a cero y se vieron forzados a resolver disminuciones en la producción. Fue durante esta emergencia económica cuando advirtieron por primera vez los resultados que algunas de sus empresas, principalmente Toyota, estaba alcanzando con su incansable búsqueda de la eliminación de las pérdidas.

Esta fue la clave del éxito del TPM. El mundo estaba mudando su patrón de consumo: desde una época en la que la industria podía vender todo lo que producía hasta la producción de una gran variedad de productos en pequeñas cantidades. Esto obligó a los empresarios a ponerse en los zapatos de sus clientes, para entender que cada uno de ellos tiene conceptos y gustos diversos.

Los procesos fundamentales han sido llamados por el JIPM como "pilares". Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los procesos fundamentales del TPM se estructuran como pilares. Cada uno de ellos:

- Cumple una función específica,
- Es liderado por responsables de diferentes áreas de la empresa,
- Permite la involucración de todos los empleados, ya que se conforman equipos multidisciplinarios.
- Posee una metodología específica, pero mantienen entre ellos una coherencia de actuación (Give and Gets<sup>13</sup>).

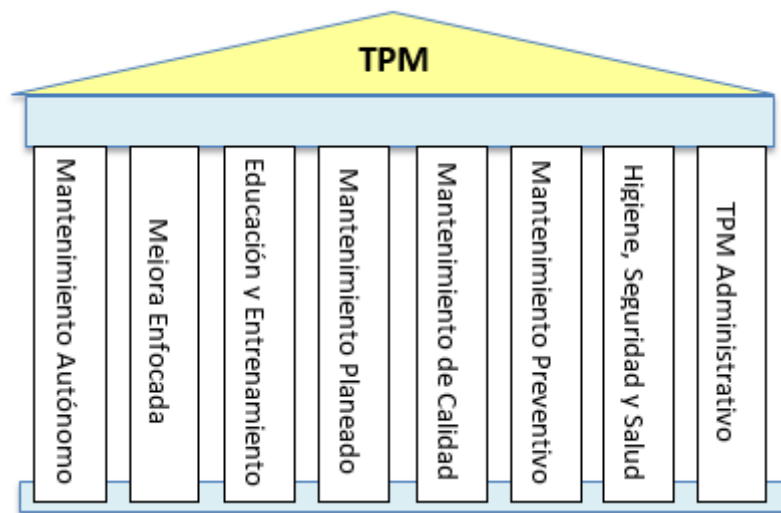


Figura 1 - Los pilares de TPM

Fuente: [http://www.sixsigmainstitute.com/lean/tpm\\_lean.shtml](http://www.sixsigmainstitute.com/lean/tpm_lean.shtml)

Aumentar la eficiencia de los equipos y mantenerlos en óptimas condiciones es una de las metas fundamentales del TPM y para lograrlo es necesario aproximarse al concepto de **cero defectos y cero averías**. Es por ello que se busca generar acciones que permitan eliminar los 3 grandes grupos de pérdidas:

- Pérdidas que impiden la eficiencia en el uso del equipamiento.

<sup>13</sup> *Give & Gets*: Refleja la interacción entre los pilares. Significa que las acciones de un pilar pueden requerir de la intervención de otro y viceversa. Es por esto que los pilares no son compartimentos estancos, sino más bien una red conectada de trabajo.



- Pérdidas que impiden la eficacia del trabajo humano.
- Pérdidas que impiden el uso efectivo de los recursos

En la tabla que se detalla a continuación, se presenta una agrupación de las pérdidas posibles de acuerdo a la teoría de TPM. Sin embargo, resulta importante destacar, que cada compañía puede establecer su propio vademécum de pérdida, de acuerdo al estudio profundo que realice de sus procesos.

TPM: LAS 16 GRANDES PÉRDIDAS				
Paradas Planificadas	Pérdidas que impiden la eficiencia en el uso del equipamiento	COSTO (En Horas)	COSTO (En \$)	COSTO TOTAL DE LA PERDIDA
Averías y fallas del equipo				
Microparadas				
Cambios de producto				
Arranques y ajustes / Puesta a punto				
Perdidas de velocidad				
Defectos y reproceso				
Herramientas inadecuadas o en mal estado				
Mermas de materia prima	Pérdidas que impiden la eficiencia del trabajo de personas	COSTO (En Horas)	COSTO (En \$)	
Mermas de producto				
Uso ineficiente de Energía				
Planificación / Programación				
Movimiento / Desplazamiento				
Desorganización de líneas	Pérdidas que impiden la eficiencia en el uso de recursos	COSTO (En Horas)	COSTO (En \$)	
Logística interna				
Mediciones				

Tabla 1 - Los 16 tipos de pérdidas en las empresas

Fuente: Tokutaro Suzuki (1992) *TPM en industrias de Proceso*. Tokyo. TGP-Hoshin, S. L.

### 3.1.2 Kobetsu Kaizen o Mejoras enfocadas

Kaizen es una palabra híbrida japonesa compuesta por dos conceptos: **Kai** (cambio) y **Zen** (para mejorar). Maasaki Imai (2006) amplía el concepto enunciando que “Kaizen implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas involucrando a toda la organización, un mejoramiento continuo que

involucra a todos gerentes y trabajadores por igual”. Cuando el término involucra el manejo de las sugerencias que provienen de los empleados (Gemba Kaizen) esto se traduce en la estrategia de Mejora continua (CI<sup>14</sup>). De esta manera, se convierte en el medio para que los operarios puedan contribuir en la mejora de sus procesos de trabajo, y de esta forma, al desarrollo de la empresa. Según Jacobs (2000) “el Mejoramiento Continuo, es una filosofía gerencial que asume el reto del mejoramiento de un producto, proceso y organización como un proceso de nunca acabar, en el que se van consiguiendo pequeñas victorias. Es una parte integral de un sistema gerencial de calidad total”. Consecuentemente, la Mejora Continua es una de las estrategias más importantes para el desarrollo de la excelencia en producción y es considerada de vital importancia para garantizar la competitividad. Representa el esfuerzo por mejorar por parte de todos los miembros de una organización.

*Se podría decir entonces que Kaizen es la filosofía que procura eliminar las actividades que no agregan valor a los procesos de trabajo, los llamados «mudas» en japonés” (Ohno - 1988). Y el TPM es una de las metodologías por las que se puede enseñar esta filosofía dentro de la cultura de la empresa, ya que el pilar de Mejoras enfocadas forma parte de los ocho pilares de implementación de TPM.*

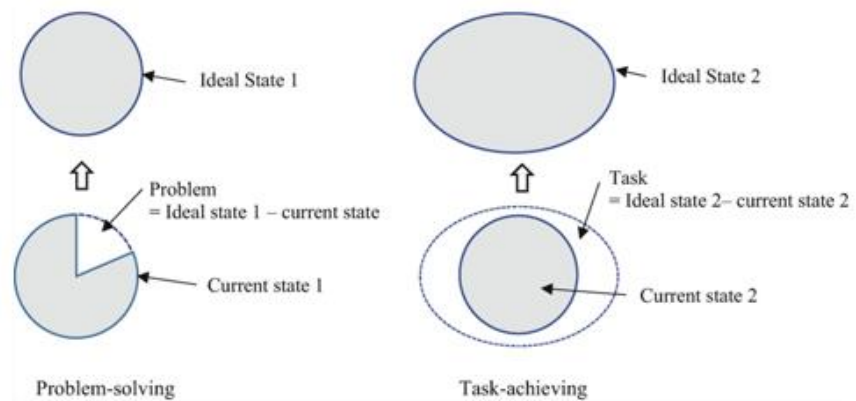
Otro punto de vista interesante para definir Kaizen, lo propone Seiji Sugimoto (2018, p. 70) el cual define el kaizen como todas las actividades que deben llevarse a cabo para cubrir la *brecha entre la situación actual y la situación ideal*.

Bajo esta óptica se pueden distinguir dos tipos de kaizen:

---

<sup>14</sup> CI: *Continuous Improvement* o Mejora Continua es el proceso de hacer mejoras incrementales, sin importar lo pequeñas que sean, alcanzando el objetivo de eliminar todo el desperdicio y aquello que añade costo sin añadir valor.

- Kaizen **orientado a resolución de problemas** (ver fig 1, situación a): son las actividades a nivel operacional que permiten eliminar las pérdidas, incrementando de esta manera la eficiencia en el uso de los recursos.
- Kaizen **orientado al logro de objetivos** (ver fig 1, situación b): son las actividades llevadas a cabo por la gerencia de la compañía a nivel estratégico, por ejemplo, para ganar mercado o bien para incrementar la competitividad que le asegure permanecer competitivo.



**Figura 2- Tipos de Kaizen**

Fuente: S. Sugimoto (2018) Kaizen in Practice

Es por esto que se puede considerar al Kaizen como una *estrategia de aplicación multinivel*. En la tabla 1 a continuación se sintetizan las características de ambos tipos de Kaizen desde el punto de vista de su alcance, recursos y nivel de implementación.

<b>KAIZEN</b>	<b>Orientado a Resolución de Problemas</b>	<b>Orientado a objetivos estratégicos</b>
Estado Ideal	Metas y objetivos definidos	El objetivo se establece por benchmarking externo hacia un estado futuro deseado
Orientación	Mayormente de abajo hacia arriba (desde piso de fábrica a dirección)	Mayormente de arriba hacia abajo (directivo)
Dimensión de la brecha	Brecha relativamente pequeña	Brecha generalmente grande
Foco de las actividades <i>Kaizen</i>	Es crítico la identificación de la causa raíz del problema	Es crítico la planificación y el desarrollo de ideas para alcanzar el estado ideal.
Recursos involucrados (gente, tiempo, etc.)	Relativamente poca cantidad de recursos involucrados	Se requiere una gran cantidad de recursos e información
Implementadores del <i>Kaizen</i>	Trabajadores de planta, círculos QC, grupos multifuncionales	Gerencia de planta, ingenieros especialistas, consultores

**Tabla 2 - Caracterización de los tipos de Kaizen**

Fuente: S. Sugimoto (2018) *Kaizen in Practice*

En términos generales, la metodología a seguir para la aplicación de Kaizen, dentro del pilar de mejoras enfocadas, consiste en lo siguiente:

- Definir el área de mejora,
- Seleccionar el problema a solucionar,
- Identificar la causa raíz del problema a solucionar,
- Planificar las medidas de remediación,
- Implementar el Proyecto de mejora,
- Medir, analizar y comparar los resultados de la implementación con la situación original,

- Documentar la mejora para estandarizar.

Los resultados deben comunicarse, es decir, hacerse visibles. De esta manera, se motiva la continua puesta en práctica de la metodología ya que los colaboradores conocen y celebran la manera en cómo contribuyeron los beneficios alcanzados. Las mejoras deben cuantificarse según su impacto en la matriz PQCDMS, de acuerdo a los criterios expuestos en la tabla 3 que se detalla a continuación.

<b>P (producción)</b>	<b>Q (calidad)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aumento de productividad de personal</li> <li>2. Aumento de productividad del equipo</li> <li>3. Aumento de productividad de valor añadido</li> <li>4. Aumento de la tasa de operación de la planta</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción de la tasa de defectos de proceso</li> <li>2. Reducción de quejas de clientes</li> <li>3. Reducción de tasa de desecho</li> <li>4. Reducción de costos de reprocesamiento</li> </ol>
<b>C (costos)</b>	<b>D (entregas)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción de horas de mantenimiento</li> <li>2. Reducción de costos de recursos (reducción de consumos unitarios)</li> <li>3. Ahorro de energía</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción de entregas retrasadas</li> <li>2. Reducción de stocks de producción aumento de tasa de rotación de inventarios</li> <li>3. Reducción de stock de repuestos</li> </ol>
<b>S (seguridad)</b>	<b>M (Moral)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción de números de accidentes con baja laboral</li> <li>2. Reducción de número de otros accidentes</li> <li>3. Eliminación de incidentes de polución</li> <li>4. Grado de mejora en requerimientos de entorno legales</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aumento de número de sugerencias de mejora</li> <li>2. Aumento de frecuencia de las actividades de pequeños grupos</li> <li>3. Aumento de números de irregularidades detectadas</li> </ol>

**Tabla 3 - Indicadores para evaluar los outputs de producción**

Fuente: Tokutaro Suzuki (1992) *TPM en industrias de Proceso*. Tokyo. TGP-Hoshin, S. L.

### 3.1.3 Técnicas analíticas para mejoras enfocadas

#### 3.1.3.1 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una gráfica que se utiliza para organizar datos

de manera que queden en forma descendente, de izquierda a derecha y tal que nos permita priorizar las causas que se establezcan. Es por eso que una de las leyes principales que se toma como base en el diagrama de Pareto es la “ley 80-20” o también conocida como de “los pocos vitales y muchos triviales” según la Universidad de Vigo (2011).

Otro punto importante de este diagrama es que nos permite evaluar la evolución de la mejora de una empresa, ya que, al atacar los problemas más relevantes en forma consecutiva, se obtienen resultados inmediatos y se pueden plasmar su evolución gráficamente.

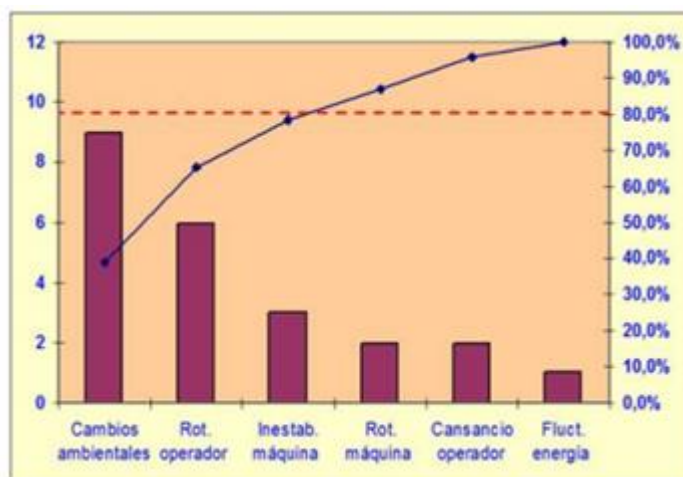


Figura 3 - Diagrama de Pareto

Fuente: [https://calidadgestion.worldpress.com/2012/09/11/mejora\\_continua-diagrama\\_de\\_pareto](https://calidadgestion.worldpress.com/2012/09/11/mejora_continua-diagrama_de_pareto)

### 3.1.3.2 Análisis Why-Why o Porqué-Porqué

El análisis Porqué - Porqué es una herramienta que investiga en forma secuencial y lógica las causas de un problema indagando su causa raíz. De

acuerdo a este método, el analista debe preguntarse al menos cinco veces el “porqué” de una determinada causa de falla o anomalía y esta insistencia tiene el objetivo de llegar a las causas profundas del fenómeno, descartando las causas superficiales u obvias.

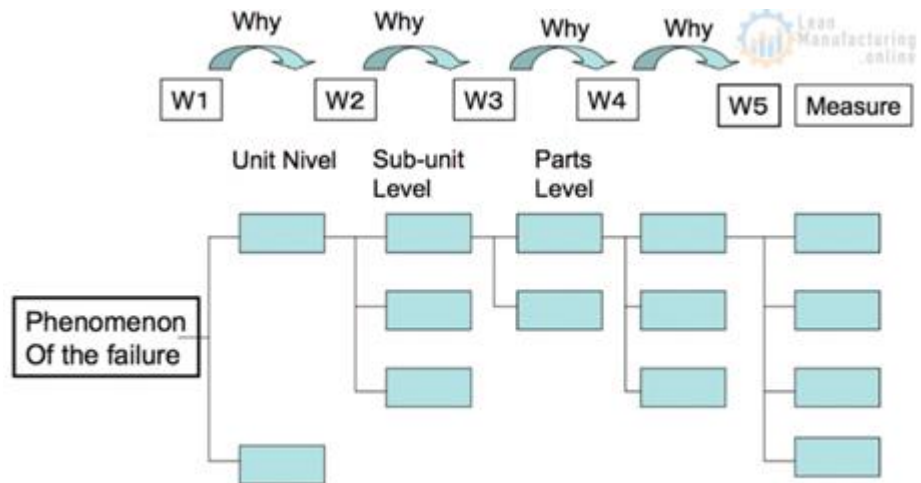


Figura 4 - Estructura de análisis Porqué - Porqué

Fuente: <https://leanmanufacturing.online/why-why-analysis/>

### 3.1.3.3 Diagrama de Causa-Efecto o de Ishikawa

Es una de las herramientas más conocidas para la detección de problemas, resulta ser muy útil tanto para procesos productivos o para procesos administrativos. Este diagrama ayuda a ordenar y presentar todas las posibles causas del problema (efecto) que se ha identificado.

Para establecerlas se recomienda dividir las causas en categorías conocidas como las **6M**: mano de obra, materiales, métodos de trabajo, maquinaria, medio ambiente o entorno de trabajo y medición. Dentro de cada una de las categorías debe haber causas específicas que desencadenan en el problema

detectado. A continuación, en la figura 5 se muestra un ejemplo del diagrama:

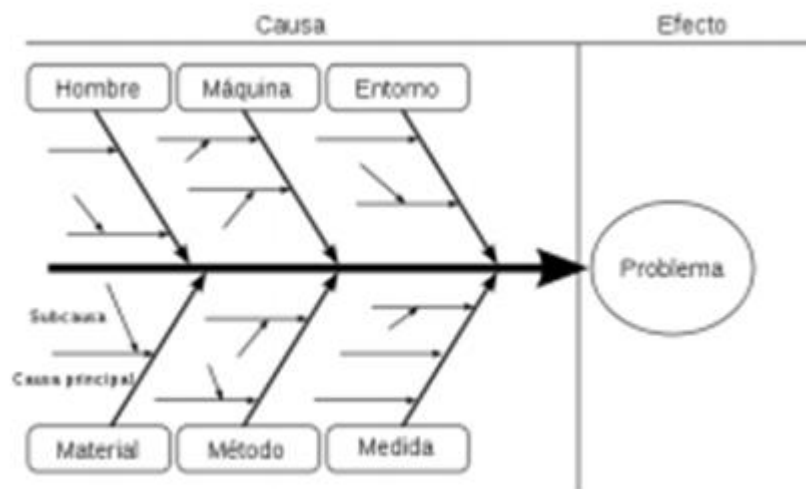


Figura 5 - Esquema del Diagrama Causa - Efecto

Fuente: <http://gestiondeoperaciones.net>

El diagrama de Ishikawa funciona relacionando todas las causas principales con las sub-causas para determinar el efecto que estas pueden tener en una empresa. El efecto, generalmente es un problema desencadenado por todas las causas antes analizadas.

#### 3.1.3.4 Método 6 “W” + 2 “H”


Esta metodología de análisis tiene por objetivo ayudar a definir en detalle el problema a abordar, para luego proceder al análisis causa-efecto. Parte de la premisa de hacer una descripción inicial del problema y, posteriormente, responder las siguientes preguntas:

1. **¿Qué sucede?** Describiendo el fenómeno en detalle de acuerdo a lo observado in situ



2. **¿Dónde sucede?** Describiendo las transformaciones que se producen donde ocurre la pérdida observada
3. **¿En qué productos sucede?** Si la línea es multiproducto (en formatos o tipos de producto) esta pregunta busca responder si se observan diferencias en el fenómeno de acuerdo al producto que está elaborando la línea. La segmentación se puede describir o representar mediante un diagrama de Pareto.
4. **¿Cuándo sucede?** Identificar si el problema ocurre durante el arranque o la operación normal.
5. **¿Quién lo produce?** Esta pregunta permite identificar la incidencia del factor humano en el fenómeno; es decir, si existen variaciones entre los turnos de producción y/o entre los operarios.
6. **¿A quiénes afecta?** Esta pregunta se orienta a la identificación de líneas, sistemas y operaciones afectadas por el fenómeno.
7. **¿Cómo ocurre?** Describir el fenómeno en términos de modo de falla o tipo de pérdida.
8. **¿Cuánto es su impacto?** Se debe cuantificar la pérdida en términos de frecuencia, magnitud, recurrencia y/o costo.

**6W-2H Problem Analysis**  
(Getting to a Focused Problem Statement)



<b>Initial Problem Statement:</b>	
<b>1. What?</b> Describe the phenomenon. What do you see?	<b>5. Who?</b> Variation among teams, people, other.... :
<b>2. Where?</b> The Transformations where the loss occurs (where not)	<b>6. To Whom?</b> Lines, Systems, Operations affected:
<b>3. Which?</b> Brands, SKU's, formats, materials affected (which not):	<b>1. How?</b> Circumstances of the loss; Failure Mode.
<b>4. When?</b> Start-up, Normal Operation; When did the problem start?	<b>2. How Much?</b> Magnitude: Number, frequency, amount... :
<b>New Refocused Problem Statement:</b> Evaluate the 6W-2H data and update your Problem Statement to be more focused	

**Figura 6 – Esquema del Método 6 W + 2 H**

*Fuente: Formulario interno empresa Dreaming SA*

En el apéndice 3 se encuentra un ejemplo de este formulario.

### 3.1.3.5 Análisis P-M

El análisis P-M permite analizar fallos de proceso en función de sus principios físicos, relacionando los mecanismos de dichos fenómenos con los inputs de la producción (equipos, materiales, métodos y personas).

Este método se emplea generalmente para resolver pérdidas crónicas, complejas e interrelacionadas y, debido a su complejidad, se usa para resolver aquellas pérdidas que no pueden ser abordadas en el análisis por alguna otra técnica analítica.



**Figura 7 – Esquema del Análisis P-M**

Fuente: Tokutaro Suzuki (1992) *TPM en industrias de Proceso*. Tokyo. TGP-Hoshin, S. L.

### 3.1.4 Vinculación entre Kaizen y otros modelos de mejora continua

La mejora continua es una mentalidad mediante la cual las organizaciones se esfuerzan por buscar siempre mejores formas de hacer las cosas: esta búsqueda conduce a la evolución de los productos, servicios, flujos de trabajo y otros aspectos de la organización para que sean más óptimos y eficientes. tiempo extraordinario.

Históricamente, el concepto se ha aplicado a la fabricación con el objetivo final de eliminar el desperdicio (ya sea tiempo, materias primas, mano de obra) del proceso de fabricación con la finalidad de que el producto final se pueda fabricar más rápido y barato y que llegue al consumidor lo más pronto posible.

En la actualidad, la mejora continua se ha extendido a entornos basados en el conocimiento para eliminar el desperdicio o las ineficiencias de los procesos intangibles, como aquellos basada en el conocimiento, siempre con el objetivo de crear un mejor producto final de una manera más eficiente.

Además de la metodología Kaizen, sobre la cual se ha profundizado, existen

diversos métodos que permiten ordenar el proceso de detección, medición y eliminación de pérdidas. Algunos de ellos surgieron en circunstancias históricas, organizaciones o con objetivos diferentes al Kaizen japonés, pero comparten la misma filosofía. Ellos son:

#### **3.1.4.1 Six Sigma**

Fue desarrollado por la empresa Motorola en el año 1988 por el ingeniero Bill Smith, como una estrategia de negocios y mejora de la calidad. Posteriormente fue mejorado y popularizado por la compañía General Electric. El objetivo de Six Sigma es minimizar fallas, defectos y cualquier variación del proceso para aumentar la calidad general del producto. El término  $6\sigma$  refiere a un patrón estadístico que se emplea para indicar la proporción de productos defectuosos admitidos por cada millón de unidades producidas (DPMO<sup>15</sup>). El valor admitido es 3.4 elementos, o bien, puesto en otros términos, la tasa de éxito esperada es del 99.99966%.

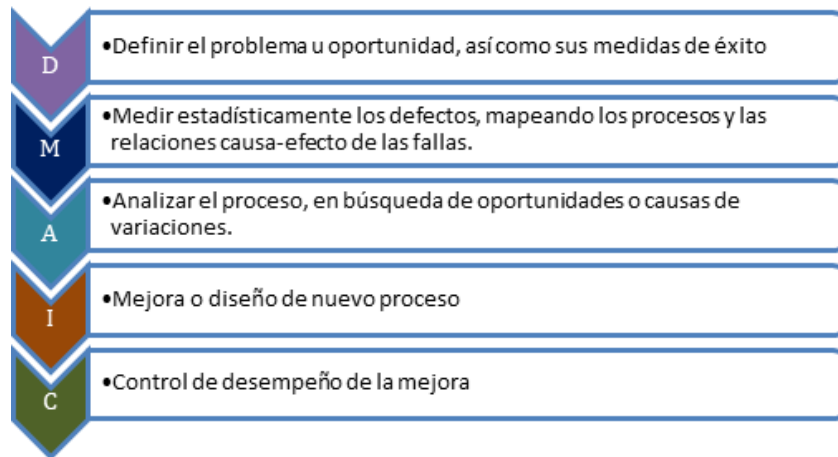
Seis Sigma utiliza dos diferentes metodologías, dependiendo del hecho de si va a aplicarse en un proceso existente (DMAIC<sup>16</sup>) o sobre un nuevo proceso a diseñar (DFSS<sup>17</sup>). Dentro de cada metodología se emplean diferentes herramientas, incluyendo Análisis Porque-Porque o Análisis Costo-Beneficio. Ambas metodologías se basan en los siguientes principios:

---

<sup>15</sup> **DPMO** (en inglés Defects **P**er one **M**illion **O**pportunities) Acrónimo usado para definir la tasa admisible de defectos por millón de oportunidades.

<sup>16</sup> **DMAIC** Acrónimo que representa los pasos a seguir para la mejora de procesos: **D**efinir – **M**edir – **A**nalizar – **M**ejorar (Improve en inglés) y **C**ontrolar.

<sup>17</sup> **DFSS** (en inglés Design For Six Sigma) Acrónimo que representa el proceso de diseño de ingeniería o un método de gestión de procesos comerciales basado en los principios de Seis Sigma.

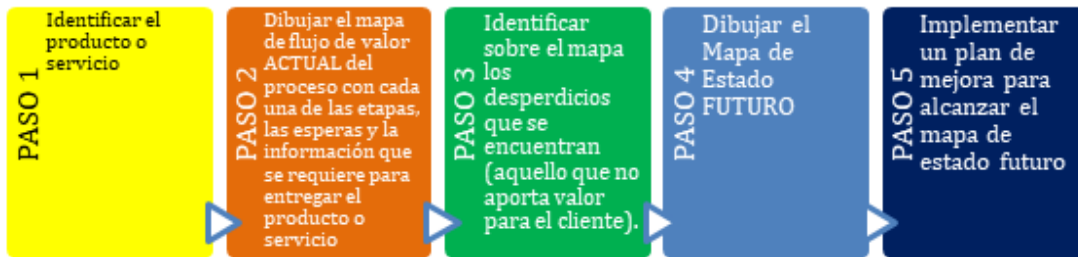


**Figura 8 - Six Sigma**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.4.2 Value Stream Mapping

Conocida como Mapa de Flujo de Valor, es una metodología utilizada para investigar en profundidad los procesos, tanto dentro de la organización como en la cadena de abastecimiento, reduciendo o eliminando recursos innecesarios, tiempo y costo en búsqueda de la mejora continua. Para lograr esto, es preciso analizar las actividades dentro de los procesos centrales requeridos y así determinar si cada paso agrega o no valor al cliente externo. La optimización del proceso deviene de eliminar o reducir todas las actividades que no añadan valor dentro en el proceso de producción. Esta metodología, en conjunto con el KanBan y el Justo a Tiempo son la base para el desarrollo de Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta.



**Figura 9 – Value Stream Mapping**

Fuente: Elaboración Propia

En el ejemplo genérico que se presenta a continuación, se observan algunos elementos que componen el mapa de valor, estos son:

- Flujo de información: Manual o electrónica
- Inventarios
- Flujo de materiales
- Transportes por tipo: camión de carga, tren u otros.
- Operaciones o Procesos
- Tiempos de ciclo para cada operación del proceso.

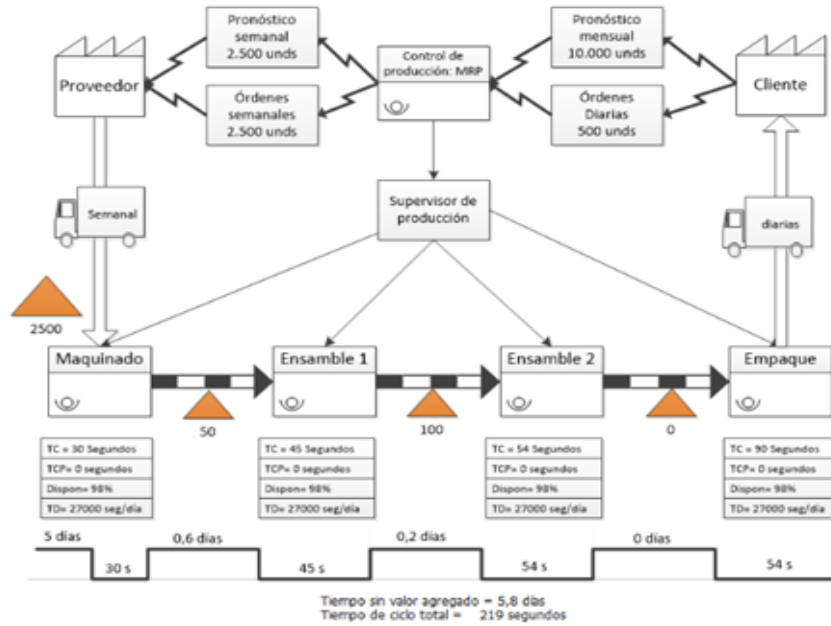


Figura 10 - Mapa de Flujo de Valor

Fuente: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mapa-de-flujo-de-valor-vsm/>

### 3.1.4.3 PDCA

El **Ciclo PDCA**<sup>18</sup> también se lo denomina espiral de mejora continua, es una estrategia empleada para la mejora continua de la calidad en cuatro pasos. Según algunos autores, el concepto fue ideado por Walter A Shewhart, mentor de William E Deming, pero fue este último quien lo difundió y popularizó su uso para la mejora de calidad de procesos de las empresas japonesas a comienzos del 1950. Muchas veces se lo conoce también como Ciclo de Deming.

Las siglas **PDCA** son el acrónimo de las palabras inglesas **Plan, Do, Check, Act**, equivalentes en español a **Planificar, Hacer, Chequear, y Actuar**.

<sup>18</sup> Fuente: <https://www.calidad-gestion.com.ar>



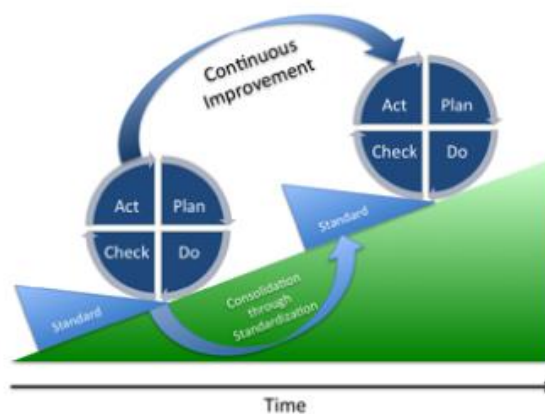
**Figura 11 - El ciclo PDCA**

Fuente: <https://www.slideshare.net/EricSonnyGarcaAngeles/pdca-plan-107765296>

La interpretación de este ciclo es muy sencilla. Cuando se busca obtener algo:

- Primero se debe planificar cómo conseguirlo (Planear),
- Después se procede a realizar las acciones planificadas (Hacer),
- A continuación, se comprueba qué tal se ha hecho (Chequear)
- Finalmente, se implementan los cambios pertinentes para no volver a incurrir en los mismos errores (Actuar).

Nuevamente se empieza el ciclo planificando su ejecución, pero introduciendo las mejoras provenientes de la experiencia anterior.



**Figura 12 - La Mejora continua y el Ciclo PDCA**

Fuente: <https://altacuncta.wordpress.com/>



### 3.1.4.4 QC Story

Una aplicación de uso común para la erradicación de defectos de calidad se denomina QC Story. La misma se basa en el ciclo PDCA y su nombre proviene del desarrollo del problema y de su solución, que se ejecuta como si fuese una narración (o story). La sigla **QC** significa *Quality Control* (Control de la Calidad) por lo cual también se conoce como la Ruta de la Calidad.

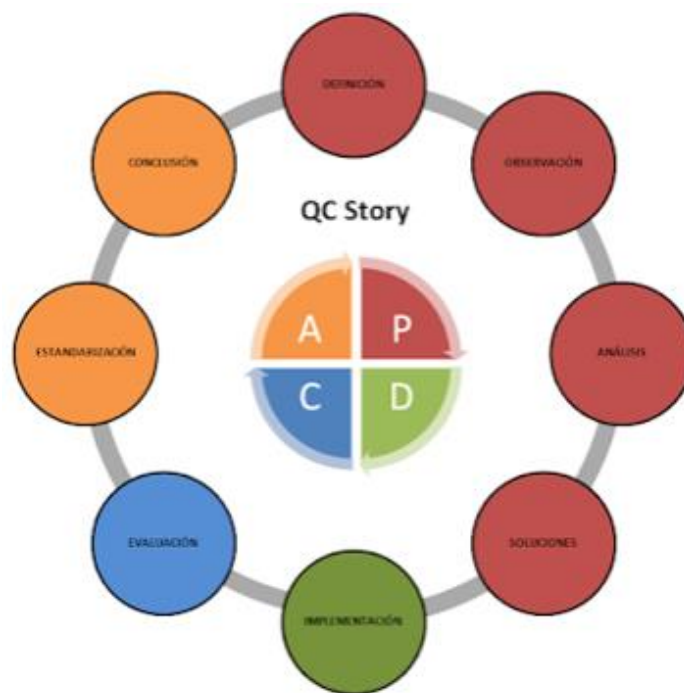
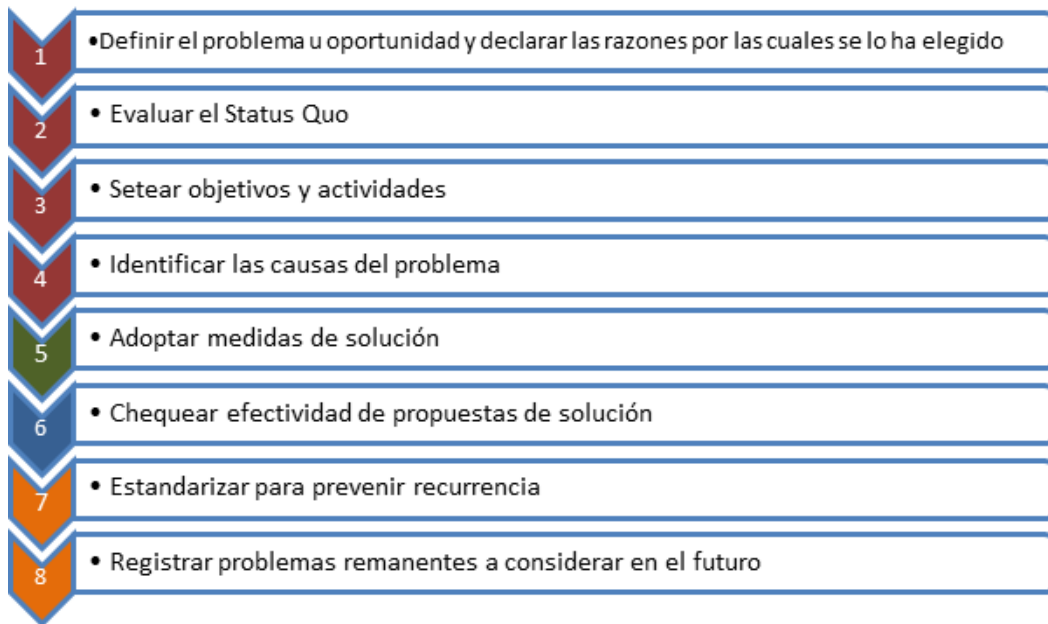


Figura 13 - Esquema del Método QC Story

Fuente: <http://ctcalidad.blogspot.com/2019/08/qc-story-una-aplicacion-del-ciclo-de.html>

Los pasos de esta metodología son los siguientes:



**Figura 14 - Pasos Método QC Story**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.4.5 Método 8D

Este método fue empleado por el gobierno de Estados Unidos durante la Segunda Guerra Mundial, haciendo referencia a él como *Military Standard 1520: Corrective action and disposition system for nonconforming material* (en español, Estándar Militar 1520: Acción correctiva y sistema de disposición para material no conforme).

Posteriormente, la empresa automovilística norteamericana Ford lo popularizó en las décadas del 60 y 70. El método 8D<sup>19</sup> se usa para identificar, corregir y eliminar problemas y es de gran utilidad en la mejora de productos y procesos. Establece una práctica estándar basada en hechos e investiga el origen del problema mediante la determinación de la causa raíz. La estructura de la metodología es la siguiente:

<sup>19</sup> Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ocho\\_disciplinas\\_para\\_la\\_resoluci%C3%B3n\\_de\\_problemas](https://es.wikipedia.org/wiki/Ocho_disciplinas_para_la_resoluci%C3%B3n_de_problemas)



**Figura 15 - Método 8D**

Fuente: Elaboración Propia

A finales de los años 90, Ford desarrolló una nueva versión del 8D denominada oficialmente "Global 8D" (G8D) que sirve como estándar actual en Ford y en muchas otras compañías del sector del automóvil. Los cambios respecto a la versión original son los siguientes:

- Se incluye un paso inicial D0 (D-Cero). En D0, el equipo documenta los síntomas que dieron paso a las actividades iniciales junto con actividades de contención del problema. De esta manera, se evalúa si corresponde avanzar o no con los restantes pasos de la metodología.
- Se adiciona una vía de salida en los puntos D4 a D6 con el objetivo de conocer la idea es qué falló en el sistema de control para que ocurriera el problema. Posteriormente, el proceso requiere que el equipo diseñe, implemente y valide acciones correctivas permanentes para solucionar la vía de escape del

problema.

Junto con estas mejoras en el proceso, Ford desarrolló un paquete de software basado en la web para facilitar la implementación del proceso, la estandarización de los informes y la creación de una base de datos sobre problemas y soluciones. Hoy en día hay abundantes aplicaciones de software dedicadas a los 8Ds y el método se ha extendido más allá de la industria del automóvil.

#### **3.1.4.6 Monozukuri**

Monozukuri es una palabra japonesa que significa literalmente «proceso de fabricación de algo», formada por «cosa» (物, **mono**) y «proceso de fabricar» (作り, **tsukuri, o-zukuri**). En general en las empresas donde se aplica esta filosofía, los grupos monozukuri tienen la ventaja de poder derribar los muros interdepartamentales que retrasan la aplicación de mejoras, con el objetivo de buscar el bien de toda la organización.

Monozukuri, como concepto de "Hacer las cosas bien" tiene su origen en el 2000 a.C. pero alcanzó su apogeo en el periodo *Edo* y floreció hasta bien entrado el período *Meiji*. En el monozukuri heredado de los artesanos japoneses, el énfasis está en el objeto y en el proceso de fabricación no en el artesano mismo, se privilegian los detalles y no las ostentaciones estéticas. Como sistema de producción fue introducido por empresas subsidiarias de multinacionales del mundo del automóvil (NEC, Nissan, Toshiba, Mazda o Sharp). No se trata de una metodología homogénea y comparable dentro de estas industrias. El monozukuri es una filosofía de trabajo que es interpretada por cada organización. Se podría ampliar su definición como un *estado*

*mental* que hace producir bien, integrando toda la cadena de valor y mejorando en todos sus aspectos continuamente. El Monozukuri se aleja un poco de los postulados del lean manufacturing, puesto que es un sistema más genérico y que nace de la interacción de varias industrias y sectores, incluso es aplicable en producción en masa y producción artesanal lo cual no es posible con lean manufacturing que se aplica a producción ajustada.

Luego ha tenido derivaciones como el Monozukuri-Genba, que es una metodología que se basa en 4 niveles de madurez del sistema de producción. El Monozukuri-Genba transforma las organizaciones formando la base, a través de los supervisores, líderes y operarios de producción. Se lo considera como un sistema de producción que engloba otras metodologías como Kaizen, TPM, 5S, JIT.

En cada nivel de madurez se aplican herramientas según los problemas reales de los pisos de producción.

Desde otro punto de vista, algunos autores agrupan las distintas metodologías de mejora continua según su posible aplicación, teniendo en cuenta el grado de madurez de la compañía<sup>20</sup>:

---

<sup>20</sup> Fuente: <https://arrizabalagauriarte.com/the-difference-between-5s-and-kaizen/>



Figura 16 - La Mejora Continua en la evolución de la empresa

Fuente: <https://arrizabalagauriarte.com/the-difference-between-5s-and-kaizen/>

### 3.1.4.7 “Fail fast, fail forward”

Esta metodología propone una alternativa ya que busca avanzar implacablemente hacia mejores soluciones permitiendo cometer errores y aprender de forma rápida y cómoda. Siempre y cuando se vaya en la dirección correcta, reconoce a las fallas como pasos en el camino hacia el éxito.

Resulta importante comprender lo que significa: no se trata de fracasar con las grandes ideas generales o la estrategia del negocio, sino de jugar con pequeñas acciones a medida que se avanza hacia las soluciones óptimas.

Bob Shelton, jefe de innovación global de PwC, dijo que la idea está mejor representada por un motor darwiniano que 'late en el corazón de la organización, impulsando el aprendizaje y dejando de lado las ideas que no funcionan’.

El mismo está en desacuerdo con la palabra “fallar” ya que la misma tiene connotaciones negativas. Compara el método con el proceso científico, que desarrolla una hipótesis, analiza las pruebas, vuelve a hipotetizar y refina nuevamente las ideas.

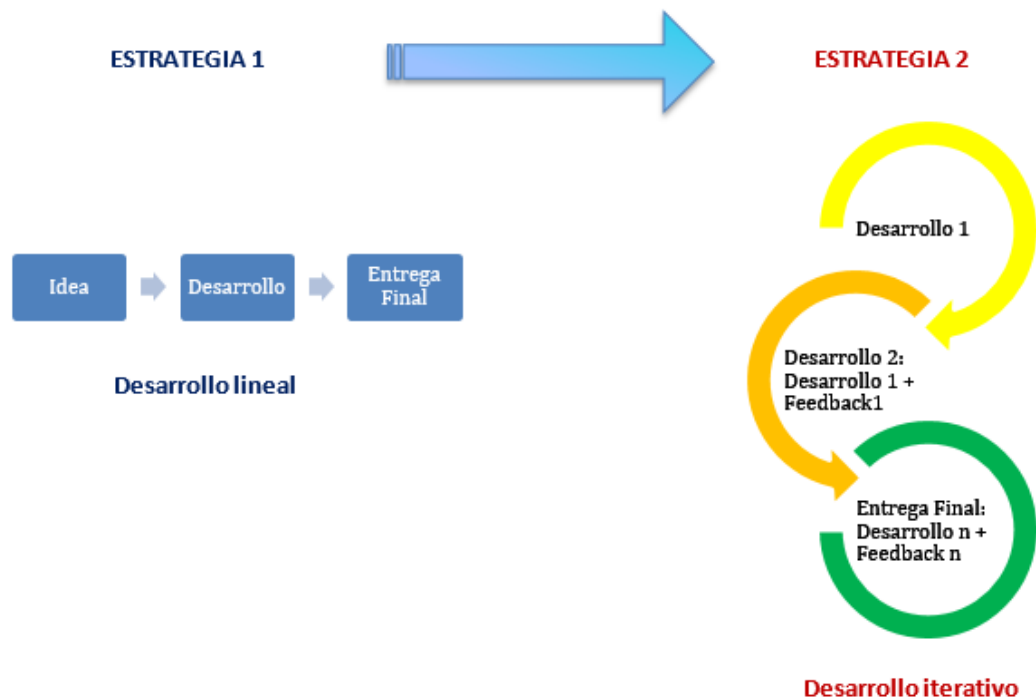
En última instancia, este método se basa en la creencia de que la exploración audaz de nuevas ideas, en la cultura organizacional que no genera culpa ante el error, conduce a lograr resultados innovadores. No se trata de perseguir el fracaso, sino de aprender mediante la experiencia.

#### **3.1.4.8 Perpetual beta**

Perpetual beta<sup>21</sup> representa una mentalidad y una estrategia de mejora continua basada en el principio de que un producto, servicio o solución nunca puede ser perfecto o completo. Tiene su origen en la industria del desarrollo de software. A lo largo de los años, el método preferido para desarrollar software ha migrado desde: esperar hasta lograr el mejor producto posible para enviar a los clientes hasta enviar un producto que sea viable como sea necesario y luego, iniciar un proceso de retroalimentación constructiva, mejorando continuamente conforme a las demandas cambiantes de los clientes.

---

<sup>21</sup> Fuente:<https://www.investorsinpeople.com/knowledge/continuous-improvement-models-four-great-options-for-you/>



**Figura 17 - Método Perpetual Beta**

Fuente: Elaboración Propia

Hoy en día, el término se usa para describir cualquier organización con un producto o servicio que opera con un fuerte ciclo de retroalimentación entre el cliente y la organización, donde las mejoras se realizan y se implementan rápidamente, y donde el ciclo de mejora / testeo / retroalimentación es la manera cómo se realizan las mejoras.

### 3.1.5 Relación de la filosofía Kaizen y las metodologías expuestas

Como ya se indicó la filosofía Kaizen tiene su origen en Japón y puede considerarse una corriente cultural cuyos principios y valores son compartidos por muchas metodologías desarrolladas en el seno de compañías muy diversas. Los principios se basan principalmente en orientar a las personas a la mejora continua



mediante la aplicación de disciplina, constancia y creatividad en pos de mejorar los procesos.

Por eso es que, al compartir estos principios, múltiples metodologías como VSM, 8D (desarrollada en Ford entre los 60-70 y refundada en los 90), TPM (de la automotriz Toyota), Qc Story (de aplicación en Calidad), PDCA (o Ciclo de Shewhart-Deming) y también aquellas que se aplican en el sector de Servicios como Fail fast, fail forward (PwC) o Perpetual Beta (de uso habitual en la industria del software) pueden ponerse bajo la misma filosofía de mejora continua o Kaizen.



Figura 18 - La Filosofía Kaizen y las metodologías

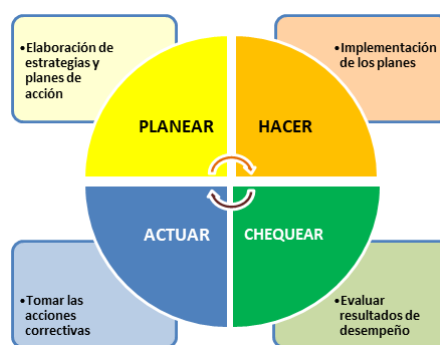
Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.6 Hoshin Kanri

Por su significado etimológico, **Hoshin** representa una brújula mientras que **Kanri** expresa administración o control. De esta manera, se puede definir Hoshin Kanri como *“el conjunto de actividades llevadas a cabo por parte de todos los colaboradores de la empresa con el fin de alcanzar los objetivos establecidos en el corto, mediano y largo plazo, basándose en los fundamentos del Hoshin”*.

Es por esto que el Hoshin Kanri se concibe como un sistema de trabajo cuyo fin es crear una organización capaz de mantener un alto rendimiento y producir resultados, mediante:

- El establecimiento de planes de gestión anuales, vinculados con la estrategia de mediano a largo plazo.
- La priorización de actividades y recursos.
- El involucramiento de todos los miembros de la organización, desde los altos a los bajos mandos, quienes aclaran los objetivos y actividades desde sus respectivas posiciones. En el Hoshin Kanri, la dirección comparte los objetivos estratégicos con todos sus colaboradores implantando un sistema de responsabilidades en cascada que supone que cada persona de la organización participa del alcance de los objetivos.
- El enfoque en el ciclo de gestión P-D-C-A y el ejercicio de los controles y seguimientos realizados durante la implementación del Hoshin.



**Figura 19 - Hoshin Kanri**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.6 Productividad y Eficiencia

Se define productividad como el vínculo que se establece entre los productos obtenidos y los medios (recursos humanos, materiales, capital, conocimientos, etc.) que se han utilizado para obtener dicha producción. Está relacionada con el tiempo y la eficiencia, es un indicador que relaciona los resultados y el tiempo que se ha utilizado para obtenerlos. A mayor producción, con igual cantidad de insumos, la productividad mejora. De la misma manera, cuando se emplea un menor número de insumos para una misma producción, la productividad mejora.

Es por esto que la productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado. Es una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para lograr determinados niveles de producción. La formulación de la productividad puede plantearse de tres maneras:

- Productividad total: es el cociente entre la producción total y todos los factores empleados.
- Productividad multifactorial: relaciona la producción final con varios factores, normalmente trabajo y capital,
- Productividad parcial: es el cociente entre la producción final y un solo factor productivo.

“Estos cocientes, tanto numerador (producción) como denominador (factores) deberán estar expresados en la misma unidad, generalmente en unidades monetarias” (Cruelles Ruiz, 2012)

Un concepto íntimamente relacionado con la productividad es la eficiencia: Este factor mide el aprovechamiento o el desperdicio de energía. Por lo tanto, para

maximizar la eficiencia se debe minimizar el desperdicio de los recursos materiales e intangibles, incluyendo el tiempo y el espacio.

### ***3.2 Variables que se usaron en el análisis***

Definiendo al MU o utilización del material como la siguiente relación:

$$MU = \frac{\text{cantidad de material entregado}}{\text{cantidad de material teórico necesario}} (\%)$$

Se pueden establecer las variables que intervienen en el proceso y son las siguientes:

- Tensión del material: pre-definida (fabricante) y debobinado en línea.
- Manipulación en bobinas en línea de producción (desmante).
- Manipulación de bundle en depósito.
- Material en fin de cono de debobinado.
- Descarte de línea.
- Scrap de línea.

Para los efectos de la realización del presente trabajo práctico se considerarán constantes la tensión del material del fabricante, es decir, que el mismo tiene un proceso de trabajo controlado y las bobinas entregadas no presentan variaciones de tensión relevantes. Tampoco se considera variable el scrap de línea, ya que es el resultado de la performance de toda la línea de producción, no solo de un material. Respecto a este punto se considerará restricción de borde no incrementar los paros del área asociados al material, ya que esto incrementaría el descarte de línea por arranque.

### ***3.3 Referencia a los padres de la teoría y sus sucesores***

*“La pérdida más peligrosa es la pérdida que no se reconoce” (Shingueo Shingo)*

*“No tener problemas es el mayor problema de todos” (Taiichi Ohno)*

La mejora continua tiene sus raíces en la revolución industrial y ha evolucionado este concepto hasta llegar a los principios del siglo XX. Taylor tenía idea que la administración era la responsable de encontrar la mejor manera de desempeñar el trabajo y de capacitar a los empleados en los métodos de trabajo, haciendo énfasis sólo en la productividad, lo que ayudó a revolucionar la manufactura que convirtió a los Estados Unidos en ser líder industrial (Evans y Lindsay, 2008).

La estrategia del Kaizen surgió en Japón en 1949 como resultado de las necesidades de reconstrucción después de la Segunda Guerra Mundial. Su rápida adopción en Japón se debió a que contempla la reducción de costos, lo cual es obligatorio en un país de bajos recursos.

El concepto presente de Kaizen y el desarrollo de las metodologías de mejora continua se deben a la contribución de las mentes creativas de ciertos pensadores y líderes a lo largo de más de 200 años. Algunos de los más significativos son los siguientes:

1. **Frederick W. Taylor** (1856–1915) fue un ingeniero mecánico norteamericano quien se abocó en la búsqueda acerca de cómo mejorar la eficiencia de los procesos industriales. Es por esto que es considerado el padre del gerenciamiento científico y uno de los primeros consultores en management. Su trabajo aplicó los principios de la ingeniería a la labor realizada en el piso de la fábrica y es lo que, en la actualidad, se conoce como ingeniería industrial. Sus contribuciones claves incluyen la observación sistemática y el estudio de tiempos y movimientos, así como también la estandarización de los métodos. Estos conocimientos sentaron las bases para el posterior desarrollo de los conceptos de mejora continua como productividad, Gemba,

pérdidas de movimiento y actividades que no generan valor.

2. **Walter A. Shewhart** (1891 – 1967) fue un físico, ingeniero y estadístico norteamericano y es reconocido debido a sus aportes en la estadística para el Control de Calidad, así como también por el ciclo Shewhart (también conocido como ciclo P-D-C-A<sup>22</sup> o P-H-V-A por sus siglas en español). Aunque Shewhart no trabajó en forma directa con los japoneses en el desarrollo del Kaizen o del Sistema de Producción Toyota, su trabajo tuvo un gran impacto gracias a la interacción con William Deming. Ambos científicos trabajaron conjuntamente en el desarrollo de programas de productividad durante la Segunda Guerra Mundial. Las contribuciones claves de Shewhart fueron el Sistema de Control Estadístico de Procesos (SPC<sup>23</sup> o Statistical Process control por sus siglas en inglés ) y el ciclo P-D-C-A.

3. **William E. Deming** (1900 – 1993) fue un ingeniero, estadístico, profesor y consultor norteamericano muy conocido, principalmente por su trabajo junto a la industria japonesa luego de la Segunda Guerra Mundial. Sus aportes más reconocidos refieren al trabajo colaborativo mediante el cual compartió las técnicas estadísticas desarrolladas por Shewhart así como también el ciclo de mejora continua P-D-C-A. Se reconoce su influencia en el desarrollo del control de calidad en las industrias japonesas.

4. **Seiichi Nakajima (1919-2015)** Ingeniero y docente japonés. Pionero del

---

<sup>22</sup> P-D-C-A: Acrónimo de la secuencia Plan-Check-Do-Act o bien Planear-Hacer-Verificar- Actuar, mayormente conocido como espiral de mejora continua o círculo de Deming, pues fue éste último quien lo popularizó.

<sup>23</sup> Statistical Process Control (SPC) es una metodología estándar que se emplea en la industria para medir y controlar la calidad durante el proceso de manufactura. Los datos de calidad se obtienen en tiempo real y se grafican junto con los límites de control. Dichos límites definen la capacidad del proceso y están establecidos por especificaciones de producto, de acuerdo a los atributos percibidos por el cliente.

Mantenimiento productivo total (TPM). Fue una de las figuras más destacadas e influyentes del mundo de la ingeniería industrial del siglo XX. Ingresó en 1949 a la Japan Management Association (JIPM) y en 1951, introdujo en su país el concepto de Mantenimiento Productivo (PM), desarrollado en Estados Unidos. Luego de adaptarlo y mejorarlo, durante la década del sesenta, presentó en 1971 el Mantenimiento productivo total, metodología que ha sido adoptada por numerosas empresas.

5. **Taiichi Ohno** (1912 –1990) fue un prominente ingeniero mecánico japonés, cuyas contribuciones más importantes son: el desarrollo del sistema Just in Time<sup>24</sup> (JIT o Justo a Tiempo por sus siglas en inglés) así como la categorización de los tipos de pérdidas que se pueden encontrar en los procesos industriales (“Seven Wastes” o su acrónimo TIMWOOD). Dicha conceptualización fue la base para su identificación y sistemática eliminación a través de la metodología de Kaizen. Las pérdidas se clasifican en:

1. Pérdidas por transporte (T)
2. Pérdidas por inventario excesivo (I)
3. Pérdidas por movimientos innecesarios (M)
4. Pérdidas por esperas en proceso (W)
5. Pérdidas por sobreproducción (O)
6. Pérdidas por reproceso (O)
7. Pérdidas por defectos de calidad (D)

Recientemente, se ha agregado una octava pérdida al listado y que se asocia con el

---

<sup>24</sup> JIT o *Just in Time*: También conocido como método *Toyota*, en el cual el flujo de proceso es traccionado de adelante hacia atrás, solicitando que los suministros lleguen a la fábrica poco antes de su uso en el proceso y sólo en cantidades necesarias. De esta manera la metodología permite reducir costos, principalmente de inventario de materia prima, partes para el ensamblaje, y de los productos finales.

mal uso del intelecto de las personas.

6. **Shigeo Shingo** (1909 – 1990) fue un ingeniero mecánico japonés, considerado un experto mundial en prácticas de manufactura, así como también otro desarrollador clave dentro del TPS. Sus contribuciones más importantes se refieren al Poka-yoke<sup>25</sup>, el SMED<sup>26</sup> y el concepto de “cero control de calidad”, es decir, eliminar la necesidad de inspeccionar resultados.

## 4 Metodología

### *4.1 Encaje del método con su epistemología*

Si se indaga acerca de la epistemología de esta metodología, en primera instancia se encuentran los principios aristotélicos de causa-efecto, conocidos como las “cuatro causas”. Mediante las mismas, Aristóteles establece que “no tenemos conocimiento de nada hasta que comprendamos por qué, es decir, su causa” (Aristotle, Physics 194 b17–20). Este razonamiento se relaciona en forma directa con algunas de las herramientas empleadas en la metodología, como por ejemplo el análisis Why-Why y el Diagrama de Ishikawa.

En segundo lugar, puede vincularse con la mirada en el Renacimiento, donde René Descartes en su obra “El Discurso del Método” indaga sobre las leyes que observan la lógica del análisis. El fundamento se evidencia en uno de los preceptos

---

<sup>25</sup> Poka Yoke en japonés significa «a prueba de errores» y es una técnica de calidad que se aplica con el fin de evitar errores en la operación de un sistema (Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Poka-yoke>).

<sup>26</sup> SMED es el acrónimo de *Single-Minute Exchange of Die* y corresponde a un método de reducción de los desperdicios en un sistema productivo basado en asegurar un **tiempo de cambio** de herramienta de un solo dígito de minutos. Bajo este objetivo se aseguran: el orden y limpieza de los puestos de trabajo, la preparación de herramientas y la máquina, la correcta regulación de las piezas ajustables hasta la liberación de la línea para producción. (Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Single-Minute\\_Exchange\\_of\\_Die](https://es.wikipedia.org/wiki/Single-Minute_Exchange_of_Die))



enunciados por el filósofo de la Touraine que enuncia que, para resolver una dificultad o problema, hay que dividirla “en cuántas partes fuera posible y en cuantas requiriese su mejor solución”.

Pero, cabe cuestionar, ¿en cuántas partes puede dividirse el problema? ¿Cuál es la utilidad de dicho fraccionamiento? ¿Cómo encontramos la mínima división? Pues bien, Manuel García Morente (2007) en su relectura e interpretación propone “La división deberá detenerse cuando nos hallemos en presencia de elementos del problema que puedan ser conocidos como verdaderos y de cuya verdad no puede haber duda alguna. Los tales elementos simples son las ideas claras y distintas” (p. 19).

Es por esto que la filosofía cartesiana complementa las ideas filosóficas pre-establecidas con Aristóteles, pues propone observar con una actitud metódica y reflexiva. Ahí reside la raíz de la conexión con la metodología propuesta por la escuela japonesa, en referencia al kaizen y el monozukuri.

Complementariamente, se ha observado que muchas de las metodologías asociadas a la mejora continua son parte de la gestión de la calidad. Esto nos conduce a cuestionar cuál es la epistemología de este concepto. El vocablo calidad proviene del latín **qualitas** y fue empleado, inicialmente, como sinónimo de “propiedad” de algo. Ya en la antigüedad el hombre ha controlado la calidad de los productos, principalmente aquellos que al ingerirlos podían provocar daño a la salud. También respecto a los procesos constructivos regía el Código de Hammurabi mediante el cual se condenaba a muerte a los albañiles cuya obra constructiva se derrumbara, matando a su dueño. En la edad media, los talleres de artesanos mantenían la calidad de sus productos a través de rigurosos y extensos entrenamientos a sus aprendices. Surgen en Europa los

primeros gremios artesanales que establecen una serie de reglamentos y legislaciones con las que normalizan y fijan parámetros de calidad a sus productos. Más adelante, cuando el volumen de trabajo aumenta, estas reglas pierden valor. Con la revolución industrial de los últimos años del siglo XIX, comienza la producción en series relativamente grandes, las fábricas crecen, y para mejorar su rendimiento surge la necesidad de establecer una división del trabajo. Se establece la necesidad de que alguien compruebe que el producto cumple las "especificaciones". Es en el siglo XX cuando se gesta el concepto de Calidad como lo entendemos hoy día: se creó en la ISO el Comité Técnico encargado de elaborar un conjunto de normas internacionales y lineamientos sobre gestión de la calidad.

#### ***4.2 Referencia de otros trabajos similares del área que emplearon este método***

A continuación, se presentan trabajos de referencia, los cuales se encuentran relacionados con la metodología del presente trabajo final.

Considerando las tesis internacionales, se presentan las siguientes:

Pazos, Ibrahim, (2002) *“Desarrollo de mejoras para la reducción de desperdicio generado en la máquina corrugadora de una empresa productora de empaques de cartón”* – Universidad católica Andrés Bello (Venezuela). Dicho trabajo está orientado al desarrollo de mejoras para la disminución del desperdicio generado por una máquina corrugadora de una empresa productora de empaques o cajas cartón. La máquina estudiada es el corazón del proceso productivo. Se empleó como metodología el ciclo PHVA para el mejoramiento continuo. Mediante el desarrollo de mejoras para la disminución del desperdicio y las sugerencias implementadas se logró

un aumento de la eficiencia y la productividad de los procesos de fabricación del cartón corrugado.

L. Portella Hurtado (2016) en su tesis *Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para incrementar la productividad en la sección de envoltura metálica UM3 de la empresa Panasonic Peruana* – Universidad César Vallejo (Perú) presenta un caso práctico de mejora en la eficiencia de uso de un material productivo crítico: la envoltura metálica UM3. Según lo descrito por el autor, este material es caro, con un tiempo de aprovisionamiento extenso debido a su origen importado y de difícil recuperación a través de un re trabajo en línea. La mejora descrita en el trabajo se debió a la implementación de un kaizen a cargo de un equipo de operarios de planta, los cuales fueron entrenados en herramientas de TPM. Resalta como un hecho positivo, no solo los resultados alcanzados (15% de mejora de eficiencia), sino también el hecho de que la planificación y seguimiento se realizó a nivel de piso a través de tableros de control visual.

E. Mory Veloso (2018) en su tesis *Propuesta de Mejora para la disminución de merma en proceso One Way, Línea N°4 de envasado de Cerveza, en planta CU Chile* – Andrés Bello (Chile) presenta un caso práctico de identificación de pérdidas de materia prima en línea de producción. El análisis de estratificación de Pareto atribuye las pérdidas mayores a una falla de equipo y la alta recurrencia de muestras por protocolos de calidad. Mediante la propuesta planteada se lograría una mejora de 1.6 % en el material, destacando la oportunidad de contar con ese beneficio para posicionar este producto commodity en el mercado.

Investigando acerca de trabajos de aplicación de origen nacional, se destacan

las contribuciones de las siguientes:

L. Marchetti (2017) en su tesis *Reducción de principales pérdidas organizacionales en una empresa manufacturera* – Escuela de Graduados de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba presenta un caso práctico de aplicación del método de erradicación de pérdidas en una empresa manufacturera de consumo masivo. El pilar de mejoras enfocada, a través de un grupo multidisciplinario o kaizen, identifica y cuantifica las pérdidas en una línea de producción de caramelos colados. Mediante el uso de herramientas analíticas como la matriz P-M, Análisis Porqué - Porqué y recursos estadísticos trabajan durante un período de unos seis meses para lograr una mejora en la eficiencia de línea del 8%. La mayor parte de las pérdidas detectadas correspondían a algunas anomalías en la condición básica de alimentación de la línea (picos alimentadores anulados) lo cual afectaba, adicionalmente, a los atributos del producto final.

#### ***4.3 Acerca de cómo el método permite alcanzar los objetivos deseados***

Como se enunció anteriormente, a través del TPM, podemos instaurar la filosofía de Kaizen o Mejora continua dentro de la cultura de la empresa, y esto se realiza a través del pilar de mejoras enfocadas. El objetivo de dicho pilar es identificar y cuantificar toda clase de pérdidas para eliminarlas y/o reducirlas. Metodológicamente, se examinan todos los recursos de entradas (inputs) del proceso productivo (equipos, materiales, personas y métodos), estudiando las transformaciones y considerando que cualquier deficiencia de los inputs, se trata como pérdida.

En el caso particular del presente trabajo final, se ha planteado como objetivo mejorar la utilización del material no-tejido empleado en la fabricación de pañales, es decir, aumentar la eficiencia de su uso. La metodología seleccionada implica la ejecución ordenada y secuencial de las siguientes etapas:



**Figura 20 - Pasos metodológicos para la mejora enfocada**

Fuente: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/ruta-de-la-calidad/>

Si se lo vincula con las etapas del ciclo de mejora continua PDCA, los pasos de la metodología podrían agruparse de la siguiente manera:



**Figura 21 - La Mejora Enfocada dentro de ciclo PDCA**

Fuente: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/ruta-de-la-calidad/>

En forma resumida, el procedimiento paso a paso para la mejora orientada se plasma en la siguiente tabla:

Actividad/paso	Detalle
<b>Paso 0: Selección de tema de mejora</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar y registrar el tema.</li> <li>2. Formar equipo de proyecto.</li> <li>3. Planificar actividades.</li> </ol>
<b>Paso 1 : Comprender la situación</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar procesos cuello de botella.</li> <li>2. Medir fallos, defectos y otras pérdidas.</li> </ol>
<b>Paso 2: Descubrir y eliminar anomalías</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sacar a la luz todas las anomalías.</li> <li>2. Restaurar el deterioro y restablecer las condiciones básicas del equipo.</li> </ol>
<b>Paso 3: Analizar causas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estratificar y analizar pérdidas aplicando técnicas analíticas.</li> <li>2. Emplear tecnología específica, fabricar prototipos y/o conducir experimentos.</li> </ol>
<b>Paso 4: Plan de mejora</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar propuestas de mejora.</li> <li>2. Comparar la eficacia y costes de las propuestas alternativas.</li> <li>3. Considerar los efectos peligrosos y desventajas posibles.</li> </ol>

<b>Paso 5: Implementar la mejora</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar plan de mejora.</li> <li>2. Practicar la gestión temprana (operaciones de test y aceptación formal).</li> <li>3. Facilitar instrucciones para el equipo mejorado, métodos de operación, etc.</li> </ol>
<b>Paso 6: Chequear resultados</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluar resultados en el tiempo.</li> <li>2. Verificar si se han logrado los objetivos.</li> <li>3. Si no es así, empezar de nuevo en el paso 3</li> </ol>
<b>Paso 7: Consolidar beneficios</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir estándares de control para sostener resultados.</li> <li>2. Formular estándares de trabajo y manuales</li> <li>3. Retroalimentar información al programa de prevención del mantenimiento</li> </ol>

**Tabla 4 - Proceso paso a paso para las mejoras enfocadas**

Fuente: Tokutaro Suzuki (1992) *TPM en industrias de Proceso*. Tokyo. TGP-Hoshin, S. L.

## 5 Análisis y resultados

### *5.1 Generalidades*

Inicialmente, la aplicación de la metodología requiere conocer en profundidad las cualidades físicas de la materia prima, así como también las características del proceso de transformación dentro de la producción. Tanto las acciones de mejora a proponer como su implementación se encuentran condicionadas por las características intrínsecas del material, así como también por las limitaciones tecnológicas de los equipos que la procesan.

### 5.1.1 El proceso de manufactura

En este caso práctico, la máquina convertidora de pañales está integrada por una serie de unidades o fixtures que permiten el ingreso de las materias primas a lo largo de su desarrollo. Para el estudio de sus pérdidas, esta máquina se divide en tres secciones:

**Sección o área 1:** Se compone de una serie de unidades que, mediante el uso de bombas de vacío y tracción mecánica, incorporan al proceso material granulado a granel, adhesivos y material no tejido con funciones estructurales y absorbentes. El producto final de dicha sección es la elaboración del core o núcleo absorbente del pañal.

**Sección o área 2:** Se compone de una serie de unidades que, mediante el uso de tracción mecánica, adicionan a la web de producto material no tejido, polietileno y adhesivos; con funciones mayormente estructurales. El producto final de dicha sección es la conformación de la estructura resistente del producto, así como también su terminación exterior.

**Sección o área 3:** La componen una serie de unidades que, mediante el uso de tracción mecánica, adicionan a la web de producto material no tejido, elásticos, adhesivos, loción y perfume. El producto final de dicha sección es la unidad final de producto seccionado, doblado-plegado y entregado al proceso siguiente de embolsado. También en esta sección se produce el conteo de unidades producidas, variable crítica para la determinación del parámetro de uso de material.

La transmisión es mayormente mecánica, por medio de sistemas polea-correas dentadas, con excepción del área 1 que presenta algunos servomecanismos para la



alimentación de no tejidos.

El material que forma parte de este trabajo pertenece al área 3, por lo que todo lo referente a las otras secciones será excluido del análisis.

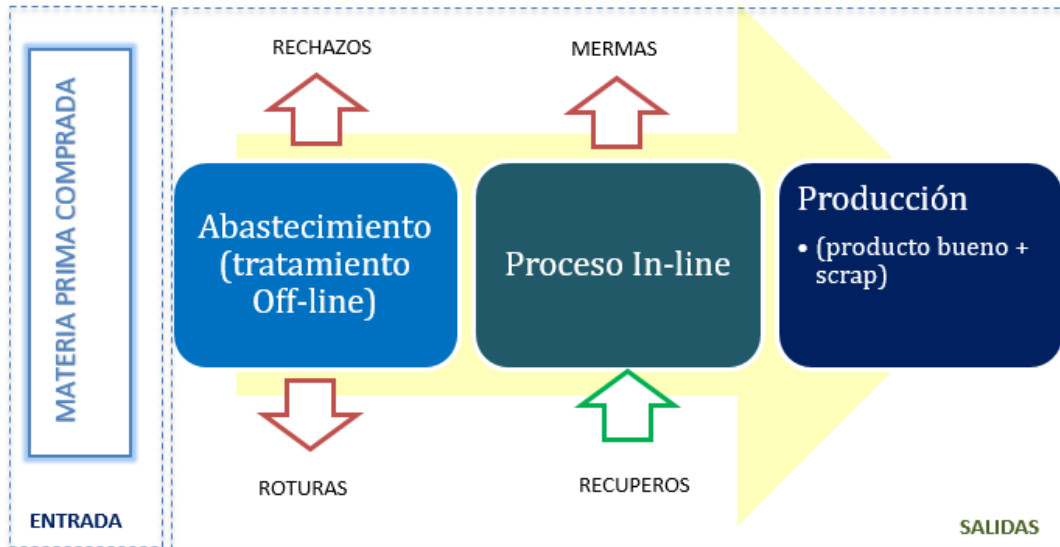
### 5.1.2 El balance de masas

En términos físicos, el balance de masas se basa en la ley de conservación de la materia que establece que, en un sistema cerrado la masa no se crea ni se destruye, sino que permanece constante. Esto quiere decir que:

$$\sum \text{entradas} = \sum \text{salidas}$$

Esta ecuación de la física puede extrapolarse a los procesos industriales continuos, principalmente en aquellos que no presentan reacciones químicas.

Otra razón por la cual la ley de conservación puede simplificarse en términos matemáticos, se debe al hecho de que el sistema puede considerarse estacionario, es decir, independiente del tiempo. Para procesos continuos este concepto es válido, salvo para las discontinuidades temporales que representan las paradas y los arranques.



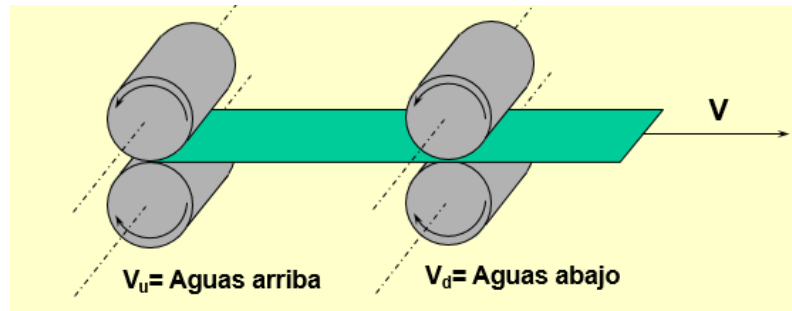
**Figura 22 - El balance de Masas**

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de estudio el material se cuantifica por m<sup>2</sup> y el costo se basa en dicha unidad de medida. Sin embargo, debido a que el ancho es invariable, la dimensión a controlar es la longitud. A los fines del presente trabajo, la longitud informada por el proveedor se considera longitud teórica e invariable. Esto significa que se considera que su proceso de fabricación es estable, por lo que la tensión del material entregado se considera constante.

### 5.1.3 El manejo de materiales no tejidos

Los materiales no tejidos pueden ser simples o complejos, en función de la cantidad de capas que posean. Los materiales simples tienen un comportamiento homogéneo y predecible; en oposición a los complejos, cuyo comportamiento es más errático y depende de las condiciones de fabricación. Para su tratamiento en los procesos productivos se los suele denominar web, a aquellos que poseen una dimensión preponderante por sobre las otras dos.



**Figura 23 - Transporte por arrastre**

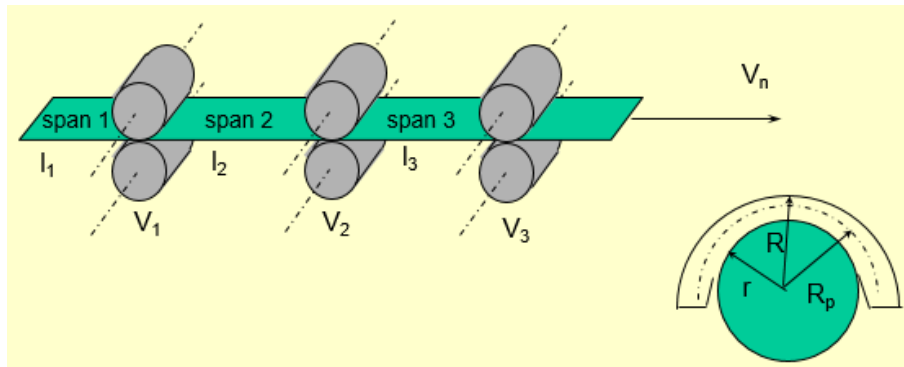
Fuente: Entrenamiento en Web Handling (Ron Lynch)

Los materiales concebidos como un web se transportan en los equipos de fabricación a través del arrastre entre elementos tractores del sistema. Definimos el parámetro arrastre (Draw%) en función de las velocidades entre rodillos tractores:

$$(V_d - V_u) / V_u$$

Todo aquello que toca la web produce un cambio en su energía. Los puntos de control, o rodillos tractores, son los responsables de halar el web. Estos elementos agregan energía al web, de la misma manera en que las barreras y elementos estáticos, como rodillos locos y dobladores, gastan energía del web.

Un concepto muy importante en el transporte es el relativo al deslizamiento. Para garantizar que la velocidad del rodillo tractor se transfiere al material de transporte, debe existir una fuerza de rozamiento tal que no permita que la web se deslice. Esta fuerza de rozamiento se encuentra determinada por el material constitutivo del rodillo, es decir, el coating.



**Figura 24 - Generalidades de Transporte web**

Fuente: Entrenamiento en Web Handling (Ron Lynch)

Un cambio de espesor de web también varía el comportamiento de la misma. En los casos en los que el espesor es despreciable respecto a las otras dimensiones, este efecto no se toma en cuenta.

## ***5.2 Datos cuantitativos y nominales***

La metodología propuesta desagrega el problema en una serie de pasos, de acuerdo al siguiente diagrama de flujo:

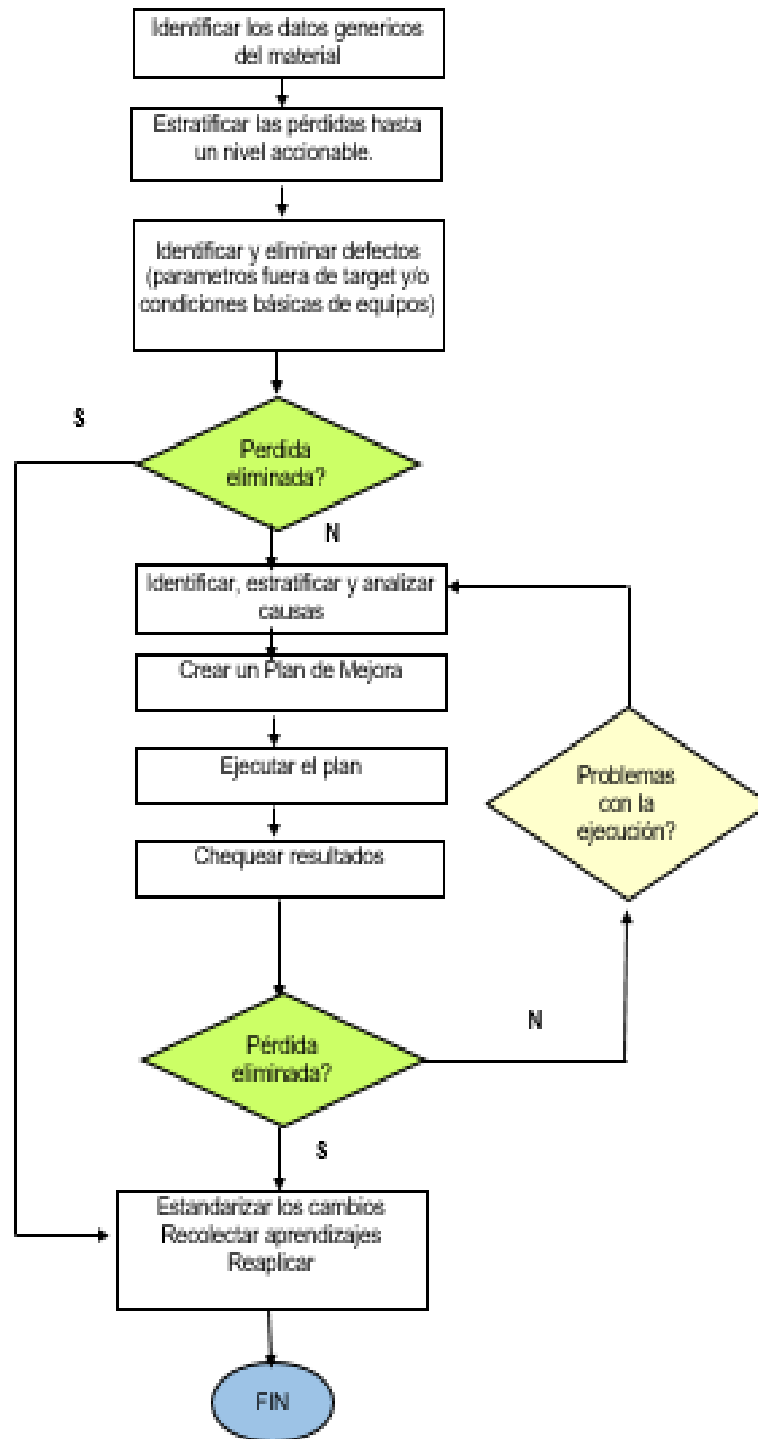


Figura 25 - Diagrama de Flujo Eliminación Pérdida MU

Fuente: Elaboración Propia

Como primera medida se adopta el estudio en una línea piloto, la cual debe seleccionarse en función de sus características en cuanto a la pérdida a eliminar. El

alcance del presente trabajo contempla el estudio sobre esta línea, dejando el proceso de re-aplicación para etapas posteriores y fuera del alcance. A continuación, se describen los datos y conclusiones de cada etapa:

### 5.2.1 Paso 0 – Selección de la mejora

Como primer paso, al inicio de esta etapa, se requiere conformar el equipo de trabajo, ya que es deseable que el mismo tenga una involucración temprana en el análisis y selección del problema a abordar. Este grupo de trabajo es llamado grupo Kaizen y debe ser multidisciplinario involucrando, como mínimo, las áreas de operaciones, mantenimiento, depósito de materia prima, logística e ingenieros de proceso. Es decir, todos aquellos que interactúan de alguna manera con el material y que enriquecen las discusiones con sus variados puntos de vista.

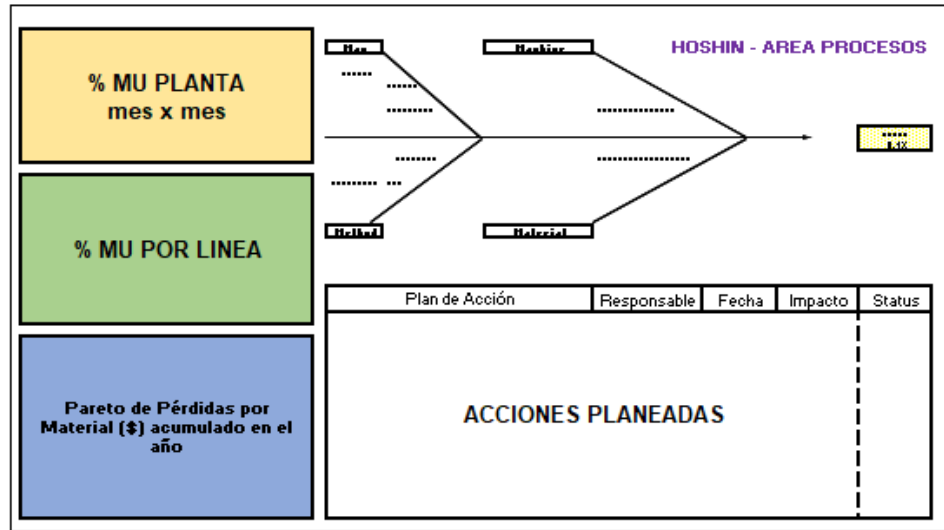
Nombre	Rol	Gerencia
Maria C. Jávega	Líder Ingeniería de Procesos	Operaciones
Carina M.	Líder deposito MP	Logística
Jose M.	Líder de Linea	Operaciones
David A.	Gerente ingeniería	Ingeniería
Jorge M.	Líder abastecimiento	Logística
Juan F.	Eléctrico Turno Central	Operaciones
Julio P.	Mecánico Turno Central	Operaciones
Juan F.	Operador Turno B	Operaciones



Un documento relevante para garantizar la disponibilidad de tiempo y el compromiso de los miembros del equipo es el **charter**. En el apéndice 1 se adjunta un modelo de documento que puede resultar de aplicación.

Una vez seleccionados los miembros del equipo, se procede a definir los objetivos a alcanzar con el proyecto de mejora. Los mismos deben estar alineados con el CBN definido para la planta. Para esto se emplea la herramienta **Hoshin** que, a la vez, permite el traqueo de los planes de acción y su impacto económico en el tiempo.

En el caso del área de mejora de procesos, el hoshin tiene la siguiente estructura:



**Figura 26 - Esquema Hoshin de área**

Fuente: Elaboración Propia

Resulta importante destacar que estas metas establecidas en el CBN no poseen un valor arbitrario, sino que se definen en función del benchmarking interno y se ajustan de acuerdo a la fase de evolución de la planta en implementación de TPM. Para este caso en particular, el índice MU definido para todas las materias primas empleadas en las plantas fase 3 es de 98%.

Posteriormente, se procede al análisis de los datos provenientes de los sistemas de registro: en este caso, se extrajeron y analizaron datos de SAP.

La sección de análisis de la convertidora, es decir, el área 3, presenta una variedad de materias primas. Las más importantes, por su uso y su costo, son las siguientes:

- Material no tejido de barrera lateral (BLC)
- Material no tejido de oreja (NW EAR)
- Material de fijación (Tape)

- Loción
- Perfume

Considerando el último año fiscal para el análisis, se observa que la mayor pérdida en rendimiento de materiales deviene del uso del BLC. En términos monetarios, la pérdida total de planta fue cercana a los 200.000 USD.

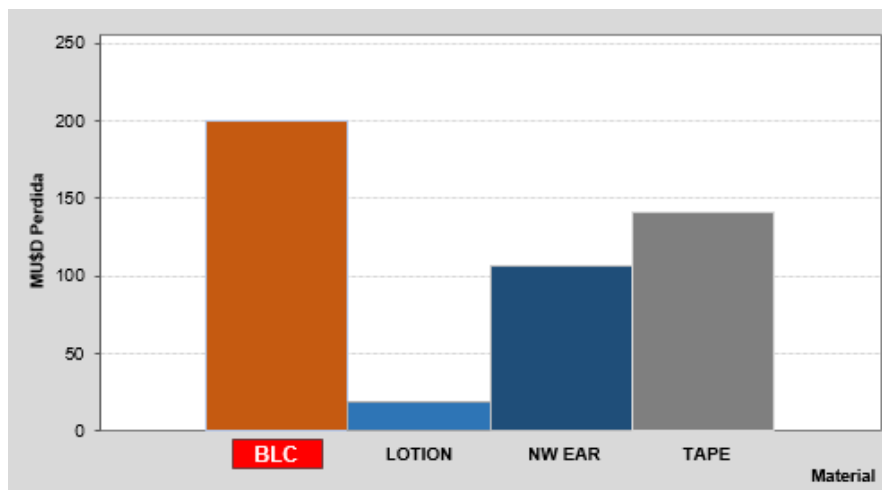


Figura 27 - Distribución de pérdidas de material de área 3 (En MU\$D)

Fuente: Elaboración Propia

Si se desagrega el nivel de eficiencia de utilización (MU) entre las líneas de producción que procesan dicho material, se obtienen los siguientes valores para el último cuatrimestre:

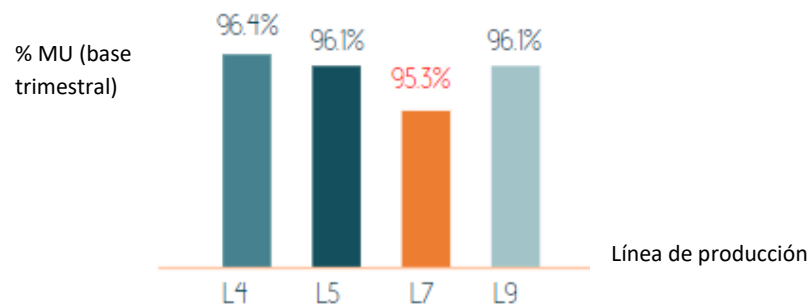


Figura 28 - Gráfico de %MU por línea (caso de estudio) - Fuente: Elaboración Propia

De esta manera, el equipo elige **la línea 7** como línea piloto para la



implementación de las posibles mejoras, debido principalmente a:

- Es la línea que presenta mayor desvío respecto al target del indicador (95,3% vs target 98%).
- Es una línea que fabrica un solo tamaño de producto y dos tipos diferentes de conteo, por lo que se la considera una línea sencilla ya que no requiere la ejecución de cambios de formato.

## 5.2.2 Paso 1 - Comprender la situación

### 5.2.2.1 Características del material

El BLC es un material no tejido de características hidrófugas y cumple una función crítica dentro del producto: ser la barrera de contención lateral, mientras se ejecuta la función absorbente del pañal. Se emplea en combinación con elásticos, que se fijan al mismo mediante el uso de adhesivos.



El proveedor dispone el material en rollos de 1.30 m diámetro aproximadamente y se agrupan en conjuntos de 7 bobinas, en la mayoría de los casos, provenientes del mismo lote de producción. En la etiqueta del producto se encuentran datos relativos a: nombre de proveedor, fecha de fabricación, nro de lote, cantidad entregada y fecha

de vencimiento.

En el depósito de materia prima se estiban de acuerdo a lo establecido por estándar: en grupos de 4 bundles, en un depósito de humedad controlada, libre de polvo, líquido o cualquier sustancia contaminante. Se manipulan mediante el uso de mordazas. El material rechazado es dispuesto en el sector del depósito destinado a tal fin, para su análisis y posterior informe al proveedor.

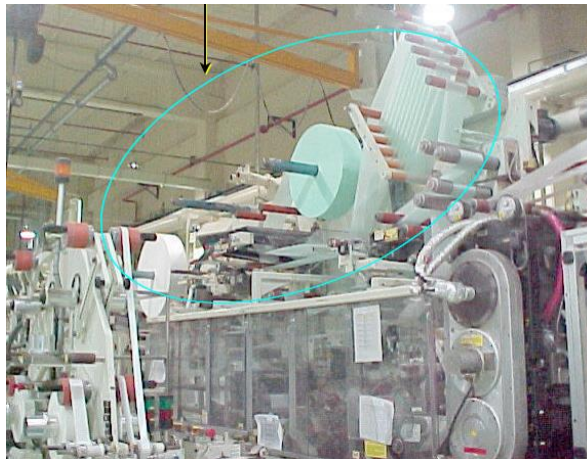


Se factura por m<sup>2</sup> entregado y se suministra en forma diaria a las líneas con un tiempo promedio de almacenaje en depósito de unos diez días. Resulta relevante el hecho de que no existe un estándar de manejo de material dentro de la línea: tanto para el desmante (o retiro de las capas superficiales de material) como para el seteo de material que resulta desechado al final de cada bobina (fin de cono).

#### **5.2.2.2 Entendimiento del Proceso productivo**

El primer proceso de transformación que experimenta la bobina ocurre fuera de la máquina convertidora y consiste en la preparación de la misma: desmante y preparación de cinta de empalme. Cada operador elige cuantas vueltas de material eliminar, con el fin de impedir que singularidades o daños en el material producto del manipuleo en depósito provoquen paros en el equipo. Una vez colocada la bobina en

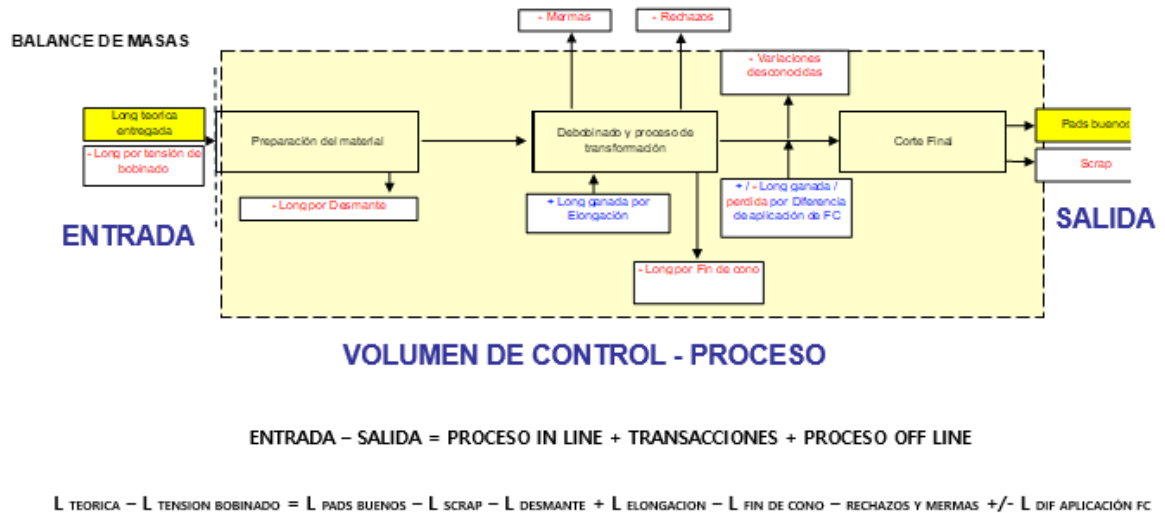
el debobinador, se produce el empalme con la bobina saliente por medio de presión de la mordaza del empalmador. El punto de control de los rodillos tractores S-wrap, aguas abajo, tracciona el material hacia el **slitter**, donde el material es cortado por la mitad y luego separado en dos partes. Estas constituirán sendas barreras laterales en el pañal. Posteriormente, reciben elásticos con adhesivo y se pliegan hacia el interior para contenerlos. Las barreras, ya con los elásticos en su interior, pasan a través de un rodillo enfriado para poder bajar la temperatura del adhesivo y, finalmente llegan a la unidad **CPW2** donde, mediante un sistema de rodillo doble con presión mecánica y sello por insertos, se genera el cierre a lo largo de toda la barrera. Este cierre impide que el doblez que contiene el elástico, en forma accidental, se abra. Por último, en la unidad denominada **CPW3**, tres rodillos reúnen este conjunto de barrera y elástico con la web que proviene del área 2, para continuar hacia la colocación de material de orejas y posterior corte y pliegue de cada unidad de producto.



El transporte de este sistema es por tracción mediante cadena cinemática. Posee también al inicio un sistema de acumulación compuesto por una serie de rodillos locos de papel, el cual permite proveer de material a la línea en el momento de “transición” entre una bobina y la siguiente.

### 5.2.2.3 Balance de Masas

Realizando, para este subsistema, el balance de masas tal cual lo explicado anteriormente, se obtiene el siguiente esquema:



**Figura 29 - Volumen de control de proceso**

Fuente: Elaboración Propia

Por convención de alcance en la mejora enfocada, se elige trabajar con el volumen de control establecido dentro de la línea de producción, es decir, se descartan variaciones offline y el trabajo sobre el scrap de la línea.

### 5.2.2.4 Datos de situación inicial

En esta primera etapa se extraen datos del sistema de registro SAP relativos al índice de utilización del material actual (%MU inicial) y los paros de la línea asociados al subsistema que procesa dicho material. Asimismo, se miden las velocidades del sistema en las diferentes líneas de producción para calcular, de esta manera, el arrastre o DRAW (%). Inicialmente, se observa una gran similitud entre índices de arrastres bajos (los cuales se asocian a tensiones de material bajos) y su utilización en

línea.

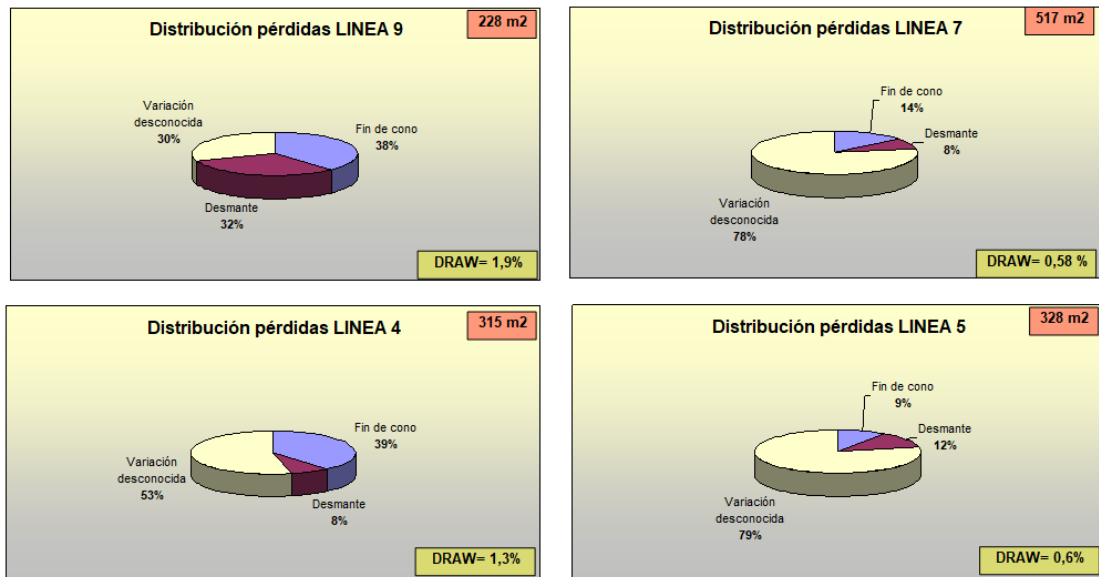


Figura 30 - Gráfico de distribución de pérdidas de BLC por línea

Fuente: Elaboración Propia

Tomando como período de análisis el último semestre se analiza la situación inicial de paros de máquina. Esta variable incide en forma indirecta, aunque no en forma lineal, sobre el valor del MU ya que cada arranque puede implicar mayor scrap de línea. Es por esto que el valor inicial de paros se considera una condición de borde para la implementación de mejoras, es decir, ninguna mejora a implementar puede ser tal que lleve el nivel de paros a un valor mayor al inicial.

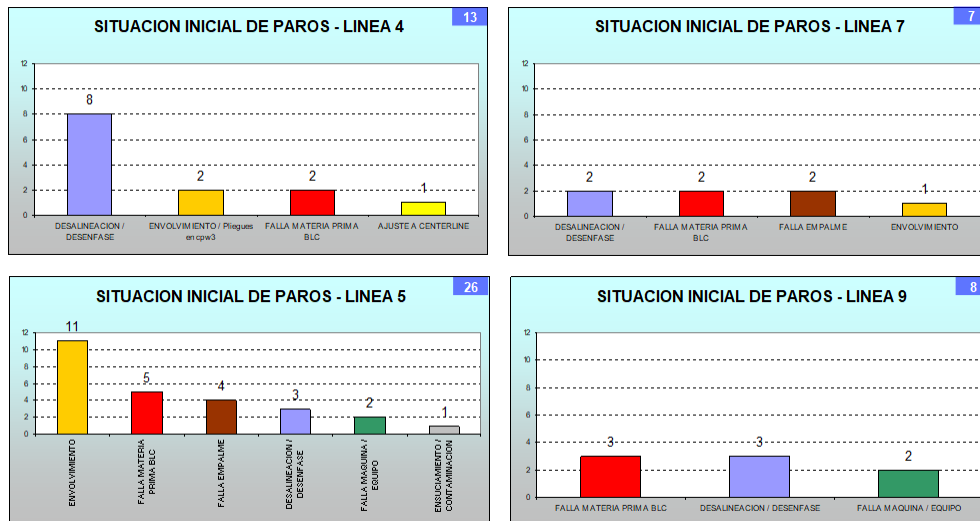


Figura 31 - Gráfico de situación Inicial de paros de línea por BLC

Fuente: Elaboración Propia

### 5.2.3 Paso 2 - Eliminación de Anormalidades

Este paso tiene por objetivo prevenir la ejecución de cualquier mejora, sin antes re-establecer las condiciones básicas del equipo. Esto supone realizar un relevamiento exhaustivo de los equipos que forman parte del proceso de transformación, así como también el estado físico de sus componentes. Para este caso en particular, la empresa dispone de plantillas estándar con todos los elementos del sistema y las auditorías de proceso que llevan a cabo los operadores como parte de su tarea diaria.

En el apéndice N° 2 se adjuntan planillas tipo, para mejor comprensión de este procedimiento. Las principales anomalías detectadas fueron las siguientes:

*Respecto a las variables de proceso:*

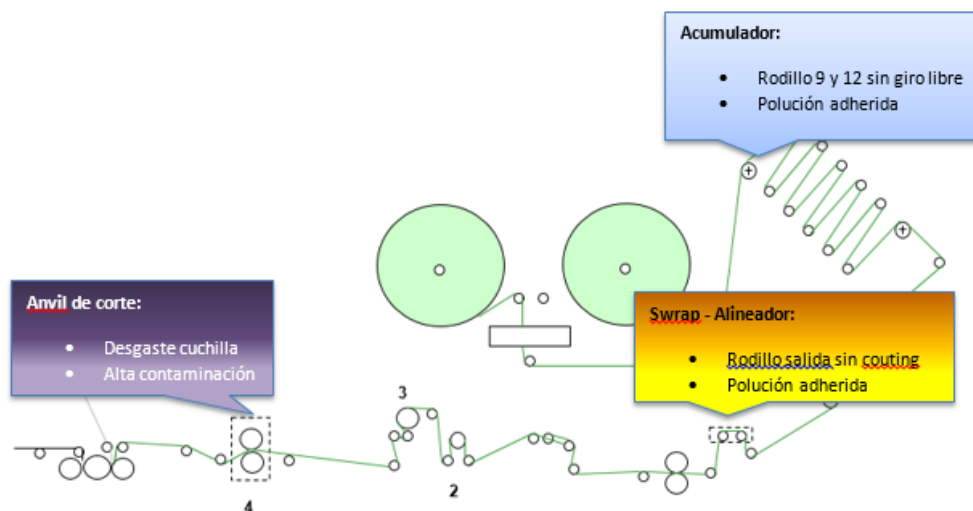
- Sobrepresión en el empalmador: Esta puede ser una fuente de paro del equipo por falla de empalme.

- Divergencia en el ángulo de los rodillos abridores: Estos rodillos definen el ancho del dobladillo interno del material. Si no se cumple con el estándar, dicha variación puede provocar que el elástico de la barrera resulte expuesto, con el consiguiente paro por ensuciamiento con adhesivos.

*Respecto al estado de los componentes:*

- Rodillos trabados en el dispositivo acumulador.
- Rodillos sin coating de adherencia: impiden el manejo seguro del material, posibilitando los desplazamientos y así aumentando la probabilidad de paros de equipo.
- Alto desgaste en la cuchilla de corte: Produce variación en la ejecución del corte de la barrera, haciendo variar el ancho de la misma lo que puede devenir en rechazos de calidad y, consecuentemente, producto considerado como scrap.

Las variables de proceso fuera de target fueron corregidas en el momento de la detección del desvío. Los materiales componentes desgastados fueron reemplazados por elementos nuevos.



**Figura 32 - Detección de anomalías**

Fuente: Elaboración Propia



Luego de restituir las condiciones básicas del equipo se midió nuevamente el parámetro, resultando un **MU de 96,2%**, es decir, un **incremento de 9 puntos porcentuales** en el valor del indicador. A continuación se indaga en mayor profundidad acerca de las causas de la pérdida, en pos de alcanzar o superar el valor target del 98%.

#### 5.2.4 Paso 3 - Análisis de Causas

##### 5.2.4.1 Definición precisa del fenómeno observable

De acuerdo a lo recomendado por la metodología, una vez erradicadas las pérdidas asociadas a la falta de condición básica en los equipos, se procede a la búsqueda de una definición precisa del problema a abordar, por medio de la observación y la medición en campo. Esto permite realizar hipótesis más acertadas a las posibles causas del problema, y así orientar la búsqueda de soluciones.

Para poder alcanzar el objetivo de esta tarea, nos valemos de la herramienta 6W+2H explicada en el punto 3.1.3.4 de la fundamentación teórica del presente trabajo. Para nuestro caso de estudio, la definición enfocada de nuestro problema es la siguiente:

*“La pérdida por eficiencia de uso del BLC representan 200.000 USD anualmente, siendo la mayor pérdida del área 3. Se debe a la diferencia entre la cantidad de pañales cortados teóricos*



*(calculados en base a la entrega de material y la dimensión teórica del pad) y los efectivamente cortados según lo observado en Panel View. Se observa a lo largo de todo el proceso productivo de trabajo con el material, sin distinción evidente de manejo entre grupos de trabajo o tamaño de producto”.*

La planilla de uso de la herramienta corresponde al apéndice N° 3.

#### **5.2.4.2 Mediciones en campo**

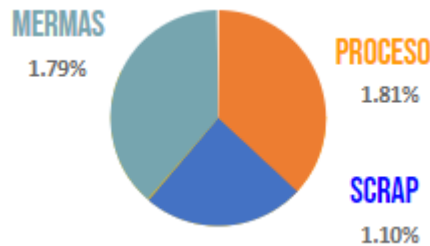
##### **5.2.4.2.1 Estratificación de la pérdida**

Para realizar esta tarea de campo, se deben tener en cuenta las siguientes cuestiones de rigor estadístico:

- Tomar muestras de diferentes lotes de material, con diferente fecha de elaboración. Dado que este material tiene una alta rotación, no toma mucho tiempo la programación de los lotes.
- Medir el desempeño del material junto a los operadores de línea y durante los cuatro turnos de trabajo. Esto permite evidenciar si existe o no alguna divergencia para algún equipo en particular.
- Tomar en consideración las especificaciones del departamento de Calidad para medir las características del material: tanto para la verificación de peso, gramaje o tensión admisible. Existen protocolos definidos para ejecutar los ensayos, así como también los medios calibrados para la realización de los mismos.

El tamaño de la muestra fue de 25 bundles de materia prima, teniendo en cuenta que cada bundle contiene 7 bobinas. Cada turno de trabajo se midió tres veces, en horario diurno y

nocturno. Como resultado de esta medición en la línea piloto se encontró que, los 4,7% puntos de pérdida se distribuían casi en forma equivalente entre Mermas, Pérdidas de Proceso (1,8%) y, en menor medida en Scrap (1,1%).



**Figura 33 - Gráfico de distribución de Pérdidas en línea**

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de las mermas se considera el material sobrante de línea, es decir:

- el material de “desmante” ejecutado por el operador sobre las primeras capas de la bobina, con el fin de eliminar algún posible daño por manipuleo en depósito.
- El material de fin de cono, es decir, el material remanente que queda al final de la bobina, luego de empalmar el material con la bobina siguiente.

#### **5.2.4.2.2 Curvas de velocidad**

Para poder entender las pérdidas que se presentaban como producto del proceso, se midieron las curvas de velocidad en las distintas líneas de producción. El material no tejido es transportado por tracción y la relación entre las velocidades de los elementos tractores, determina el nivel de tensión del material. Puesto en otras palabras, un material que el conducido con poca tensión puede llevar a formar arrugas, como así también, a aplicar la cantidad incorrecta de material por unidad producida. En el otro extremo, una gran tensión de tracción puede provocar la disminución del ancho del material originando problemas de

proceso por exposición de adhesivos debido a la reducción en demasía del ancho de material con los consiguientes envolvimientos de material y paros de línea.

La curva de velocidad medida en la línea piloto arrojó los siguientes resultados:

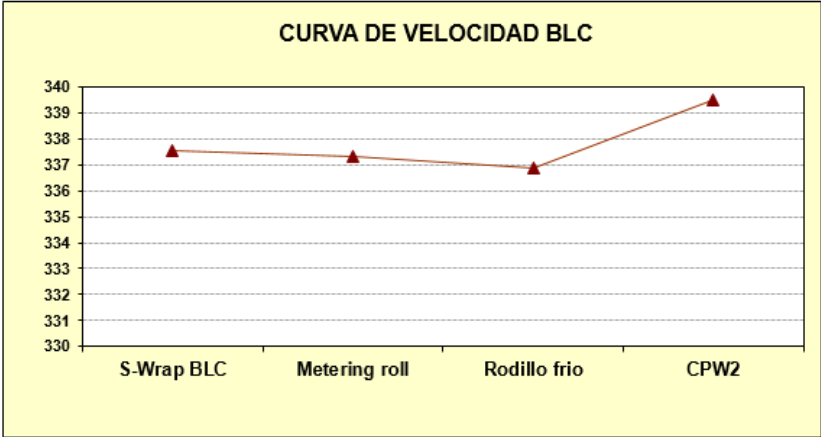


Figura 34 - Curva de velocidad del sistema en Línea 7

Fuente: Elaboración Propia

La pendiente negativa que se observa entre el S-Wrap y el Rodillo Frío significa que, ambos elementos tractores, la web se relaja y pueden originarse problemas de transporte y de cantidad unitaria aplicada. Según lo que se discutió en el punto 5.1.3, en el manejo de transporte de materiales no tejidos es recomendable que la curva de velocidad posea pendiente positiva a lo largo de todo el trayecto. La misma no necesariamente debe ser una pendiente considerable, sino aquella que permita la colocación de la cantidad precisa de materia prima, con el mínimo de inconvenientes o paros de proceso. A continuación, se aplicarán algunas técnicas para poder encontrar las causas raíces de las pérdidas a atacar.

**5.2.4.3 Análisis de Causas Raíces o causas de origen**

Para el caso de estudio, se emplearon dos técnicas analíticas de las descritas en el apartado 3.1.3

### 5.2.4.3.1 Diagrama de Ishikawa o Espina de pescado

Se desagregaron las posibles causas del desvío, de acuerdo al elemento que pudiera haber dado origen a la pérdida: Material, Mano de Obra, Equipos o Método. A continuación, para cada posible causa se realizó un análisis porque-porque, a fin de poder develar la causa raíz o verdadera, partiendo del fenómeno visible observado.

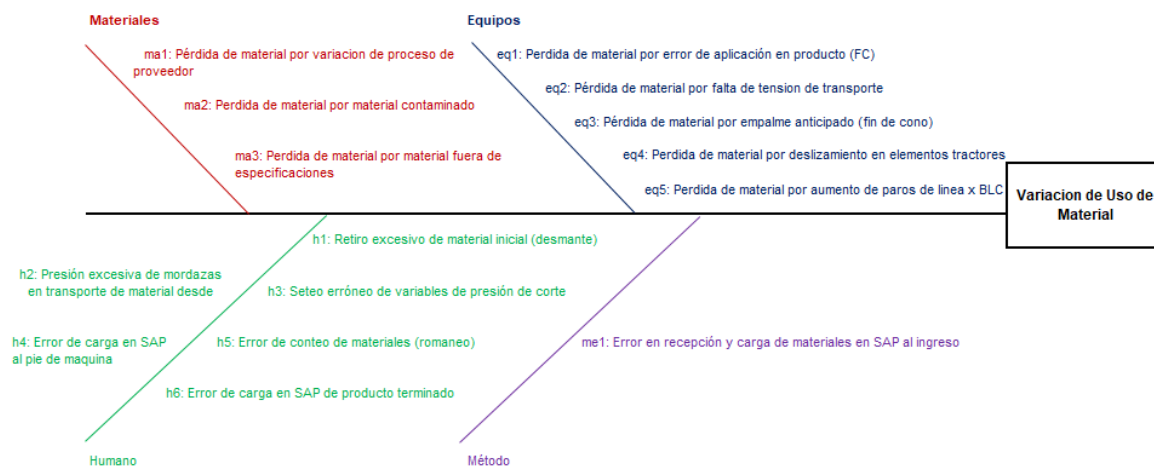


Figura 35 - Diagrama de Espina de Pescado para MU de BLC

Fuente: Elaboración Propia

De las múltiples posibles causas expuestas, se midieron, en una primera etapa, las siguientes con el objeto de entender su incidencia en el cálculo del MU:

- Posible variación de proceso del proveedor: Si bien una hipótesis inicial del trabajo fue no tomar en cuenta la ventana de proceso del proveedor, se procedió a analizar la variación de 10 lotes diferentes en el proceso de una convertidora, de acuerdo a la producción entregada con igual cantidad de material. Este procedimiento tiene implícito el hecho de asumir que la variación del proceso de convertidora de pañales se mantiene constante a lo largo del tiempo. Sin embargo, mediante el tamaño de

muestra elegido fue posible confirmar que la variación del proceso del fabricante en términos de tensión de material no era relevante para el cálculo del indicador, por lo que se descartó para el análisis posterior de causa-raíz.

- **Material contaminado:** El material que presenta alguna contaminación es rechazado y almacenado en un sector específico del depósito de materia prima. Luego de la medición y seguimiento por un período de dos meses, se observó que la cantidad de material acumulado por esta causa era despreciable por lo que se lo descartó como posible causa de la pérdida de MU.
- **Daños por transporte:** Durante un periodo de 15 días se inspeccionaron diferentes lotes, así como también el estado de los elementos componentes de los equipos de trabajo, que estaban en contacto con el material. Si bien los bundles de bobinas poseen una protección mediante un wrap plástico, se verificaron las condiciones físicas de las mordazas y las presiones de trabajo de las mismas. El nivel de recurrencia del daño fue muy bajo, por lo que se descartó esta posible causa para el análisis.
- **Posibles errores de carga de sistema:** Tanto en la recepción de la materia prima, como en el descargo de producción en el depósito de producto terminado, se seleccionaron períodos de muestra con diferentes lotes de producción de manera de verificar la carga. También se identificaron las conciliaciones, con el fin de determinar su impacto en términos de la incidencia de éstas en el cálculo del indicador MU.
- Todas estas posibles causas, luego de la investigación y/o medición, pudieron descartarse por su bajo impacto en el valor del indicador.

El diagrama de Espina de Pescado para este caso ha sido detallado en el apéndice N° 4.

### 5.2.4.3.2 Why-why analysis

El análisis porque-porque se efectuó solamente para las causas más probables, descartando aquellas que resultaran irrelevantes luego de una medición o bien que hubieran sido descartadas en las hipótesis iniciales del alcance del trabajo.

A continuación se reproduce una sección del análisis, para la causa “pérdida por exceso de aplicación de material en producto final”. El análisis completo para todas las causas se anexa en el apéndice N° 5.

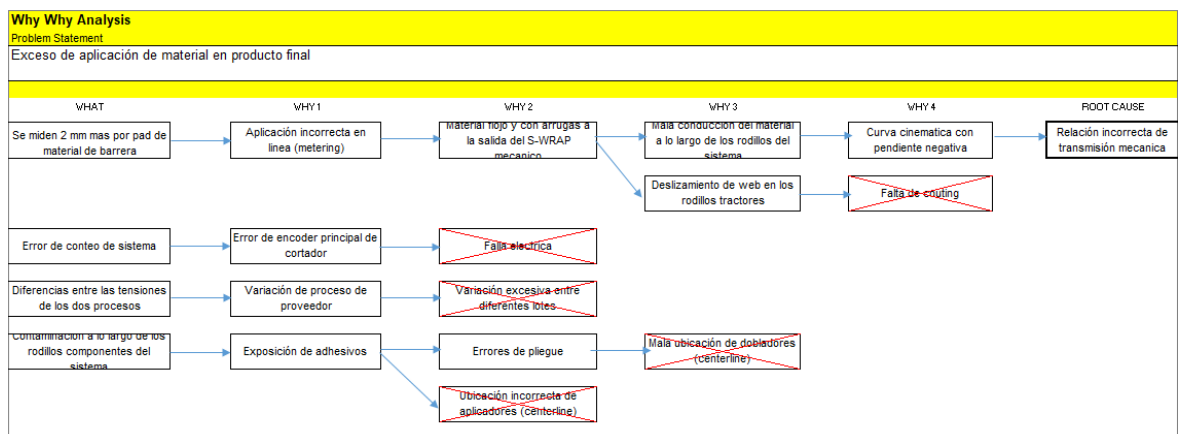


Figura 36 - Análisis Why-Why para MU de BLC

Fuente: Elaboración Propia

### 5.2.5 Paso 4 - Establecer Plan de Mejora

Luego de establecidas las causas raíces de las pérdidas, se procede a diseñar propuestas de mejora. Las mismas deben evaluarse de acuerdo a su impacto en una matriz PQCDMS, que es un Scorecard donde se le da puntajes a cada una de las medidas de acuerdo a cómo impacta en producción, calidad, costos, entrega, seguridad y moral y, finalmente, la factibilidad de implementar la mejora. Esto permite plasmar en un solo documento la eficacia y costes de las propuestas alternativas, sus efectos peligrosos (si es que los posee) y las

ventajas/desventajas posibles. Los impactos se cuantifican teniendo en cuenta lo siguiente:

- Proceso (P): Se debe evaluar cómo impacta la acción de mejora en la productividad, la calificación es del 1 al 5 y el criterio de puntuación depende del evaluador.
- Calidad (Q): Se busca identificar el impacto en la calidad del producto. La pregunta que el evaluador debe hacerse es, ¿mi plan de acción me afecta o pone en juego la calidad del producto?
- Costos (C): ¿Cómo afecta la mejora a los costos?
- Delivery (D): Este punto se encuentra relacionado con los cambios de formato de las líneas. Es decir, a modo de ejemplo, si la medida de mejora que se propone agrega una tarea más a los cambios de formato, ésta tendrá un impacto negativo en este factor pues implicaría mayor tiempo de recambio y, por lo tanto, una puntuación baja.
- Seguridad (S): En este punto se evalúa la seguridad de implementar la mejora, es decir, cómo afecta su implementación a la seguridad de los operadores.
- Moral (M): Tiene que ver con la afección a la moral de los operadores. Por lo tanto, si la acción de mejora propuesta implica que el operador debe limpiar un sensor cada 5 minutos, esto obviamente afectará a la moral del operador, por lo que significará un puntaje bajo.
- Y finalmente, el último punto a evaluar es la factibilidad de implementar la mejora y allí se tienen en cuenta los costos-beneficios.

N°	Acción de Mejora	Evaluación							Ejec	Puntaje
		P	Q	C	D	S	M			
1	Instalar sensor tipo Sick de presencia para reducción del tamaño del material en fin de cono	5	5	4	4	1	5	5	10000	
2	Desarrollar estandar de desmante para operadores y entrenar	4	5	5	3	2	4	4	9600	
3	Trabajar con el proveedor para que coloque un sticker negro en el fin de rollo para trabajar con material en cono al mínimo	3	3	2	4	1	5	2	720	
4	Cambiar poleas en metering roll para cambiar la curva de velocidad (rel 1)	5	5	5	4	1	5	5	12500	
5	Cambiar poleas en chill roll para cambiar la curva de velocidad (rel 2)	5	5	5	4	1	5	5	12500	

**Tabla 5 - Matriz PQCDMS para proyectos de mejora**

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de estudio, se decidió ir implementando en forma secuencial e independiente los proyectos de mejora 1, 4 y 5. Y, en caso de ser necesario, incluir el manejo del desmante con los operadores.

#### 5.2.6 Paso 5 - Implementar Plan de Mejora

El plan de implementación de mejoras se estableció de la siguiente manera:

- Estrategia: Implementar los siguientes proyectos de mejora en forma secuencial e ir midiendo su incidencia en el cambio del indicador, con el fin de determinar la incidencia de la mejora individual:
  - Instalar sensor tipo Sick de presencia con la finalidad de reducir el tamaño del material en fin de cono.
  - Reemplazar las poleas en metering roll para cambiar la curva de velocidad, de acuerdo a cálculo cinemático.
  - Cambiar poleas del rodillo enfriador (chill roll) de manera de modificar la curva de velocidad, de acuerdo a cálculo cinemático.



Asimismo, todos los cambios implementados deben tener una aceptación formal por parte del equipo de línea, de manera de evidenciar el acuerdo acerca de los trabajos realizados.

- Táctica: Se diseñan experimentos con condiciones de borde controladas denominadas “*disaster check*”. Esto implica que cualquier cambio introducido a la línea no debe modificar en forma sustancial los parámetros normales de operación. Esto es:
  - Scrap: No debe incrementarse el valor base en más de un 0,5%.
  - Paros: No deben aumentar los paros de la condición inicial debido a fallos del sistema BLC.

#### **5.2.6.1 Acción de Mejora 1: instalación de sensor de presencia**

El principio físico sobre el cual se basa esta propuesta es instalar un dispositivo tal que permita mejorar la automatización existente, teniendo presente que el objetivo es la reducción de la cantidad de material que queda al final del cono. La situación original de trabajo venía representada por el uso de un encoder en el eje de los debobinadores, al cual se correspondía un seteo dentro del programa electrónico de la convertidora que generaba la orden de empalme con la bobina siguiente. Este seteo podía ser modificado por el operador, de manera que no se podía controlar en forma fehaciente que la cantidad de material remanente de la bobina fuera constante y la mínima posible.

Se propuso instalar un sensor de presencia que permitiera detectar presencia de material y emitiera la señal de empalme en caso de ausencia. La ubicación física de dicho sensor se corresponde con el diámetro admisible de fin de cono.

El proceso de prueba implicó:

- La instalación del sensor: cableado y fijación mediante soportería fija al mainframe de la convertidora.
- La programación de la secuencia *aviso de fin de cono - acción de empalmador*, de manera de permitir el empalme con la bobina dispuesta en el debobinador contiguo.

Luego de la instalación y ajuste del nuevo sistema, se midió el indicador MU por el lapso de 15 días, evidenciando una mejora consistente y permanente de **7 puntos porcentuales**, es decir, un **27 %** de la pérdida identificada como recuperable. El MU promedio alcanzado con esta implementación fue de **96.9%**. De esta manera, como el objetivo seteado de incremento en el MU no fue alcanzado con esta implementación, se decidió continuar con la siguiente acción de mejora.

#### **5.2.6.2 Acción de Mejora 2: Mejora de curva de velocidad inicial**

Entendiendo que la curva de velocidad y, por consiguiente, la tensión en el transporte del material depende en forma directa de las velocidades de los elementos tractores, el siguiente proyecto de mejora consistió en estudiar la relación de transmisión para encontrar una relación más favorable. Esto significa, que permitiera cambiar la tendencia negativa de la curva, tensionando el material y así mejorando su aplicación en el producto final. Es sabido que, en los sistemas de transmisión directos por poleas y correas, se pueden modificar la relación entre las velocidades si se modifica la relación entre los diámetros de las poleas de entrada y salida. En esta primera etapa se estudió el span inicial, es decir, el tramo



comprendido entre el Metering Roll y el S-Wrap mecánico.

La propuesta consistió en:

- Medir las dimensiones de los elementos del sistema entre el metering roll y el rodillo S-wrap mecánico: Esta verificación dimensional se ingresó en una planilla de cálculo donde se encontraba plasmada toda la cadena cinemática.

- Calcular la nueva relación de transmisión entre las poleas.
- Presupuestar y enviar a construir las nuevas poleas.
- Programar una parada de línea para la instalación.

El proceso de prueba implicó:

- Realizar la prueba de alimentación y corrida con una muestra de 5 *bundles* (35 bobinas en total), cuidando al menos de poner dos lotes diferentes.
- Verificar la nueva cantidad producida, mediante el conteo a piso, es decir, evitando hacer extracciones por sistema. Estas últimas se emplearon para validar las producciones declaradas.
- Controlar que el nivel de paros no aumentara, es decir, que el sistema permaneciera estable.

Luego de la instalación y ajuste del nuevo sistema, se midió el indicador MU por el lapso de 15 días, evidenciando una mejora consistente y permanente de **8 puntos porcentuales**, es decir, un **31 %** de la pérdida identificada como recuperable. El MU promedio alcanzado con esta implementación fue de **97.7%**. Como aún no se había alcanzado el objetivo deseado de

incremento en el MU, se decidió continuar con la siguiente acción de mejora.

### 5.2.6.3 Acción de Mejora 3: Mejora de curva de velocidad final



Considerando la curva de velocidad, este proyecto tenía por finalidad mejorar la condición de aplicación, cambiando la relación de poleas en el elemento tractor próximo a la fijación del material a la web madre de producto. En este caso, se estudió el *span 3*, es decir, el tramo comprendido entre el Rodillo Frío y el CPW2.

La propuesta consistió en:

- Medir las dimensiones de los elementos del sistema entre el chilling roll (rodillo frío) y el rodillo tractor del CPW2 (que es el rodillo que hace la primera fijación de las barreras): Esta verificación dimensional se ingresó en una planilla de cálculo donde se encontraba plasmada toda la cadena cinemática.
- Calcular la nueva relación de transmisión entre las poleas.
- Presupuestar y enviar a construir las nuevas poleas.
- Programar una parada de línea para la instalación.

El proceso de prueba implicó:

- Realizar la prueba de alimentación y corrida con una muestra de 5 *bundles* (35 bobinas en total), cuidando al menos de poner dos lotes diferentes.
- Verificar la nueva cantidad producida, mediante el conteo a piso, es decir,

evitando hacer extracciones por sistema. Estas últimas se emplearon para validar las producciones declaradas.

- Controlar que el nivel de paros no aumentara, es decir, que el sistema permaneciera estable.

Luego de la instalación y ajuste del nuevo sistema, se midió el indicador MU por el lapso de 15 días, evidenciando una mejora consistente y permanente de **2 puntos porcentuales**, es decir, un **7 %** de la pérdida identificada como recuperable. El MU promedio alcanzado al finalizar esta implementación fue de **97.9%**.

El paso siguiente fue entender si se podía seguir variando la pendiente de la curva de velocidad, haciéndola más empinada desde el comienzo, para lograr una mayor tensión en el material transportado. El efecto observado fue un angostamiento importante en el ancho de la bobina, hecho que provocó un incremento de más del 20% en los paros debidos al sistema BLC, a causa de la exposición de adhesivos de lycra y consecuentes contaminaciones y adhesiones del material a los rodillos del sistema.

Dado que el incremento de paros era una situación no aceptable para estos experimentos, se optó por dejar el sistema en la condición obtenida a partir del proyecto de Mejora 3. Esto significa que, a pesar de no alcanzar el objetivo impuesto a comienzos del proyecto, una limitación tecnológica impide seguir generando mayores ahorros. Una solución superadora para evadir esta limitación sería, por ejemplo, la instalación de servomotores en los rodillos tractores, de manera de poder controlar la velocidad posibilitando realizar ajustes un poco más pequeños. Sin embargo, una evaluación preliminar beneficio-costó resultó desfavorable, por lo que se decidió no avanzar en ese sentido.

### 5.2.7 Paso 6 - Chequear resultados

Los resultados obtenidos con la implementación de sucesivos proyectos de mejora se fueron midiendo a lo largo de la implementación. Es importante recalcar que, para que dichos resultados sean considerados significativos y parte de una mejora permanente, se deben tomar valores durante un período de tiempo prudente. En este caso, luego de cada implementación y previo a la ejecución del proyecto que se había planeado a continuación, se tomaron mediciones por el lapso de un mes. De esta manera es posible garantizar que los resultados serán sostenibles en el tiempo y que se ha erradicado el problema desde su causa raíz.

El siguiente gráfico resume los proyectos de mejora implementados y la evolución desde la situación inicial del indicador MU y el valor final del mismo luego de la implementación de la metodología de mejoras enfocadas.

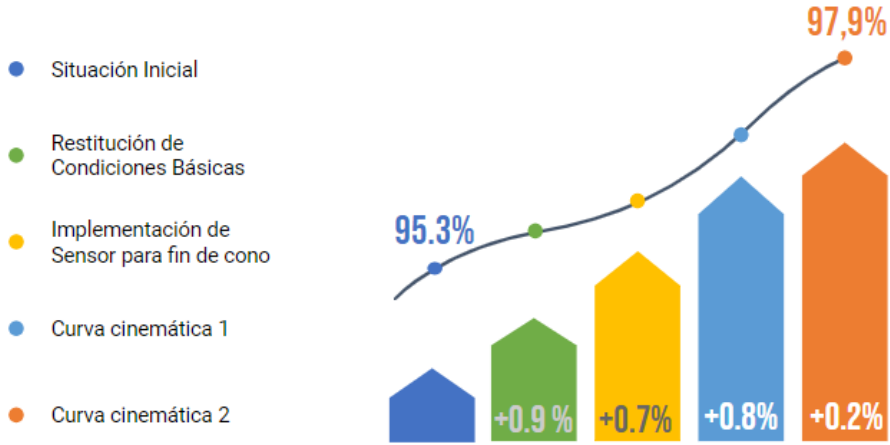


Figura 37 - Evolución de resultados en mejora de MU BLC

Fuente: Elaboración Propia

### ***5.3 Discusión de los resultados con la literatura abordada***

Retomando el concepto de Kaizen como la filosofía de búsqueda de “cero pérdida” o estado ideal explicitada por S. Sugimoto, la experiencia adquirida en el análisis de este caso muestra que, en algunas oportunidades, la pérdida no puede erradicarse en forma completa.

Como primera medida, la aplicación de la metodología permitió identificar, cuantificar y planificar acciones de mejora para minimizar la pérdida; restando aún la posibilidad de re-aplicar el proceso en las otras tres líneas de producción.

En este caso en particular, la limitación tecnológica impidió alcanzar el 100% del valor del indicador, que es el equivalente a decir que la pérdida fue *erradicada completamente*. Sin embargo, esto no debe conducirnos a un camino de “inacción”. De allí radica la particular importancia del benchmarking: el nuevo “estado ideal” puede estar representado por los índices del “mejor de la industria” (benchmarking externo) o bien, si la empresa posee el tamaño suficiente, un benchmarking interno entre establecimientos de manufactura resulta estratégico para establecer los objetivos anuales.

## **6 Conclusiones**

### ***6.1 Acerca de los objetivos planteados***

Con la obtención y análisis de los resultados obtenidos, se puede concluir que los objetivos planteados al comienzo de este trabajo fueron alcanzados. La meta de eliminación de pérdida recuperable ha sido alcanzada para la línea piloto, lo que se traduce en una mejora económica directa y, adicionalmente, disminuye el residuo generado por el proceso. Aplicando los pasos de la metodología en forma secuencial y sistemática, y junto a una inversión total menor a 500 USD, se logró una recuperación del 98% de la pérdida objetivo

que se estableció inicialmente. Esto le permitió, a la línea piloto, alcanzar niveles similares a aquellos que poseen otras plantas de la misma categoría.

Asimismo, mediante la aplicación de la metodología de mejoras enfocadas, se ha contribuido a construir la cultura Kaizen en la planta. Esto se evidencia mediante la participación del equipo de trabajo multidisciplinario en la consecución de los resultados y la celebración posterior a alcanzar las metas propuestas.

Un aspecto de relevancia fue la recuperación del 33% de la pérdida seteadas como recuperable, solo con la reposición del equipo a las buenas condiciones de uso. Esto permite repensar y revisar los planes de mantenimiento vigentes y las tasas de deterioro de los materiales empleados. Muchas veces, el ahorro en un área de la empresa debido al empleo de repuestos o proveedores más baratos, repercuten en el nivel de eficiencia de los equipos, por lo que el ahorro puede diluirse o incluso revertirse y ocasionar una pérdida de mayor cuantía.

## ***6.2 Contribuciones del trabajo***

Como contribuciones más relevantes resultan:

- Desde el punto de vista *económico*: Se capturaron ahorros cercanos a los 80.000 USD anuales sólo en la línea piloto, con potencial de mayores beneficios al reapplicar en las otras líneas productivas.
- Desde el punto de vista *metodológico*: Establecer un caso de éxito en la implementación de la metodología de mejoras enfocadas para la erradicación de pérdidas operacionales.
- Desde el punto de vista *cultural*: El trabajo sistematizado que ofrece esta



metodología para erradicar pérdidas, contribuye a la creación de la cultura Kaizen, que se orienta a la búsqueda permanente y erradicación de pérdidas, sin importar el tamaño de las mismas.

- Desde el punto de vista *ambiental*: Se redujo la cantidad de material que se dispone finalmente en vertederos de basura.

### ***6.3 Limitaciones del trabajo***

Una de las limitaciones más importantes para el desarrollo del trabajo fue la coordinación del tiempo de línea. Los frecuentes cambios en la planificación, ya sea por ajuste en la demanda de los diferentes tipos de productos o por el impacto en el manejo de los stocks de materias primas, fueron un gran desafío a la hora de implementar los proyectos de mejora. Esto pudo sortearse desarrollando una planificación lo más detallada posible para la implementación de cada proyecto de mejora, asegurando que los recursos estén disponibles para evitar tiempos muertos. Asimismo, otra limitación surgió de acotar el estudio de las pérdidas de material dentro de un volumen de control establecido, descartando, de esta manera, la posibilidad de trabajar con la cadena de abastecimiento; así como también, la opción de realizar una reforma tecnológica en los equipos. Esto deviene de entender que:

- El proveedor del material posee su propia variación de proceso, la cual es considerada aceptable bajo las especificaciones de calidad de la materia prima. Por ello se elimina la incidencia de la pérdida que pueda haber sido originada dentro de las instalaciones del proveedor.
- La tecnología empleada presenta una limitación por cuanto no pueden realizarse cambios pequeños en las curvas de velocidad. Esto podría lograrse

modificando el sistema de transmisión e instalando servo-motores. El costo de dicha implementación, así como también la decisión estratégica de no realizar cambios mayores en la convertidora no permitió tomar mayores ventajas económicas en el proyecto.

#### ***6.4 Estudios futuros sugeridos***

Se dejó por fuera del alcance de este trabajo, la re-aplicación de la metodología en las otras líneas productivas. Se estima que, con la aplicación en las cuatro líneas restantes, el ahorro anual se encuentra en el orden de los 200M USD. También es posible visionar la implementación de la metodología de mejoras enfocadas a empresas de menor envergadura donde la aplicación de ciertas herramientas como:

- análisis *why-why* para arribar a las causas raíces del problema,
- el uso de la herramienta 6W y 2H que permite definir en forma precisa el problema,
- la espina de pescado para análisis de causa efecto,
- El análisis multidimensional de las alternativas de mejora de acuerdo a la matriz PQCDMS.

Pueden orientar a tomar las mejores decisiones en términos de mejora de procesos en las industrias manufactureras.

## Referencias bibliográficas

CARREIRA B.; TRUDELL B. *“Lean Six Sigma That Works”*.

CHASE R.; JACOBS R.; AQUILANO N. *“Administración de la Producción y Operaciones para una ventaja competitiva”* (2005). MCGRAW-HILL

CRUELLES RUIZ J., *“Productividad Industrial”* (2012). SA MARCOMBO

KEIJIRO O.; KIMIYAKI J.; TEITSUSHI S. *“Applying the Kaizen in Africa”* (2018). PALGRAVE-McMILLAN

KRAJEWSKI L.; RITZMAN L.; MALHOTRA M. *“Administración de Operaciones”* (2008). PEARSON PRENTICE HALL

LIKER J.; MEIER D. *“The Toyota Way Fieldbook”*.

TAIICHI O. *“El Sistema de producción Toyota más allá de la producción a gran escala”* (1991). CRC Press

TOKUTARO S. *“TPM en Industrias de Proceso”* (1992). Productivity Press

Sitios web consultados:

[http://www.sixsigmainstitute.com/lean/tpm\\_lean.shtml](http://www.sixsigmainstitute.com/lean/tpm_lean.shtml)

<https://www.kaizen.com.sg/kaizen-pioneers/>

<https://leanmanufacturing.online/why-why-analysis/>

<https://academia.edu/EPISTEMOLOGIADELACALIDAD/>

# Apéndices

## Apéndice 1 - Ejemplo de Charter

### Team Charter

Proyecto de Mejora ...

Revision # 0:

Fecha: ...

#### **Objetivo:**

El objetivo de este documento es establecer las bases de acuerdo entre la gerencia de planta y el grupo responsable de la implementación del proyecto ...

El propósito de estas bases de acuerdo es definir:

- La misión del grupo de proyecto
- Alcance de este proyecto
- Objetivos
- Criterios de éxito
- Schedule
- Roles & Responsabilidades de cada integrante del team
- Estrategias
- Responsabilidad por los resultados

#### **Mision:**

(Describir Objetivo de Proyecto y Metas cuantitativas a alcanzar)

#### **Alcance del proyecto:**

(Describir Alcance: Técnicamente y su impacto en la línea de producto. Aquí se detalla también el proceso de Validación de los resultados)

#### **Bases del proyecto**

#### **Criterios de éxito del proyecto:**

Nota: Deben estar definidos los criterios de éxito establecidos para el proceso de Validación.

#### **Schedule**

(Detallar por semana o día – si es necesario – cuál será el paso a paso de la implementación)

#### **Roles & responsabilidades de cada integrante del equipo:**

Nombre	Rol	Responsabilidad
Nombre	Project Manager	
Nombre	Líder eléctrico	
Nombre	Líder mecánico	
Nombre	Líder de Pilar de Progresivo	
Nombre	Líder de Proceso	
Nombre	Operadores de área	
Nombre	Líder de Línea	
Nombre	Líderes de Turno	
Nombre	Líder de Capacitación	
Nombre	Líder de programación	
Nombre	Líder de Materiales	
Nombre	Líder de Compras	
Nombre	Líder de Seguridad	

Nombre	Líder de calidad	
--------	------------------	--

**Estrategias de revisión del proyecto**

Ej: Frecuencia de las revisiones de proyecto, variables críticas

**Riesgos:**

Definir riesgos de arranque (impacto en tiempo, costo o calidad estimados)

**Matriz de Firmas**

**ANEXOS:**

## Apéndice 2 - Planillas Ejemplo de Chequeo de Anormalidades

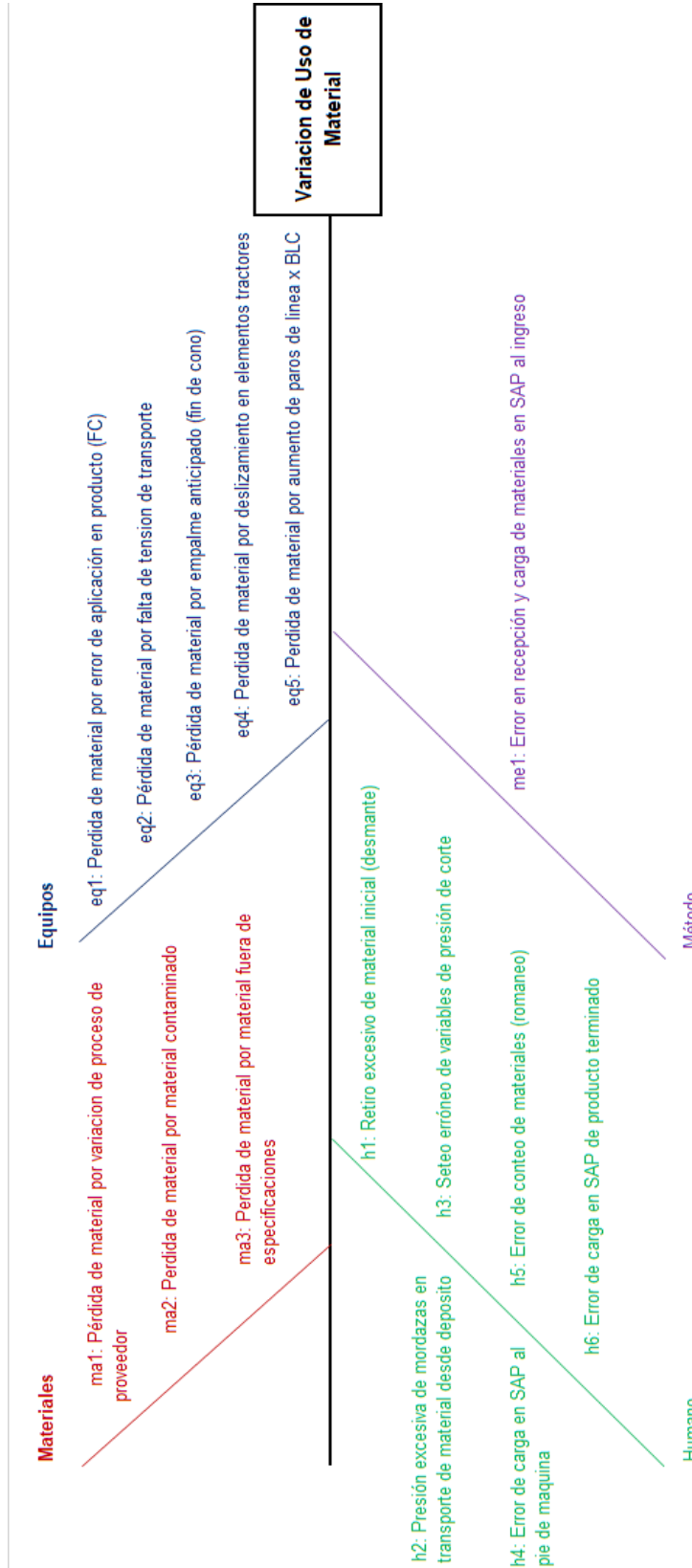
	RT / CIL							ESTADO	
	ELEMENTO	Fuente	Unidad	Inf	Tz	Sup	MEDICION		
Desbobinador	Debob.BLC (lado mdline-Posicion tope a placa)	RT T	MM	283		286	284	OK	ND OK
	Debob. (arb stacker-Posicion del tope a la placa)	RT T	MM	283		286	284	OK	ND OK
Empalmador	Temperatura Placas BLC	RT T		NO APLICA				OK	ND OK
	Presión Montaza Empalmador BLC	RT T	PSI	60		70	80	OK	ND OK
	Presión Acumulador Empalmador BLC	STD AM	PSI		36		66	OK	ND OK
	Presión Placas Empalmador BLC	RT T	PSI	13		17	19	OK	ND OK
	Presión Cuchilla Empalmador BLC	RT T	PSI	80		100		OK	ND OK
FIFE	Sensór Fife BLC ( 1= CL )	RT T						OK	ND OK
	Sensibilidad Fife BLC ( 1= Auto )	RT T						OK	ND OK
	Módulo Fife BLC ( 1= Auto )	RT T						OK	ND OK
	Paralelismo entre rodillos de Fife del sítter	RT T	MM	(-12°		(+2°	0	OK	ND OK
	Nivelación de los rodillos del fife del sítter	RT T	MM	283		286		OK	ND OK
	Posición de guías del sensor Fife a la placa	RT T	MM	185		188		OK	ND OK
Sítter	Presión Sítter BLC	RT T		70		100	80	OK	ND OK
	Distancia anvil del sítter a la placa	RT T	MM	348		351	348	OK	ND OK
	Penetración del sítter	RT T	MM	0,8		1,5	2	OK	ND OK
Rodillos abridores	Ángulo de los rodillos abridores op	RT T	°	4		8		OK	ND OK
	Ángulo de los rodillos abridores TR	RT T	°	4		8		OK	ND OK
Rodillo Frio	Temperatura Rodillo Frio (Chill Roll) BLC	RT T		NO APLICA				OK	ND OK
Sistema Adhesivos (actua sobre la Lyra)	Fornér Lyra BLC	RT T		0,28		0,28	0,27	OK	ND OK
	Presión Deflector Lyra BLC	RT T		23		23	25	OK	ND OK
	Presión Módulo Adhesivos BLC Op	RT T		66		75		OK	ND OK
	Presión Módulo Adhesivos BLC Tr	RT T		66		75		OK	ND OK

## Apéndice 3- Planilla de herramienta 6W + 2H

<b>6W-2H Problem Analysis</b> (Getting to a Focused Problem Statement)	
Initial Problem Statement:	
<b>1. What?</b> Describe the phenomenon. What do you see?	<b>5. Who?</b> Variation among teams, people, other... :
<b>2. Where?</b> The Transformations where the loss occurs (where not):	<b>6. To Whom?</b> Lines, Systems, Operations affected:
<b>3. Which?</b> Brands, SKU's, formats, materials affected (which not):	<b>1. How?</b> Circumstances of the loss; Failure Mode.
<b>4. When?</b> Start-up, Normal Operation; When did the problem start?	<b>2. How Much?</b> Magnitude: Number, frequency, amount... :
<b>New Refocused Problem Statement:</b> Evaluate the 6W-2H data and update your Problem Statement to be more focused	



## Apéndice 4 - Diagrama de Espina de Pescado del Trabajo



## Apéndice 5 - Análisis Why-Why para la causa "pérdida por exceso de aplicación de material en producto final"

