



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS ECONÓMICAS

MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE NEGOCIOS

TRABAJO FINAL DE APLICACIÓN

**“Aplicación de la metodología de mejoras orientadas
en el proceso de reciclaje”**

Autor: Cr. Ledesma Juan Pablo

Tutor: MBA Ing. María Constanza Jávega

Córdoba

2021



Aplicación de la metodología de mejoras orientadas en el proceso de reciclaje por Juan Pablo Ledesma se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Agradecimientos

Sin lugar a dudas la elaboración del presente trabajo final implica cerrar una etapa que comenzó hace varios años que, por una cuestión u otra, siempre quedaba en el tintero para poder ser finalizada.

El crecimiento no solo profesional sino también familiar, implican una estrategia de tiempos que con el correr de los años se vuelve en un desafío permanente; los tiempos son escasos y las demandas altamente insatisfechas, al tan punto que equilibrio es una materia pendiente.

Pero durante este tiempo pude lograr otro título de grado (abogacía) que no hace más que dejar la semilla para que mis hijos puedan observar y tomar como ejemplo que estudiar es la única herramienta para un futuro altamente competitivo.

Es por ello a quien tengo que agradecer en primer lugar es a mi familia que, con mucha paciencia, mucho entendimiento han logrado acompañarme en esta magnífica tarea de estudiar, capacitarme y crecer no solo profesionalmente, sino también humanamente. Gracias Mari, Feli, Bauti y Delfi.

Dentro de mi familia queda subsumido mi pilar, compañero desde hace más de 20 años del Estudio, también contador y abogado, que me ha despertado con su ejemplo que todos los días se debe aprender algo nuevo. Gracias papi.

Por otro lado resalto el apoyo incondicional que he recibido para finalizar esta etapa del posgrado MBA, Carina Castro, y en especial a la tutora del presente trabajo, Constanza Jávega, sin las cuales este trabajo no podría haber llegado a buen puerto; destacadas profesionales, pero más excelentes personas.

Finalmente, al director de la Escuela de Graduados, Gerardo Heckmann, por darme esta invaluable oportunidad de finalizar este posgrado.

Índice de Contenidos

1 Resumen	7
1.1 Objetivo	7
1.2 Metodología	7
1.3 Fundación teórica	8
1.4 Resultados	8
1.5 Conclusiones y Contribuciones	9
2 Introducción	10
2.1 Objeto de estudio	10
2.2. Antecedentes del estudio	10
2.3 Problema u oportunidad	10
2.4 Objetivos	11
2.4.1 Objetivo general	11
2.4.2 Objetivos específicos	11
2.5 Punto de vista sobre el cual el tema está siendo abordado	12
2.6 Trabajos anteriores que abordan el mismo tema	12
2.7 Motivos por los que se escoge el tema	15
3 Marco conceptual	16
3.1 Enfoque teórico	16
3.1.1 Definición del TPM	16
3.1.2 Mejoras orientas o enfocadas. La Filosofía Kaizen	18
3.1.3 Técnicas analíticas para mejoras enfocadas	22
3.1.3.1 Analisis Why-Why o Porque- Porque	22
3.1.3.2 Diagrama de Causa Efecto (Ishikawa)	23
3.1.3.3 Diagrama de Pareto	24
3.1.3.4 Método 6 "W" + 2 "H"	25
3.1.3.5 Análisis P-M	25
3.1.4 Vinculación entre Kaizen y otros modelos de mejora continua	26
3.1.4.1 Six Sigma	26
3.1.4.2 Mapa de Flujo de Valor (Value Stream Mapping)	27
3.1.4.3 Ciclo de Deming (PDCA)	27
3.1.4.4 QC Story	27
3.1.4.5 Método 8D	28
3.1.4.6 Monozukuri	28
3.1.4.7 Fail fast, fail forward	29
3.1.4.8 Perpetual beta	29
3.2 Conceptos que usaron en el análisis.	30
3.3 Referencia a los padres de la teoría y sus sucesores	30
4 Metodología	33
4.1 Referencia de otros trabajos similares del área que emplearon este método	33
4.2 Explicar como permite alcanzar los objetivos deseados	34
5 Análisis y Resultados	36
5.1 Procedimiento ejecutado en la metodología	36
5.1.1 Introducción. Esquema de Proceso Productivo	36

5.1.1.1	Definición del Proceso de Reciclado	36
5.1.1.2	La cadena de reciclado de cartón y papel: sus actores	38
5.1.1.3	Las vicisitudes y los aspectos comerciales del la cadena de reciclado	41
5.1.1.4	Las etapas propias dentro de la Empresa El Reciclado SA.	42
5.1.1.5	La maquina compactadora y enfardadora	47
5.1.2	Pasos para la aplicación de la mejora enfocada	50
5.1.2.1	Paso 0. Selección del tema de la mejora	51
5.1.2.2	Paso 1. Comprender la Situación	51
5.1.2.3	Paso 2. Sacar a la luz y eliminar las anormalidades	58
5.1.2.4	Paso 3. Análisis de las causas	59
5.1.2.5	Paso 4. Planificar la mejora	62
5.1.2.6	Paso 5. Implantación de la mejora	64
5.1.2.7	Paso 6. Chequear los resultados	64
5.2	Datos Cuantitativos y nominales	64
5.2.1	Adquisición de generador de aire caliente. Secado previo al compactado	64
5.2.2	Medición de la humedad del fardo antes de ser despachado	67
5.2.3	Formalizar contratos con clientes. Trazabilidad.	68
5.3	Discusión de los resultados con la literatura abordada	69
6	Conclusiones	70
6.1	Objetivos alcanzados	70
6.2	Contribuciones del trabajo	71
6.3	Limitaciones del trabajo	71
6.4	Estudios futuros sugeridos	71
6.5	Implicaciones: productos tecnológicos/consultoría que propone a la luz del problema abordado y de los resultados.	72
	Referencias Bibliográficas	73
	Apéndice 1	74

Indice de Tablas

Tabla 1:	Pasos de la Mejora Enfocada	21
Tabla 2:	Indicadores para evaluar los outputs de producción	22
Tabla 3:	Características maquinaria	48
Tabla 4:	Material reciclado en los kilos remitidos.	53
Tabla 5:	Cuantificación de la merma por humedad contenida en fardo	55
Tabla 6:	Cuantificación de la merma por humedad contenida en fardo ajustada por inflación.	57
Tabla 7:	Comparación de la merma en pesos con los sueldos netos pagados.	58
Tabla 8:	Planilla de chequeo de anormalidades.	59
Tabla 9:	Merma sufrida por tipo de flete	61

Indice de Graficos

Figura 1:	Análisis Why-Why	23
Figura 2:	Esquema del Diagrama Causa - Efecto	24

Figura 3: La Mejora Enfocada dentro de ciclo PDCA	35
Figura 4: In put y Out Put del proceso de reciclado	38
Figura 5: Cadena de reciclado del papel y el cartón	39
Figura 6: Actores de la cadena de reciclado	42
Figura 7: Etapas dentro de la empresa	43
Figura 8: Incidencia de clientes	52
Figura 9: Kilogramos remitidos vs kilogramos reconocidos.	56
Figura 10: Why-Why analysis.	60
Figura 11: Diagrama de Ishikawa.	60
Figura 12: Proceso de reciclamiento dentro de la empresa, situación actual	62

1 Resumen

1.1 Objetivo

El presente trabajo final presenta un proyecto de mejora de proceso productivo, que tiene como objetivo – en caso de ser aplicado- el de disminuir los descuentos que le aplican al producto al llegar a destino, lo cual afecta la rentabilidad de la compañía.

En efecto, se trata de una empresa dedicada al reciclamiento, que despacha su producto intermedio con determinadas especificaciones pero al llegar al cliente éste abona menos cantidad que la remitida, a causa de la humedad contenida en el fardo.

En tal sentido, el objetivo es identificar donde se genera la humedad, si ello es posible de ser solucionado, para que finalmente se plante como propuesta de mejora asumir las condiciones de mercado y solucionar dentro de la planta industrial con tecnología disponible el factor que afecta la rentabilidad: la humedad contenida en el fardo reciclado.

A los fines de lograr el objetivo deseado se plantea la necesidad, y dado su bajo grado de difusión, comprender el proceso de reciclado, los actores que participan del mismo para de esa forma aplicar la metodología propuesta.

La aplicación sugerida en el proyecto no significa en absoluto un cambio de paradigma en el proceso de reciclado, sino por el contrario, su simple implementación generará excelentes resultados en el corto y mediano plazo.

1.2 Metodología

El sistema de gestión T.P.M. (*Total Productive Maintenance* o Mantenimiento Productivo Total) se presenta como una forma de mantenimiento productivo que involucra a todos los empleados. El mismo cuenta con diversas estrategias, dentro de las cuales se destacar aquella referida a la de gestionar la planta como una organización que evite todo tipo de pérdidas (cero accidentes, cero averías, cero defectos).

Este sistema de gestión es llevado a practica por una serie de pilares fundamentales, dentro de los cuales se encuentra la metodología denominada “mejoras

enfocadas o mejoras orientadas” que es la utilizada en el presente proyecto de investigación.

En las industrias de proceso, como la que se analiza en el presente trabajo, las actividades de mejora orientada se dirigen a temas específicos y dentro de ellos – y en lo que aquí interesa- se ubican los procesos, buscando descubrir las deficiencias en las condiciones del mismo, para luego enfocarse en su erradicación.

La mejora orientada se pone en practica sistemáticamente, cumpliendo los pasos que la doctrina especializada propone, entre ellos: seleccionar el problema a resolver, comprender la situación fáctica real, investigar sus causas, definir el plan de la mejora propiamente dicha, para luego implementarla y finalmente medir sus resultados para compararlo con la situación inicial.

1.3 Fundamentación teórica

El presente proyecto se engloba en la filosofía **Kaizen** la cual es una metodología basada en el mejoramiento continuo, cuyo origen está en el Japón posterior a la Segunda Guerra Mundial.

La idea que subyace en esta filosofía es que varios cambios pequeños y continuados dan mejores resultados que un único cambio grande. Se busca desterrar la complacencia, y aprender a reconocer las demandas del cliente, eliminar los desperdicios y optimizar el tiempo.

De esta manera, y como parte del TPM antes definido, el presente trabajo de aplicación intenta generar una nueva cultura de trabajo, para enfrentar el problema originalmente planteado de reducir en su máxima expresión la humedad contenida en el producto intermedio, e indirectamente aumentar la rentabilidad de la compañía.

1.4 Resultados

Actualmente la empresa de reciclamiento tiene una merma – en promedio-¹ del 2,26 % a causa de humedad contenida en los fardos; es decir, por cada 100 kilogramos de

¹ El presente proyecto contempla un estudio de los 12 últimos meses, analizando el 100 % de las ventas realizadas por la empresa.

material reciclado que remite, solo puede facturar y cobrar 97,74 kilogramos, el resto es descontado por el cliente.

Es noble advertir que el presente trabajo es un proyecto de mejora de procesos, por lo que de aplicarse la propuesta sugerida mediante la utilización de la mejora enfocada, la humedad se reduciría considerablemente, en forma previa a que el fardo sea despachado a destino, mejorando indirectamente la rentabilidad de la empresa.

1.5 Conclusiones y contribuciones

El propósito de este trabajo es presentar un proyecto de mejora de en el proceso de reciclado, teniendo como objetivo general aplicar mejoras en el mismo a los fines de disminuir la humedad contenida en el fardo de papel y cartón en forma previa a que el mismo sea despachado al cliente. A fines de alcanzar el objetivo señalado, se plantea utilizar la metodología de las mejoras orientadas o enfocadas, como pilar fundamental del TMP, bajo la filosofía **kaizen**.²

En materia de contribuciones que el proyecto conlleva, de implementarse el mismo, se destacan las siguientes:

- La rentabilidad de la empresa aumentaría en forma directa, pues el esfuerzo de venta ya se ha realizado al remitirse el fardo del material reciclado. En efecto, solo resta disminuir a su mínima expresión la humedad contenida en el fardo.
- En segundo lugar, desde el punto vista de la cultura empresarial, aplicar la filosofía **kaizen** implicar un cambio de paradigma en la forma que la empresa detecta los problemas y los resuelve.
- Finalmente, tener disponible un trabajo de aplicación como el presente implicar ampliar el abanico de posibilidades para que capital ocioso (o no) sea destinado a la actividad de reciclamiento que impacta en forma directa en el medio ambiente.

² La aplicación de la misma permitirá entender el problema, comprenderlo, analizar sus causas, proponer la mejora, implementarla, controlar sus resultados, y lo que es mas importante cambiar la cultura de la organización toda.

2 Introducción

2.1 Objeto del estudio

El presente trabajo de aplicación tiene por objeto de estudio analizar la merma o pérdida que sufre el producto intermedio cuando llega a destino; es decir investigar el descuento que sobre la cantidad remitida aplica el cliente a los fardos de cartón que son despachos por la empresa.

2.2 Antecedentes del estudio

A los fines de una mejor ilustración se describe seguidamente los antecedentes de la empresa que, bajo el nombre ficticio de El Reciclado SA, fue motivo de análisis y estudio.

La sociedad se dedica a la actividad de reciclado, especialmente de cartón y papel; la cual al ser una actividad poco difundida se hará especial desarrollo del proceso de reciclado, como parte central del presente proyecto.

La planta industrial se encuentra ubicada en la Ciudad de Córdoba. Es noble resaltar que la sociedad bajo estudio, es una PYME que actualmente no cuenta con programas de gestión o presupuestos generales de actuación, de ahí que implementar la mejora enfocada que se exhibe en este trabajo de investigación es realmente encauzarse en una nueva filosofía de gestión, tal cual los propone **kaizen**.

Se suma a ello que la rentabilidad post pandemia, como todo sector de la economía se ha visto altamente afectada, por lo el presente proyecto de mejora enfocada, como parte de un concepto de sistema de gestión como lo es el TPM, se indica como una necesidad imperiosa a ser aplicada por la alta dirección de la empresa.

2.3 Problema u oportunidad

Si bien como se expresó en el punto anterior existe una necesidad imperiosa de solucionar el problema de rentabilidad, el presente proyecto de mejora también se presenta como gran desafío en su aplicación fáctica dado el tipo de emprendimientos que conlleva el reciclamiento.

En efecto, la cadena de reciclado (que será especialmente desarrollada infra) comienza con la adquisición de desechos (basura post consumo o post industrial) a proveedores que en su gran mayoría son personas con casi nula estructura administrativa, con quien se pueda establecer contratos formales o informales. Por el contrario, los clientes se presentan como empresas de gran envergadura que exigen el cumplimiento de requisitos de calidad (humedad) en el fardo que se les remite, so pena de aplicar descuentos o quitas.

Es una oportunidad sin lugar a dudas poder definir con el cliente aspectos de producción en forma previa, para dejar de ser reactivos y pasar a ser pro activos en el manejo del proceso de reciclado. Conocer el problema, sus causas, aplicar las mejoras y evaluar los resultados, se convierte en el eje central del presente trabajo.

Adicionalmente, y como beneficio indirecto, con la reducción de pérdidas de materias primas durante el proceso productivo obtendremos también beneficios de en el medio ambiente, pues al mejorar la rentabilidad de la empresa, otros actores del negocio del reciclado verán con buenos ojos realizar más inversiones en tecnología y de esta forma capital ocioso podría destinarse a este rubro comercial que también le hace al mundo ecológico. Cuanta más basura se recicla, cuanto más capital tanto humano como financiero se destina a recuperar materiales, todos nos beneficiamos con un mejor ambiente.

2.4 Objetivos

El presente trabajo de aplicación tiene los siguientes objetivos:

2.4.1 Objetivo general

El proyecto tiene como objetivo general mejorar el proceso de reciclado de forma tal que el producto intermedio que el mismo genera disminuya la humedad contenida en el fardo que se remite al cliente, para de esta forma satisfacer los requisitos impuestos por este, y obtener en consecuencia una mejor rentabilidad del negocio general.

2.4.2 Objetivos específicos

- Presentar un proyecto de mejora de procesos, en este caso en el proceso de reciclado, mediante la disminución de la humedad contenida en el producto intermedio que el mismo genera.
- Analizar su eventual aplicación de la metodología denominada mejoras enfocadas, aprendida en el post grado MBA-UNC, a una empresa del sector industrial de Córdoba.
- Facilitar la aplicación de la mejora propuesta a otras empresas del sector, alimentando de esta forma nuevas inversiones en el rubro de reciclado, con lo que mejoraría sin lugar a dudas el medio ambiente.

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

El proyecto de mejora se muestra bajo la metodología de mejora orientada o enfocada, presentada esta como uno de los 8 pilares fundamentales del TPM, y todo encausado dentro del concepto de mejora continua.

La metodología recomienda una serie de pasos tales como comprender la situación, identificar las causas del problema, proponer una mejora, aplicarla y evaluar los resultados. Al mismo tiempo propone diversas técnicas analíticas para el estudio de las posibles causas.

2.6 Trabajos anteriores que abordan el mismo tema

Seguidamente se exponen diversos trabajos de investigación que fueron seleccionados como antecedentes; teniendo presente como criterio de selección que los mismos abordaron los siguientes temas:

- La aplicación de la metodología de mejoras enfocadas, como pilar fundamental del TPM. Su vinculación con el modelo PDCA. En especial la idea de erradicar las pérdidas como parte de un proceso de mejora continua.
- La aplicación de diversas técnicas analíticas como el análisis Why-Why (porque porque), o diagrama de causa efecto.
- La aplicación de la filosofía kaizen como cultura organizacional.

María Constanza Javega (2020) en su trabajo final de aplicación *Reducción de pérdidas de materias primas en líneas de producción continua* – Escuela de Graduados – Facultad de Ciencias Económicas (Córdoba - Argentina) donde 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 comprendió 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.

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**.

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

LUPs³ 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.

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, sobretudo 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**⁴ 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*.

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 reducirlas o erradicarlas.

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.

³ 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.

⁴ 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.

Mediante el perfeccionamiento de su sistema computacional de soporte, se 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-Qué haciendo foco en las pérdidas operacionales asociada a tiempos (no uso de materiales u otros recursos).

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.

2.7 Motivos por los que se escoge el tema

El proyecto de mejora sobre el proceso de reciclado abordado desde la metodología de mejoras enfocadas, fue seleccionado en primer lugar porque se considera que el reciclamiento es un sector de la economía que merece (y debe) ser ampliamente difundido desde todas las esferas que ello fuera posible.

En tal sentido, con este trabajo de investigación se agrega un granito de arena, desde el punto de vista académico, para que por medio de su divulgación, todos los actores involucrados puedan encontrar un incentivo para su aplicación práctica. Desde la empresa donde se realizó el trabajo de campo, otras empresas del sector de reciclamiento, como así también (y es lo que sería loable) nuevos inversores de capital que se sientan atraído a este sector de la economía.

Sin lugar a dudas, el reciclado tiene un efecto altamente positivo en el medio ambiente, pues lo que antes era *basura* ahora puede (y debe) ser reciclado, generando alto grado de valor por lo que este sector necesariamente necesita crecer.

No se puede dejar de mencionar que quizás el mejor aliciente para que tanto capital humano como financiero se destinen a este sector de la economía sea el incentivo

fiscal que debería existir a nivel gubernamental, pero escapa a este trabajo desarrollar alguna hipótesis al respecto. Solo añadimos que las empresas del sector abonan los mismos tributos que cualquier otra empresa, cuando a mi entender, debería tener fuertes beneficios fiscales para invertir, por el efecto altamente positivo que tiene en el medio ambiente.

El segundo motivo, quizás menos altruista, se relaciona con la lograr un cambio cultural en la administración propia de la empresa objeto del presente proyecto; en efecto, se ha observado durante el trabajo de campo como la gerencia a diario presenta rigideces con los clientes cuando estos le realizan descuentos o mermas a las cantidades remitidas por causa de la humedad contenida en los fardos. De lograrse la aplicación propuesta, además de obtenerse una fuerte mejora en la rentabilidad global de la empresa, se conseguiría esparcir una nueva cultura la de “cambiar bien” lo que ayudaría a su supervivencia a lo largo del tiempo.

3 Marco Conceptual

3.1 Enfoque teórico

3.1.1 Definición del TPM

El mantenimiento producto total (TPM)⁵, es una forma de mantenimiento preventivo que se caracteriza por involucrar a todos los empleados, habiéndose iniciado en las industrias manufactureras y de ensamble. Es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal de la empresa.

El origen del TPM se remonta a la época posterior a la Segunda Guerra Mundial, mas precisamente en 1951, cuando se introdujo el mantenimiento preventivo en Japón. Nippon Denso Co. Ltd. filial de componentes electrónicos de Toyota, fue la primera compañía de la historia en introducir el mantenimiento preventivo en toda la planta en 1960. Las siglas TPM fueron registradas por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM), en el año 1971.

⁵ TPM (por sus siglas en inglés *Total Productive Maintenance*) en español Mantenimiento Productivo Total.

En tal sentido, el TPM surgió y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil y rápidamente pasó a formar parte de la cultura corporativa de otras industrias como electrodomésticos, microelectrónica, máquinas herramientas, plásticos, fotografía, etc.; incluso se ha extendido a países fuera de Japón, como EE.UU. y Sudamérica.

De esta forma se extendió a las industrias de proceso, las cuales con sus experiencias de mantenimiento preventivo, han empezado a implementar el TPM. En los últimos años, han estado incorporando el TPM un creciente número de plantas de procesos de industrias de alimentación, caucho, cemento, papeleras, etc.

Por otro lado, actualmente el TPM se ha extendido no solo a los departamentos directamente relacionados con los equipos, sino a departamentos de administración y ventas. Esta última tendencia subraya la creciente importancia de considerar desde la fase inicial del desarrollo no solo los procesos y equipos de producción sino también los productos, con el objeto de simplificar la producción y mejorar el aseguramiento de la calidad.

Es así, que en 1989 el *Japan of Plant Maintenance* (JIPM) propuso una nueva definición con los siguientes componentes estratégicos, dado que el TPM ya se aplicaba a todos los departamentos de la empresa (producción, administración y ventas):

1. Crear una organización corporativa que maximice la eficiencia de los sistemas de producción
2. Gestionar la planta con una organización que evite todo tipo de pérdidas (cero accidentes, cero averías, cero defectos)
3. Involucrar a todos los departamentos en la implementación del TPM
4. Involucrar a todos, desde la alta dirección hasta los operarios en los mismos proyectos
5. Orientar decididamente las acciones hacia las cero pérdidas, apoyándose en las actividades de pequeños grupos.

Como se observa el TPM se ha extendido a otras industrias, fuera de Japón, incluso a las industrias de proceso, y a departamentos distintos a lo de producción. Es por ello que pueden sintetizarse los motivos de tanto éxito en las siguientes tres razones:

1. Resultados tangibles significativos. En lo que aquí interesa la puesta en práctica del TPM logra resultados sobresalientes, como por ejemplo la disminución de defectos y reclamaciones de calidad por parte de los clientes.

2. Transformación del entorno de la planta. Aumenta la confianza en los productos y en la calidad de la gestión de la planta.
3. Transformación de los trabajadores de la planta. Ante resultados concretos los trabajadores se motivan y proponen sugerencias de mejoras.

Corresponde agregar que el TPM cuenta con una serie de cimientos, denominado por la doctrina como **los 8 pilares del TPM**, cada uno de ellos nos dice una ruta a seguir para lograr los objetivos de eliminar o reducir las pérdidas como son: Paradas programadas, Ajustes de la producción, Fallos de los equipos, Fallos de los procesos, Pérdidas de producción normales, Pérdidas de producción anormales, Defectos de calidad y Reprocesamiento. Las ocho actividades o procesos nucleares TPM, son:

1. Mejoras orientadas (Kobetsu Kaizen)
2. Mantenimiento autónomo
3. Mantenimiento planificado
4. Formación y adiestramiento
5. Gestión Temprana de Equipos
6. Mantenimiento de calidad
7. Actividades de departamento administrativo y de apoyo.
8. Gestión de seguridad y entorno.

La implementación de todos los pilares no necesariamente se llevará a cabo en forma simultánea, sino que se seleccionará con cual se comenzará.

3.1.2 Mejoras orientas o enfocadas. La Filosofía Kaizen

La palabra «kaizen» significa «mejora», un cambio beneficioso que se alcanza paso a paso. El vocablo se forma uniendo dos conceptos: «kai» (cambio) y «zen» (bondad).

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 (CI⁶). 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.

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 japonés⁷. 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 orientadas o enfocadas forma parte de los ocho pilares de implementación de TPM.

Esta filosofía se basa en realizar una serie de acciones sencillas en las que participan todos los trabajadores de una empresa para detectar problemas y darles solución. Todos los procesos empresariales son revisados para optimizarlos.

Como se dijo, la idea que subyace a la filosofía Kaizen es que varios cambios pequeños y continuados dan mejores resultados que un único cambio grande, y por consiguiente hay que hay que desterrar la complacencia, aprendiendo a reconocer las demandas del cliente, eliminar los desperdicios y optimizar el tiempo.

Adoptar la filosofía Kaizen supone asumir la cultura del mejoramiento continuo, que se centra en la eliminación de los desperdicios y derroches en los sistemas productivos en todas las áreas de la organización. Se debe ser muy riguroso y encontrar la falla o problema y solucionarlo. Como se dijo, la complacencia es el principal enemigo del Kaizen.

El kaizen se basa en el Cículo de Deming⁷ como herramienta para conseguir la mejora continua: planear, hacer, verificar y actuar. Su éxito está avalado por algunas grandes empresas que lo han puesto en práctica, como Toyota, Sony o Walt Disney.

Bajo esta óptica se pueden distinguir dos tipos de kaizen:

- Kaizen **orientado a resolución de problemas**: son las actividades a nivel operacional que permiten eliminar las pérdidas, incrementando de esta manera la eficiencia en el uso de los recursos.

⁶ 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.

⁷ El ciclo de Deming (de Edwards Deming), también conocido como ciclo PDCA (del inglés *Plan-Do-Check-Act*) o PHVA (de la traducción oficial al español como *Planificar-Hacer-Verificar-Actuar*) o *espiral de mejora continua*, es una estrategia basada en la mejora continua de la calidad.

- Kaizen **orientado al logro de objetivos**: 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.

Se observa claramente como el pilar fundamental de mejoras orientadas o enfocadas se incursiona dentro de la filosofía del kaizen orientado a la resolución de problemas. En efecto, las mejoras orientadas son un tipo de actividad realizada por equipos de proyectos inter-funcionales compuestos por personas tales como ingenieros, personal de mantenimiento y operarios. Estas actividades están pensadas para minimizar las pérdidas que se busca erradicar, que se han medido y evaluado cuidadosamente. Además de las siete pérdidas principales que se experimentan en la industria de manufactura y ensamble, las **industrias de proceso**⁸ tiene 3 tipos de pérdidas adicionales que son:

- Las pérdidas relacionadas con el personal producidas por una operación deficiente
- Pérdidas de materias primas relacionadas con el rendimiento, consumo unitario y el reciclaje de productos.
- Pérdidas de gestión tales como las relacionadas con el consumo de energía y el mantenimiento de parada general.

Las actividades de mejora orientada, en las industrias de proceso, se dirige a temas específicos tales como un proceso, un flujo del sistema, una unidad de la instalación o un procedimiento operativo. Un proyecto de mejora orientada incluye por ejemplo descubrir las deficiencias en las condiciones del proceso, precisamente lo analizado en el presente proyecto.

Entonces, se pone de resalto que la mejora orientada en industrias de proceso incluye todas las actividades que maximicen la eficacia global de los equipos, **procesos** y plantas a través de una intransigente eliminación de pérdidas y la mejora de rendimientos.

La mejora orientada se pone en practica sistemáticamente, con estos pasos:

⁸ Como es el proceso de reciclado.

Actividad/Paso	Detalle
Paso 0: Selección de tema de mejora	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Seleccionar y registrar un tema 2.- Formar equipo de proyecto 3.- Planificar actividades
Paso 1: Comprender la situación	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Identificar procesos de cuello botella 2.- Medir fallos, defectos y otras pérdidas 3.- Usar líneas de fondo para establecer objetivos
Paso 2: Descubir y eliminar anomalías	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Sacar a la luz infatigablemente todas las anomalías 2.- Restaurar el deterioro y corregir las pequeñas deficiencias 3.- Establecer las condiciones básicas del equipo
Paso 3: Analizar las causas	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Estratificar y analizar las pérdidas 2.- Aplicar técnicas analíticas 3.- Emplear tecnología específica, fabricar prototipos,
Paso 4: Plan de mejora	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Diseñar propuestas de mejoras y preparar planos 2.- Comparar la eficacia y costes de las propuestas alternativas y compilar presupuestos 3.- Considerar los efectos peligrosos y desventajas posibles
Paso 5: Implantar mejora	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Realizar plan de mejora (implantarlo) 2.- Practicar la gestión temprana (operaciones de test y aceptación formal) 3.- Facilitar instrucciones para el equipo mejorado, métodos de operación, etc
Paso 6: Chequeo de Resultados	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Evaluar resultados en el tiempo conforme progresa el proyecto de mejora 2.- Verificar si se ha logrado los objetivos 3.- Si no es así, empezar de nuevo el paso 3 (análisis de las causas)
Paso 7: Consolidar beneficios	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Definir estándares de control para sostener resultados 2.- Formular estándares de trabajo y manuales 3.- Retroalimentar información al programa de prevención del mantenimiento.

Tabla 1: Pasos de la Mejora Enfocada

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

Una mejora realizada de acuerdo con este procedimiento es una mejora orientada que se distingue de la mejora continua diaria, general. Se caracteriza por la asignación de recursos (equipos de proyecto que incluyen ingeniería, mantenimiento, producción y oro personal especializado) y por un procedimiento de trabajo cuidadosamente planificado y supervisado.

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 PQCDMSM, de acuerdo a los criterios expuestos en la tabla que se detalla a continuación.

P (Producción) 1.- Aumento de productividad del personal 2.- Aumento de productividad del equipo 3.- Aumento de productividad del valor añadido 4.- Aumento de rendimiento de producto 5.- Aumento de la tasa de operación de la planta 6.- Reducción del número de trabajadores	Q (Calidad) 1.- Reducción de la tasa de defectos de proceso 2.- Reducción de quejas de clientes 3.- Reducción de tasas de desechos 4.- Reducción de coste de medidas contra defectos de calidad 5.- Reducción de costes de reprocesamiento
C (Coste) 1.- Reducción de horas de mantenimiento 2.- Reducción de costes de mantenimiento 3.- Reducción de costes de recursos (consumos unitarios) 4.- Ahorro de energía	D (Entrega) 1.- Reducción de entregas retrasadas 2.- Reducción de stock de productos 3.- Aumento de tasas de rotación de inventarios 4.- Reducción de stock de respuestos.
S (Seguridad) 1.- Reducción de número de accidentes con baja laboral 2.- Reducción del número de otros accidentes 3.- Eliminación de incidentes de polución 4.- Grado de mejora en requerimientos de entorno legales	M (Moral) 1.- Aumento del número de sugerencias de mejora 2.- Aumento de la frecuencia de las actividades de pequeños grupos 3.- Aumento de número de hojas de lecciones punto único 4.- Aumento del número de irregularidades detectadas

Tabla 2: 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

La doctrina enseña diversas técnicas analíticas para aplicar la metodología de las mejoras orientadas o enfocadas. Las técnicas analíticas son herramientas para identificar todas las causas de los fallos, defectos de calidad, y similares entre un gran número de fenómenos complejos e interrelacionados.

Seguidamente se hará un breve repaso de las mismas, con especial hincapié en las que se usaran en el presente proyecto: Análisis porque-porque y el diagrama de Ishikawa

3.1.3.1 Análisis Why-Why o Porque- Porque

Esta técnica se utilizó por primera vez en Toyota durante la evolución de sus metodologías de fabricación. La estrategia de los 5 porqués consiste en examinar cualquier problema y realizar la pregunta: “¿Por qué?” La respuesta al primer “porqué” va a generar otro “porqué”, la respuesta al segundo “porqué” te pedirá otro y así sucesivamente, de ahí el nombre de la estrategia 5 porqués.

La técnica es sencilla, no tiene gran dificultad de aplicación, es una herramienta fácil y muchas veces eficaz para descubrir la raíz de un problema. Al ser simple, se puede adaptar de forma rápida para resolver casi cualquier problema.

Cuando se busca resolver un problema, se comienza con el resultado final de la situación que se quiere analizar y se trabaja hacia atrás (hacia la raíz), preguntando de

manera continua: “¿Por qué?”. Se repite una y otra vez la pregunta hasta que la causa raíz del problema se hace evidente. Esta insistencia tiene el objetivo de llegar a las causas profundas del fenómeno, descartando las causas superficiales u obvias.

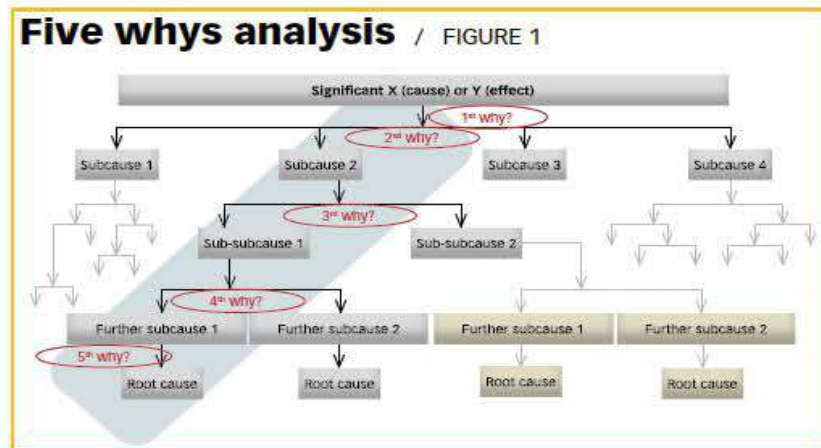


Figura 1: Análisis Why-Why

Fuente: http://rube.asa.org/img/gp/116427_figure1.gif

3.1.3.2 Diagrama de Causa Efecto (Ishikawa)

El diagrama de Ishikawa⁹ es un método gráfico utilizado para distribuir y organizar de mejor manera la información y así poder generar debates para solucionar un problema cuanto antes. El diagrama de Ishikawa identifica la causa de un problema y trata de deducir su solución.

Su aplicación consiste en organizar las causas en grupos y estudiar sus efectos. Al segmentarlas y distribuirlas es mucho más sencillo encontrar relaciones, inconvenientes y oportunidades de mejora.

El diagrama de Ishikawa también es conocido como **espina de pez** por la distribución de la información. Es una herramienta ideal para el trabajo en equipo porque estimula la creatividad y la tormenta de ideas o *brain storming*.

Al ser un método de causa y efecto, lo primero que hay que tener en cuenta al momento de poner en práctica el diagrama de Ishikawa es el problema que afronta la organización. De esa manera se parte la aplicación del método, que puede plasmarse en una hoja de Excel, en la que se deben seguir estos pasos.

⁹ El diagrama de Ishikawa es reconocido de esa manera debido a que fue el ingeniero químico Kaoru Ishikawa quien lo propuso en 1943.

1. Precisar cuál es el problema a resolver
2. Crea la espina de pescado: las causas del diagrama de Ishikawa. Para establecerlas se recomienda dividir las 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.
3. Aplicación del diagrama de Ishikawa
4. Crear acciones para resolver las causas más importantes

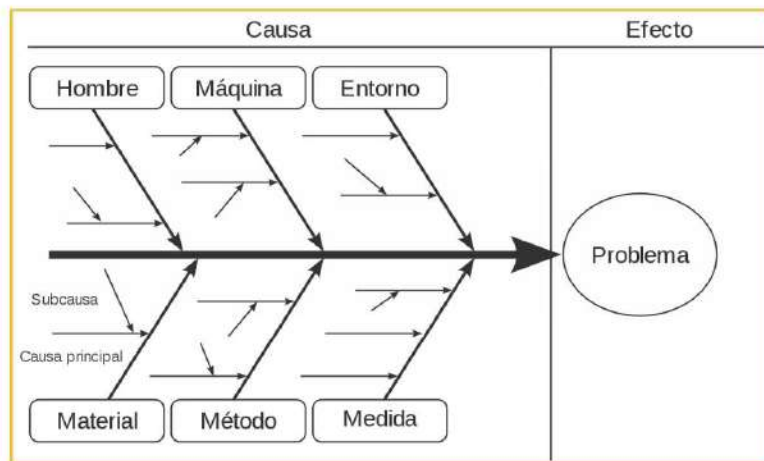


Figura 2 - Esquema del Diagrama Causa - Efecto
Fuente: <http://gestiondeoperaciones.net>

Como se observa, es una de las herramientas que 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.

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.

3.1.3.3 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 de forma 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).

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:

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

¿Dónde sucede? Describiendo las transformaciones que se producen donde ocurre la pérdida observada.

¿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.

¿Cuándo sucede? Identificar si el problema ocurre durante el arranque o la operación normal.

¿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.

¿A quiénes afecta? Esta pregunta se orienta a la identificación de líneas, sistemas y operaciones afectadas por el fenómeno.

¿Cómo ocurre? Describir el fenómeno en términos de modo de falla o tipo de pérdida.

¿Cuánto es su impacto? Se debe cuantificar la pérdida en términos de frecuencia, magnitud, recurrencia y/o costo.

3.1.3.5 Análisis P-M

El análisis P-M es una técnica para analizar fenómenos tales como fallos o defectos de proceso en función de sus principios físicos y para dilucidar los mecanismos de esos fenómenos en relación con los cuatro *inputs* de la producción (equipos, materiales, métodos y personas). Es una técnica apropiada para atacar las pérdidas crónicas.

Esta técnica es especialmente conveniente para tratar las pérdidas que surgen de una variedad de causas complejas, interrelacionadas y problemas intratables que se resisten a repetidos intentos de solución por otros métodos.

3.1.4 Vinculación entre Kaizen y otros modelos de mejora continua

La filosofía Kaizen corresponde enmarcarla dentro de lo que técnicamente llamamos proceso de mejora continua. En efecto, este mejora busca:

- Evitar el deterioro acelerado
- Revertir la acción del deterioro
- Eliminar todas las ligeras anomalías
- Conseguir un funcionamiento óptimo de la planta.

Un proceso de mejora continua es la actividad de analizar los procesos que se usan dentro de una organización o administración, revisarlos y realizar adecuaciones para minimizar los errores de forma permanente.

Postula que la mejora es una actitud general y estable en los procesos. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo.

Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes. Se trata de la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones.

Dentro de los cimientos del proceso de mejora continua, sin lugar a dudas encontramos el Mantenimiento Productivo Total (TPM), antes desarrollado, con sus respectivos 8 pilares, entre ellos la de mejora orientada o enfocada.

Ahora bien, el proceso de mejora continua además del **Kaizen**, también presenta otros metodologías; seguidamente se exponen algunas de ellas.

3.1.4.1 Six Sigma

Fue iniciado en Motorola en el año 1988 por el ingeniero Bill Smith, como una estrategia de negocios y mejora de la calidad, pero posteriormente mejorado y popularizado por General Electric.

Six Sigma, es una estrategia de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, reforzando y optimizando cada parte de proceso consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente.

El término 6σ refiere a un patrón estadístico que se emplea para indicar la proporción de productos defectuosos admitidos por cada millón de unidades producidas (DPMO¹⁰). El valor admitido es 3.4 elementos, o bien, puesto en otros términos, la tasa de éxito esperada es del 99.99966%.

3.1.4.2 Mapa de Flujo de Valor (*Value Stream Mapping*)

El Mapa del flujo de valor es una herramienta utilizada en la industria manufacturera para analizar los flujos de materiales e información que se requieren para poner a disposición del cliente un producto o servicio.

Para lograr esto, se analizan 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.

3.1.4.3 Ciclo de Deming (PDCA)

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

El Ciclo PDCA¹¹ también se lo denomina espiral de mejora continua, es una estrategia empleada para la mejora continua de la calidad en cuatro pasos.

3.1.4.4 QC Story

¹⁰ **DPMO** (en inglés **Defects Per one Million Opportunities**) Acrónimo usado para definir la tasa admisible de defectos por millón de oportunidades

¹¹ Fuente: <https://www.calidad-gestion.com.ar>

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.

3.1.4.5 Método 8D

Las ocho disciplinas para la resolución de problemas (en inglés *Eight Disciplines Problem Solving*) es un método usado para hacer frente y resolver problemas usado frecuentemente por ingenieros de calidad y otros profesionales. También se conoce de forma más abreviada como 8D, Resolución de problemas 8-D, G8D o Global 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).

Las ocho disciplinas son:

D1: Formación de un equipo de expertos que cubran todas las funciones.

D2: Definición íntegra del problema.

D3: Implementar y verificar una acción de contención provisional.

D4: Verificar la causa raíz

D5: Determinar y verificar acciones correctivas permanentes. Así como definición de acciones preventivas para evitar que un problema similar surja de nuevo.

D6: Implementar y verificar las acciones correctivas permanentes.

D7: Prevenir la re-ocurrencia del problema y/o su causa raíz.

D8: Reconocer los esfuerzos del equipo.

3.1.4.6 Monozukuri

Monozukuri es una práctica, en el entorno de la producción, que busca optimizar todos los procesos de la cadena de valor de un producto. El término 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 que se aplica esta filosofía, los grupos monozukuri tienen la ventaja de poder derribar los muros interdepartamentales que retrasan la aplicación de mejoras, para buscar el bien de toda la organización.

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.

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.

3.1.4.8 Perpetual beta

Perpetual beta¹² 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.

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

¹² Fuente: <https://www.investorsinpeople.com/knowledge/continuous-improvement-models-four-great-options-for-you/>

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.

3.2 Conceptos que usaron en el análisis.

Seguidamente se exponen conceptos básicos utilizados en el presente proyecto, sin perjuicio del cual, en el apartado pertinente se hará una especial referencia al proceso de reciclado.

La principal ecuación se la define como:

$$\text{Magnitud de la perdida} = \frac{\text{Cantidad de kilos aceptados por el cliente}}{\text{Cantidad de kilos remitidos al cliente}}$$

Esta ecuación nos brindara el porcentaje de aceptación que actualmente tiene la empresa el Reciclado SA en el periodo objeto de investigación, y es lo que se pretender mejorar con la aplicación de la metodología seleccionada (mejoras enfocadas), para mejorar el proceso de reciclado.

Por otro lado los conceptos que merecen ser destacados son:

- Proceso de reciclado
- Cadena de reciclado.
- Proveedores de rezagos post consumo
- Proveedores de rezagos post industrial.
- Desperdicios de compra
- Humedad contenida en fardos
- Perdida de rentabilidad.

Todos estos conceptos y vocablos, como se dijo anteriormente, serán abordados en el punto 5) del presente proyecto.

3.3 Referencia a los padres de la teoría y sus sucesores¹³

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

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

¹³ En este punto se ha seguido el contenido del Trabajo Final de Aplicación de la Ing. Javega, dada su excelente explicación.

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 (Evansy 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:

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.

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-A¹⁴ 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 (SPC¹⁵ o Statistical Process control por sus siglas en inglés) y el ciclo P-D-C-A.

¹⁴ 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.

¹⁵ 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

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.

Seichi Nakajima (1919-2015) Ingeniero y docente japonés. Pionero del 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.

Taiichi Ohno (1912 –1990) fue un prominente ingeniero mecánico japonés, cuyas contribuciones más importantes son: el desarrollo del sistema *Just in Time*¹⁶ (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:

- Pérdidas por transporte (T)
- Pérdidas por inventario excesivo (I)
- Pérdidas por movimientos innecesarios (M)
- Pérdidas por esperas en proceso (W)
- Pérdidas por sobreproducción (O)
- Pérdidas por reproceso (O)
- Pérdidas por defectos de calidad (D)

Recientemente, se ha agregado una octava pérdida al listado y que se asocia con el mal uso del intelecto de las personas.

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.

¹⁶ 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.

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-yoke¹⁷, el SMED¹⁸ y el concepto de “cero control de calidad”, es decir, eliminar la necesidad de inspeccionar resultados.

4 Metodología

4.1 Referencia de otros trabajos similares del área que emplearon este método

Como se expresó al comienzo del presente trabajo de aplicación, el reciclamiento es una actividad actualmente poco difundida, por lo que trabajos propios de la referida área que hayan aplicado la misma metodología son escasos, lo cual le agrega valor al proyecto.

Sin perjuicio de ello se presentan estos trabajos:

Antonio Scotto (2020) *“Factibilidad de aplicación de acciones de producción y consumo responsables en PYMEs del sector agroexportador de especialidades”* – Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). El autor analiza la viabilidad de aplicar acciones que contribuyan a la realización del ODS N° 1: Producción y consumo responsables en Pymes argentinas del sector agroexportador de especialidades. Para ello se propone herramientas económicas y financieras. Se comparan conceptos de Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad.

Roberto E. Aedo, Ricardo Bustos, Erik Baradit, Mauricio Diaz, Miguel Yañez (2019) *“Contenido de humedad en fardos de papel y cartón a través de la potencia de recepción en el rango de las microondas”* - Universidad Nacional del Bío (Chile) El presente tuvo por finalidad medir el contenido de humedad en fardos de papel y cartón aplicando técnica de microonda en el espacio libre definido por la trayectoria de la onda electromagnética, particularmente en este trabajo es antena transmisora, aire, muestra, aire y antena receptora. Se realizaron a escala de laboratorio mediciones en diferentes probetas que

¹⁷ 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>).

¹⁸ 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)

simulan las características de los fardos a distintos contenidos de humedad. La cuantificación de la interacción entre el material y las microondas se logra a través de mediciones de potencia en recepción en un rango de frecuencia de los 3,84-12,5 GHz para luego establecer la frecuencia óptima de medición. La información obtenida experimentalmente se somete a una fase de análisis de las distribuciones medias de las variables estudiadas, en busca de una o varias curvas de calibración que permitan estimar el contenido de humedad en cada fardo. Los resultados obtenidos evidencian una relación entre la potencia de recepción a diferentes contenidos de humedad, por otra parte, la variabilidad de las muestras y el ambiente del laboratorio influye en las mediciones.

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. 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 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.

4.2 Explicar como permite alcanzar los objetivos deseados

Tal cual se expreso al comienzo del presente trabajo, se presente como un gran desafío la implementación o puesta en practica del proyecto de mejora en el proceso de reciclado.

Efectivamente, instaurar la filosofia **kaizen** como forma de resolver los problemas en esta PYME cordobesa, es un paso agigantado en la profesionalización de sus áreas administrativas, comerciales y de producción. La mejora continua es el camino a seguir.

Es por ello, que no tenemos dudas de que cambiar hacia un sistema de gestión como el TPM, aplicando uno de sus pilares fundamentales, como son las mejoras orientadas o enfocadas, los resultados se verán en el corto y mediano plazo.

Por lo tanto, el pilar de mejora enfocada del TPM es ventajoso ya que se obtienen ganancias rápidas que ayudan a promover la metodologia; actualmente la perdida que sufre la empresa a causa de la humedad representa el 73 % de la utilidad contable del ultimo balance ajustado por inflación. No aplicar esta excelente herramienta deviene a *a priori* como impropio.

La mejora orientada se pone en practica sistemáticamente, con estos pasos:

- 1) Seleccionar un tema.
- 2) Formar un equipo de proyecto
- 3) Registrar el tema
- 4) Investigar definir y poner en marcha la mejora
- 5) Evaluar los resultados.

En materia de técnicas analíticas para poder identificar la causa del problema se utilizan el Diagrama de Ishikawa o espina de pescado, y el *Why-Why analysis*.

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



Figura 3: La Mejora Enfocada dentro de ciclo PDCA

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

De esta forma, la idea central es aplicar la mejora enfocada en el proceso de reciclamiento brindando propuestas de mejoras que serán desarrolladas seguidamente, para que como resultado final la rentabilidad de la empresa mejore en el corto plazo, pues dejara de sufrir descuentos o pérdidas a causa de la humedad contenida en el fardo.

5 Análisis y Resultados

5.1 Procedimiento ejecutado en la metodología

A los fines de aplicar la metodología de las mejoras orientadas o enfocadas, es preciso conocer específicamente de que hablamos cuando se hace referencia al proceso de reciclado, pues no es una actividad económica que cuente con muchos actores en el mercado de nuestro país.¹⁹

En efecto, las acciones o propuestas de mejora se encuentran íntimamente ligadas a las condiciones particulares que presenta el proceso de reciclado, de allí la importancia de detallar previamente el siguiente introito.

5.1.1 Introducción. Esquema de Proceso Productivo

Por consiguiente, se procederá a definir el proceso de reciclado, comprender los actores que participan en la cadena de reciclado para finalizar esta introducción con las etapas cumplidas dentro de la empresa bajo estudio.

5.1.1.1 Definición del Proceso de Reciclado

El reciclado se define²⁰ como el procesamiento de desperdicios y desechos metálicos y no metálicos²¹ para convertirlos en materias primas secundarias, normalmente

¹⁹ Según la estadística anual de la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP), para el año 2019, de las 978.000 presentaciones mensuales promedio de la declaración jurada de IVA, tan solo 411 se correspondieron a la actividad de reciclado. <https://www.afip.gob.ar/institucional/estudios/anuario-estadisticas-tributarias/>

²⁰ Fuente: https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm_4rev4s.pdf

²¹ Dentro del concepto de productos no metálicos, ingresa el papel y el cartón, como así también el PET. El PET (polietileno tereftalato) es un polímero de condensación termoplástico y material muy usado en la producción de una gran diversidad de envases de bebidas, como los refrescos, y fibras textiles.

mediante un proceso de transformación mecánico o químico.²² Incluye la separación de materiales recuperables de aquellos desechos no peligrosos (basura, no recuperable); una vez realizado la selección el proceso continua con la clasificación en categorías de materiales recuperables mezclados, como papel, plásticos, latas de bebidas usadas, y metales.

En su parte medular el proceso de transformación mecánica o química incluye, entre otros:

- el aplastamiento mecánico de desperdicios metálicos, como automóviles usados, lavadoras usadas, bicicletas usadas, etcétera.
- la reducción mecánica de grandes volúmenes de metal, como vagones de ferrocarril.
- la trituración de desechos de metal, vehículos desechados, etcétera.
- otros métodos de tratamiento mecánico, como el corte y el prensado para reducir el volumen.
- la nodulización de plásticos para producir materias primas secundarias para la fabricación de tubos, macetas, bandejas de carga y productos similares.
- el procesamiento (limpieza, fusión, trituración) de desechos de plástico o caucho para convertirlos en gránulos.
- la trituración, limpieza y clasificación de otros desechos, como los de demoliciones, para obtener materias primas secundarias

Por esa razón, el desecho o rezago puede subdividirse en material recuperable o material no recuperable: los primeros son la materia prima del proceso de reciclado, y los segundos son desperdicios sin valor económico alguno, basura propiamente dicha.

No obstante, es importante aclarar que el material a reciclar pueden provenir de cualquier origen sea “post consumo” o “post industrial”; pero que en su estado natural es inapropiado para ser utilizado como materia prima por cualquier otra industria, por lo que necesariamente debe transitar por el proceso de reciclamiento²³. El proceso final del reciclamiento es la obtención o generación de un producto intermedio o materia prima secundaria, de allí su importancia.

Gráficamente:

²² El proceso de reciclado bajo estudio, es mecánico, como se analizará seguidamente.

²³ En el presente trabajo las denominaciones, reciclaje, reciclamiento, proceso de reciclamiento o proceso de reciclado, son utilizados en forma indistinta

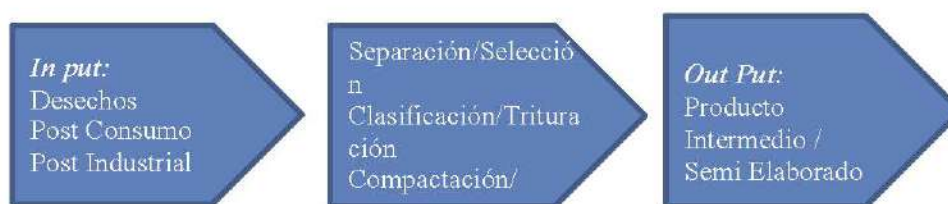


Figura 4: In put y Out Put del proceso de reciclado

Fuente: elaboración propia

A mayor abundamiento, el Clasificador Nacional de Actividades Económicas (CLANAE-2010)²⁴ definen al reciclamiento como un proceso mecánico o químico que al principio se trata de desechos y desperdicios, clasificados o no pero siempre **inapropiados** para ser utilizados directamente en un proceso industrial, mientras que al final del proceso pueden ser utilizados para tratamientos posteriores. Y por lo tanto, se les considera productos intermedios o semielaborados, pero nunca como producto acabado.

Por todo lo expresado *ut supra*, se puede caracterizar al reciclamiento o proceso de reciclamiento como sigue:

- Es una especie dentro de la industria manufacturera, pero no cumple todos sus requisitos, en especial la de obtener un producto nuevo o acabado.
- Su materia prima (material a reciclar) son desperdicios o desechos, clasificados o no, pero que en su estado natural son inapropiados para utilizarse directamente en otro proceso industrial.
- Una vez que el rezago ingresa en el proceso de reciclado, se obtiene del mismo un producto intermedio o semielaborado²⁵ con un valor (material reciclado), el cual sí puede ser utilizado en un proceso industrial posterior.
- Requiere de actividades como la de: a) aplastamiento mecánico de los desperdicios (materia prima – material reciclable), para su posterior clasificación y separación, b) reducción mecánica de grandes volúmenes. c) trituración de desechos d) métodos de tratamiento mecánico, como el corte y el prensado para reducir el volumen. e) trituración, limpieza y clasificación de otros desechos.

5.1.1.2 La cadena de reciclado de cartón y papel: sus actores

²⁴ https://www.indec.gob.ar/micro_sitios/clanae/documentos/NOTAS_METODOLOGICAS_CLANAE-2010.pdf

²⁵ Son términos que se utilizan con el mismo significado: producto intermedio, producto semielaborado o materia prima secundaria.

En el caso bajo estudio el producto intermedio que se ha descrito en el punto anterior son fardos especialmente de cartón, el cual en su paso siguiente forma parte de los insumos o materia prima secundaria del otro eslabón que son las fábricas de papel y cartón.²⁶ La unidad de medida del material que ingresa a la planta del El Reciclado S.A. como los fardos que son remitidos a las diversas industrias son kilogramos, en otras palabras la unidad de medida del proceso de reciclado son kilogramos, o su equivalente de toneladas.

Como se muestra en la el grafico siguiente, la cadena de reciclado del cartón comienza con los desechos y culmina con un producto final elaborado por las fabricas, como por ejemplo las cajas de cartón ó el papel higiénico.

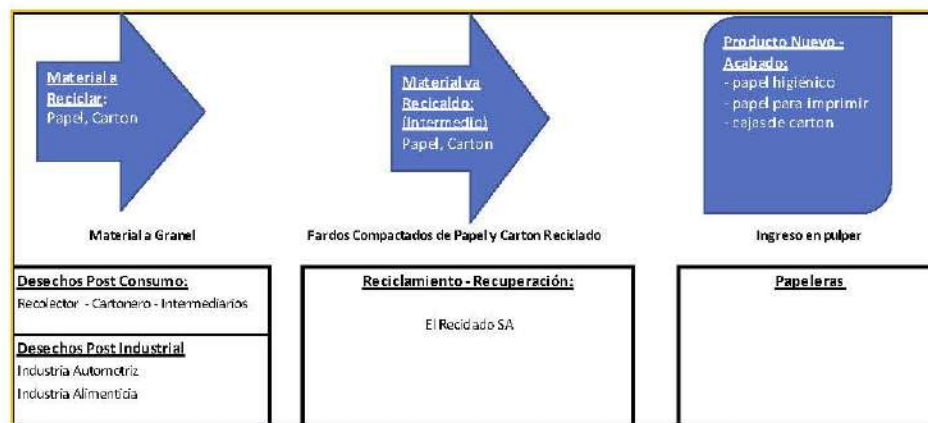


Figura 5 : Cadena de reciclado del papel y el cartón.
Fuente: elaboración propia.

Mas específicamente, se visualiza que la cadena de reciclado comienza con desechos post industriales ó post consumo, que son los materiales a reciclar, lo que implica que en su estado natural no pueden ser volcados en un pulper²⁷, sino que necesariamente debe pasar por el proceso de reciclado; de esta forma la cadena de reciclado, contiene el proceso de reciclado.

En el grafico anterior, el primer actor que aparece en escena es el proveedor de rezagos que provienen del sector post consumo. Se denomina recolector también

²⁶ La empresa también vende PET, pero representó para el periodo bajo estudio el 1,90 % de los kilos producidos; Para ser más exacto el cartón reciclado alcanzó el 94,48 % y el papel reciclado el 3,62 %.

²⁷ El pulper es un recipiente con una hélice en su parte inferior en el que se mezclan todos los ingredientes básicos para la creación de la pasta de papel.

cartonero, recuperador o carrero, y es la persona humana que efectúa la tarea de extraer de las calles de la ciudad o directamente de basurales los “**desechos post consumo**”²⁸, los acondiciona y los transporta en pequeñas cantidades a la etapa siguiente.

El recolector no tiene una estructura de costos importante ya que no necesita para su desarrollo de insumos, ni tampoco requiere mano de obra adicional, debido a que su actividad está centrada en el trabajo físico del titular, y también quizás, en el de su familia. En este primer eslabón también se puede incluir a los intermediarios, que adquieren el material a reciclar a los recolectores, en ambos casos se caracterizan por la informalidad de la relación comercial.

Continuando con la cadena de reciclado, la segunda fuente de material a reciclar son los “**desechos post industriales**” esto es el rezago o desperdicio que generan diversas industrias en sus propios procesos productivos o comerciales. Se cita como ejemplo la industria automotriz o la industria alimenticia que generan desperdicios, pero como actividad meramente secundaria, y en tal sentido contratan empresas recicladoras para que le presente el servicio integral de retiro de cartón. No cuenta con una inversión necesaria para realizar el proceso de reciclado, pues no tienen maquinas ni equipo para dicha función. A diferencia del desecho post consumo, el post industrial generalmente es retirado de las industrias por camiones propios de las empresa recicladoras para su posterior tratamiento.

Del análisis de estos dos tipos de proveedores, el 70/80 % del insumo a reciclar proviene del sector informal de cartoneros (desecho post consumo), en tanto que el 30/20 % restante proviene del desecho post industrial.

El segundo eslabón de la cadena de reciclado es precisamente El Reciclado S.A. (reciclador formal) quien posee equipamiento y personal necesario para realizar el proceso de reciclado propiamente dicho. El producto intermedio que obtiene este reciclador formal son fardos de papel y cartón los cuales deben cumplir distintos requisitos en cuanto uniformidad y calidad que les imponen sus clientes.

Precisamente el ultimo eslabón de la cadena son las fábricas de papel, que como se expreso son los clientes de El Reciclado SA; ellas producen el producto final al que se hizo referencia anteriormente, esto es las cajas de cartón o el papel higiénico, por ejemplo, cuyo destinatario son los consumidores finales, culminando de esta forma la cadena de reciclado.

²⁸ En nuestro caso particular son rezagos de papel y cartón.

5.1.1.3 Las vicisitudes y los aspectos comerciales del la cadena de reciclado

A esta altura corresponder ir avanzando en el conocimiento propio del mercado de reciclaje, dado que las condiciones de compra y venta serán elementos limitante a la hora de proponer mejores en el proceso de reciclaje, como parte de la implementación de las mejoras enfocadas.

Como se dijo, el producto final del proceso de reciclado es una materia primera secundaria que es utilizado por otro proceso industrial (industria papelera), por lo que se descarta de plano que las empresas recicladoras (como el Reciclado S.A.) puedan tener como clientes – por ejemplo- a un consumidor final; por el contrario sus clientes son única y exclusivamente fábricas o industrias, que utilizan como materia prima de sus procesos industriales al material reciclado (producto intermedio).

Del otro costado, así como los clientes de este tipo de empresas, son siempre industrias, los proveedores del material a reciclar gozan de otra característica especial: en su gran mayoría²⁹ son recolectores-cartoneros o intermediarios.

En resumidas cuentas, la nota característica del lado de los proveedores es la informalidad en su máxima expresión, en tanto que la máxima rigurosidad en el cumplimiento de estándares de humedad es lo caracteriza del lado de los clientes: en el medio las empresas que se dedican al reciclamiento.

Comienza a definirse de esta forma aspectos centrales del proceso de reciclado: sus proveedores y sus clientes son distintos a los de cualquier negocio común, puesto que se adquiere basura (desechos), se la transforma y se las vende a las fábricas como material reciclado (producto intermedio), para que sean éstas últimas las encargadas de generar un producto nuevo. Se agrega como elemento característico el hecho de los proveedores son dispersos y en un gran numero, pero los clientes se concentran en un reducido numero que no superan los 5 o 6.

Surge con claridad meridiana que las relaciones entre los diversos actores antes detallados es cuanto menos especial. Por un lado el reciclado formal no le puede imponer o exigir condiciones de adquisición de material a reciclar ni a las industrias que generan desechos post industriales, ni menos aún al recolector o cartonero. A las industrias que generan el desecho post industrial por el hecho de que lo que genera es un elemento

²⁹ Para la empresa ejemplo que se ha seleccionado, representa un 70 %.

secundario de su proceso productivo, en tanto que exigir condiciones al recolector o cartonero deviene casi de imposible cumplimiento.

Es por ello que se torna materialmente inadmisibles, por lo menos en el mercado argentino, que se le exija al recolector que acondicione de determinada manera al material de rezago bajo pena de quitas de precio u otro tipo de sanción. Por el contrario, lo que se observa es que cuando se ha intentado imponer condiciones este tipo proveedor los mismos se desplazan hacia otro recolector formal, que le acepte el material tal cual ellos lo proveen. Como corolario el material a reciclar comienza a escasear.

De igual forma las empresas que generan rezagos (desechos post industrial), no tienen ningún tipo incentivo para realizar algún tipo de clasificación o acondicionamiento del material a reciclar, por lo que incluso en algunos casos llegan hasta pagar dinero para que le retiren sus desperdicios.

En el otro extremo, el cliente del reciclador formal, las fábricas de papel y cartón, necesitan que el producto intermedio o materia prima secundaria (fardos de papel y cartón ya reciclados) cumpla una serie de requisitos sobre todo respecto de la humedad contenida en los fardos, por el simple hecho de que no están dispuestos a pagar dinero por un producto aumentado de peso a causa del factor humedad.

Si dichos recaudos no son cubiertos, quien acarrea con la pérdida económica es precisamente el reciclador formal, mediante quitas o mermas que le son facturados.

En forma resumida estas son las condiciones o las reglas de mercado a la que tiene que adaptarse el Reciclado S.A.:

Caracteres	Proveedores (Recolectores / Cartoneros)	Clientes (Industrias Papeleras)
Cantidad de Actores	Muchos	Pocos
Cumplimiento de Requisitos de Entrega de Material	Ninguno	Si, tamaño, humedad, peso
Forma de Pago/Cobro	Contado	A Plazo
Sanciones por Material entregado con defectos	Ninguna	Si, quita o multas

Figura 6: Actores de la cadena de reciclado

Fuente: elaboración propia

5.1.1.4 Las etapas propias dentro de la Empresa El Reciclado SA.

Definido el proceso de reciclado, los actores de la cadena de reciclado, y la especial relación que se da entre ellos, en este apartado se analizarán las distintas etapas del proceso de reciclado, ya dentro de la propia empresa modelo que se ha seleccionado.

Ya se ha presentado en los apartados iniciales la empresa El Reciclado S.A., nombre de fantasía a los fines del presente trabajo, pero se recuerda que tiene su planta industrial en la Ciudad de Córdoba.

Las etapas que seguidamente se exponen son:



Figura 7: Etapas dentro de la empresa.

Fuente: elaboración propia

1- Recepción de residuos, pesaje y gestión documental:

El material, sea que provenga del sector pos industrial o del post consumo ingresa a la planta en diversos rodados como camionetas, camiones o utilitarios; por lo que la forma de cuantificar el rezago es mediante el peso del transporte en balanzas especiales (basculas) restando el correspondiente valor de la tara.³⁰ El sistema de gestión de la empresa emite el correspondiente respaldo documental con el detalle de los kilos adquiridos.³¹

Los residuos sólidos tanto de papel como de cartón ingresan al predio de la empresa a granel, es decir sin ningún tipo de tratamiento ni clasificación, y generalmente (para el caso del desecho post consumo) ingresa mezclado por lo que es habitual que un mismo comprobante (respaldo documental) de ingreso contemple tanto papel como cartón.

El hecho de que ingrese a granel hace sumamente dificultoso conocer el detalle del interior del material que se está adquiriendo, siendo una práctica común encontrar en el centro de bulto elementos que hacen que el peso aumente. Incluso, y lo que elemento medular del proyecto de mejora, es que el material a granel que se adquiere ingresa en la mayoría de los casos mojado o húmedo, precisamente para aumentar su peso y de esa forma aumentar el importe que se recibe al venderlo.

³⁰ Es el peso del contenedor ó empaque sin incluir el peso del producto (neto).

³¹ No es motivo de análisis, pero corresponde hacer mención que la actividad de reciclamiento cuenta con el régimen especial de documentación de ingreso del material a reciclar, conforme la Resolución General de AFIP N° 2949. En especial, es el propio adquiriente quien emite el documento que luego tendrá validez fiscal para poder deducir como costo de ventas en el impuesto a las ganancias, el material adquirido. Denota este punto, lo resaltado anteriormente, en el sentido de la informalidad que presente el sector bajo estudio.

En síntesis, y lo que permite confirmar la especial relación con el proveedor, es que el material ingresa a granel y mezclado, con elementos que aumentan su peso, y generalmente húmedo. Al ser adquirido a granel se torna casi imposible realizar cualquier tipo de actividad que permita un control³² de estos tres desperfectos (mezcla, aumento de peso, humedad), pues el campo de acción se ve absolutamente reducido por el tipo de proveedor y la materia primera que se adquiere (basura).

2- Clasificación – Primera Selección – Almacenamiento a granel

Una vez que el material a reciclar es volcado en el playón cubierto de la empresa, comienza una segunda etapa, siendo su objetivo eliminar el desperfecto vinculado con situación antes detallada como “mezcla”.

El personal operativo en forma manual realizará luego una clasificación, básicamente en tres tipos de sub desechos: papel blanco (por ejemplo hojas A4 impresas), papel mixto (por ejemplo revistas) y cartón (por ejemplo cajas de un Televisor).³³

Actualmente el 94 % del material de rezagado que ingresa al Reciclado S.A. es cartón sea post consumo o post industrial. El almacenamiento a granel de los residuos tiene lugar en zonas separadas según esta primera selección realizada.

3- Segunda Selección – Desperdicios de compra

En esta etapa se realiza una segunda selección pero dentro de cada especie previamente determinada: cartón, papel blanco y papel mixto. El objetivo es doble: secado y eliminación de desperdicios propiamente dicho.

Es por ello que es necesario espaciar el material adquirido dado que el mismo ingresa al predio contaminado y húmedo. De este modo, el material a reciclar se esparcía en el playón para su secado realizando luego la segregación de los desperdicios de compra. Se denomina de esta forma todo aquella parte del material adquirido que contiene por ejemplo: madera, clavos, alambres, elementos cortantes, pegamentos, hierros, etc. Todos estos elementos no pueden ser ingresados a la etapa siguiente. Intencionalmente o no,

³² Se resalta que la humedad contenida en el bulto a granel no es medida, a causa de las dificultades señaladas.

³³ Como se expreso anteriormente, la empresa también comercializa PET, pero en bajo porcentaje.

dichos desperdicios de compra han aumentado el peso del material adquirido, tal cual se reseña en la etapa 1.



El desperdicio de compras representa aproximadamente entre un 2,50 % a 5 %, y forma parte del costo de ventas. Como se comento anteriormente, el material al ingresar al predio a granel (bulto abierto) se hace materialmente imposible saber de ante mano que contenido hay en su interior, y el mismo tiempo medir la humedad que pueda llegar a existir. Esto es una barrera para aplicar cualquier tipo de mejora en este etapa.

4- Trituración y Corte:

En esta etapa se reduce el tamaño del residuo ya segregado mediante trituradores específicos. Por ejemplo, los materiales con densidades muy altas, como los periódicos y las revistas, requieren, en ocasiones, una trituración previa al embalaje a fin de reducir su densidad y obtener fardos compactos. Cuando se trata de papel, primero se cortan con una cizalla para poder separar el tubo de cartón del papel.

Esta etapa no siempre se realiza, dependiendo del estado del material a reciclar.

5- Compactación (prensado) y enfardado:

Esta etapa es medular en el proceso, dado que todas las etapas previas han sido manuales.³⁴ El material ha sido pesado (etapa 1), subdividido por especie (etapa 2), secado y

³⁴En el sentido, de que hay sido actividades realizadas por los operarios de la empresa, sin intervención de maquinaria específica. Se ha segregado el desperdicio de compra, se esparcido el material para su secado, etc.

acondicionado (etapa 3), triturado en caso de corresponder (etapa 4), y esta en condiciones de ingresar en esta etapa 5, que se denomina de compactación y enfardado.

El elemento central de esta etapa 5 es una gran maquina compactadora, y enfardadora; dada la importancia de la misma en el punto siguiente se especifican las características del citado equipamiento.

Continuando con el procedimiento de reciclado, una vez superada la etapa 3 (o etapa 4 en caso de ser necesaria), el material ingresa comienza a transitar por una cinta transportadora de 5 metros que lo lleva a la parte superior de la maquina e ingresa finalmente por una tolva. El material comienza allí a ser compactado a presión para luego ser atado con un alambre especial para el armado de los fardos.



La humedad, el ancho, la profundidad y el alto de los fardos deben cumplir los requisitos previamente especificados por los clientes.

6- Almacenamiento por categorías y expedición:

Los materiales ya compactados y enfardados se almacenan por tipologías: papel blanco, papel mixto y cartón, para su posterior remisión a los clientes.



Dentro de esta etapa 6, una vez que la venta es concertada se procede a retirar del almacén los fardos compactados y cargarlos con en los camiones para su posterior remisión a los clientes.

El proceso de salida también implica el pasaje del camión para la confección del remito oficial correspondiente que contendrá los kilos de material que son despachados, previa resta del valor de la tara.

En la siguiente ilustración se observa como el material ya reciclado, en este caso papel blanco, es transportado vía fletes³⁵ a las fábricas de papel.



5.1.1.5 La maquina compactadora y enfardadora

Se ha detallado en el punto anterior, como el proceso de reciclado en sus diversas etapas dentro de la empresa, ocurre en forma manual, casi artesanalmente. Pero en su etapa N ~ 5, ingresa en escena una maquina compactadora y enfardadora.

En vísperas al desarrollo de las diversas hipótesis que seguidamente se esbozará se cree oportuno poner en escena los aspectos técnicos de la máquina a la que hacemos referencia. La máquina es una Enfardadora Serie MZD 160 B como se ilustra en la siguiente imagen:



³⁵ La contratación de los fletes, puede ser por el cliente directamente o bien por El Reciclado SA, siendo la gran mayoría de las veces la primera opción.

Este tipo de maquina, enfardadora modelo serie MZD, son equipos mayormente utilizados en los centros de reciclado de mediano y gran tamaño. Puede comprimir y embalar cartón corrugado, diarios, revistas, etc. de modo que puedan ser transportados y almacenados fácilmente.

Poseen un sistema de control eléctrico que asegura la automática alimentación, compresión y expulsión del fardo.



El tamaño del fardo y la capacidad de producción pueden ser adaptadas a las necesidades del cliente. En forma reducida las características de la maquina son las siguientes:

Detalle	MZD160B
Fuerza Nominal	160 T
Tamaño del Fardo	1.10 metros de largo x 1.25 metros de ancho x 1.60 metros de alto
Peso del Fardo	desde 900 hasta 1.000 kilogramos
Eficiencia en Papel	10-12 toneladas/hora
Eficiencia en Cartón	07-09 toneladas/hora
Cantidad de Alambres	5
Cinta	17 metros de largo x 1.75 metros de ancho x 4.70 metros de alto
Sistema de Control	PLC + Touch + Screen + Button
Potencia	63 W
Método de Trabajo	Completamente Automática
Area Ocupada	16.000 metros de largo x 16.000 metros ancho x 5.000 metros alto

Tabla 3: Características maquinaria
Fuente: Proveedor de la maquinaria.

Se destacar del cuadro anterior que el tamaño del fardo, como así también el peso del mismo son variables que pueden ser perfectamente diagramas en el proceso de compactación y enfardado, pues es una maquina que permite adaptarse a las necesidades que fijen los clientes.

Por otro lado, el ítem área ocupada permite tomar dimensión del gran porte de la maquina que debe sumarse a la cinta transportadora que es la que permite

transportar hacia la parte superior de la maquina (tolva a 5 metros) el material ya seleccionado, conforme se detallo en las etapas anteriores. La cinta transportadora totalmente mecánica con zona plana es de 10m de largo.



De la simple ecuación del peso aproximado del fardo y de la eficiencia por hora, puede concluirse que la capacidad máxima de la maquina es de 96 fardos por día de papel blanco o mixto y 72 fardos por día de cartón, bajo la hipótesis de 8 horas por día de trabajo.³⁶ En la practica la situación es un *mix* entre cartón y papel (blanco o mixto) que depende de la situación del mercado y de las exigencias del cliente, pero actualmente el 94 % de las ventas son representadas por fardos de cartón.

La caja de alimentación adopta un sensor fotoeléctrico que controla automáticamente el sistema de transporte del material y el sistema principal de compresión. La estructura de tensionado de alambre es estable y confiable, lo que garantiza la eficiencia del enfardado y el nivel de automatización. Cada fardo es atado por cinco (5) alambres.



³⁶ Escapa al objetivo del presente trabajo el estudio de la capacidad instalada y los kilos que actualmente procesa la maquina.

El sistema eléctrico cuenta con un sistema de control por PLC, que es la computadora que organiza la máquina; ante la presencia espontánea de cualquier inconveniente el sistema automáticamente se detiene para garantizar la seguridad del trabajo y del equipo. La consola de control se encuentra equipada con una interfaz *touch-screen* que permite realizar el cambio entre diferentes interfaces, control de movimientos y de trabajo, con ajuste de datos.

Finalmente, la máquina a los fines de un adecuado mantenimiento cuenta con un sistema de refrigeración:



Recapitulando, el papel o cartón ya seleccionado por el personal operario es volcado en la cinta transportadora de 10 metros de largo que sube el material a reciclar hasta la altura de 5 metros donde se encuentra la tolva de ingreso a la máquina propiamente dicha, comenzando el proceso de aplastamiento y compactación.

Este sistema de presión sobre el material es secuencial y a medida que el material se reduce en su tamaño es atado con alambre de grueso calibre para culminar con un fardo de las dimensiones (alto, largo y ancho) previamente definidas, lo que determinará en definitiva el peso del mismo. Los fardos son retirados por medio de auto elevadores, para su posterior almacenamiento dentro de otro sector de la empresa, hasta que finalmente son remitidos al cliente (etapa 6)

5.1.2 Pasos para la aplicación de la mejora enfocada

Al momento de abordar la parte teórica del presente trabajo de investigación, se detallaron los pasos que la metodología “mejoras enfocadas” propone para alcanzar el objetivo de disminuir o eliminar la pérdida o el fallo detectado.

En los siguientes apartados se irá transitando cada uno de los citados pasos, con las salvedades y comentarios que corresponda realizar en relación a las circunstancias fácticas del caso.

5.1.2.1 Paso 0. Selección del tema de la mejora

La bibliografía de referencia indica que deben seleccionarse los procesos o equipos que den lugar a las pérdidas principales tales como defectos de calidad repetidos, reclamaciones de clientes costosas, entre otros. Agrega que hay que empezar con los temas que rindan mayores reducciones de costos, o bien aumenten en forma rápida la rentabilidad.

Al mismo tiempo, la mejora a seleccionar debe ser encuadrada como búsqueda de beneficios o respaldo de mantenimiento autónomo. En el primer caso, es relativamente fácil presupuestar porque se calcula rápidamente la rentabilidad sobre la inversión, se producen resultados visibles y es claro el periodo de recuperación de los fondos. Por el contrario seleccionar una mejora que este vinculada al respaldo de mantenimiento autónomo los efectos son menos visibles, y el beneficio financiero es pequeño.

Después de categorizar la mejora, el paso siguiente es evaluar su dificultad, dado que ello determinara las responsabilidades y funciones del equipo de trabajo. Por ultimo corresponderá planificar la actividad.

En el caso bajo estudio, sin lugar a dudas el tema seleccionado de la mejora es la humedad contenida en el fardo de cartón que se despacha a los clientes, y al ser tan elevada la misma se producen mermas o perdida que impactan directamente en la rentabilidad del negocio. Es por ello que este tipo de mejora es de las denominada de búsqueda de beneficios.

Es importante resaltar que la empresa PYME seleccionada no cuenta con planes maestros de presupuestos ni planificaciones estratégicas sofisticadas; en función de ello que el equipo de trabajo para implementar la mejora de ser encabezado directamente por los socios.

5.1.2.2 Paso 1. Comprender la Situación

En este paso, es necesario medir los fallos, defectos, y pérdidas, para luego establecer objetivos que sean alcanzables.³⁷

Para relevar la información actual la empresa se procede al análisis de los datos que provienen del sistema de gestión de El Reciclado S.A.; en base a ello se elaboró un matriz de datos para el periodo objeto del presente trabajo de investigación: julio de 2020 a junio de 2021.

Para ahondar la situación actual de la planta, corresponde señalar que el proceso de venta comienza en el pedido que realiza el cliente a las oficinas administrativas de la compañía sea vía telefónica o e-mail. Definido el material a enviar, generalmente cartón, se determina el flete encargado del viaje el cual puede ser contratado por la empresa o bien directamente por el propio cliente.

El camión ingresa al playón de la empresa a los fines de que un autoelevador pueda colocar los fardos compactados en el acoplado del mismo hasta alcanzar la cantidad (kilos) deseada por el cliente. Finalmente el rodado pase al sector de pesaje, donde se le hace entrega al chofer del remito que contiene la descripción del material y su peso (kilogramos).

Al momento de detallar el proceso de reciclado, se hizo especial hincapié en la concentración que la empresa tiene del lado de los clientes: son escasos y generalmente lo que se les provee es cartón post consumo o post industrial reciclado. Del siguiente grafico se observa que el 90 % del material reciclado es adquirido por tan solo 4 clientes, lo que confirma lo anteriormente expresado.



Figura 8: Incidencia de Clientes.
Fuente: Elaboración propia

³⁷ Muchos de los aspectos centrales, ya fueron detallados en el punto 5.1.1) *Introducción*. Algunos serán reiterados en este acápite para una adecuada comprensión de la situación actual de la empresa bajo estudio.

En materia de concentración de producto reciclado, como se detalla *infra* el cartón en sus versiones post consumo o post industrial, es el principal producto intermedio que se fabrica:

Material Reciclado	Kilogramos	Incidencia
Carton	9.212.020,00	94,5%
Papel Blanco	282.740,00	2,9%
PET Cristal	178.600,00	1,8%
Papel Mixto	70.260,00	0,7%
PET Verde	6.205,00	0,1%
Total general	9.749.825,00	100,0%

Tabla 4: Material reciclado en los kilos remitidos.
Fuente: Elaboración propia

Anteriormente hemos definido el proceso de venta hasta el punto donde el camión (sea que flete contrato por el cliente o contrato por la empresa) egresa del portón de El Reciclado S.A. con destino al cliente.

Ahora bien, y es lo medular del presente trabajo de aplicación, una vez que el camión con fardos de cartón recorre los kilómetros necesarios e ingresa a la planta papelera el fardo es sometido a un control de calidad por parte del cliente. De dicha prueba surgen multas o pérdidas a los kilogramos remitidos. En otras palabras, si la empresa remitió por ejemplo 30.000 kilogramos, el cliente solo autoriza a facturar la suma de 29.000.

¿Porque sucede eso? ¿Porque si se remitieron determinada cantidad de kilogramos, el cliente realiza una quita sobre el mismo, y solo abona una parte de ello? La respuesta a estas preguntas es lo que ha motivado a realizar el presente trabajo de aplicación, aplicando la metodología de la mejora orientada.

Bajo la premisa de lo que no puede medirse no puede mejorarse, es que se trabajó sobre el 100 % de los remitos enviados por la empresa para el periodo objeto de análisis hacia los clientes desde donde se extrajo la siguiente información:

- Fecha del envío, en especial el mes para su estandarización
- Material reciclado (cartón, papel, o PET)
- Destino del material, indicando la distancia recorrida por el camión.
- Flete contratado por la empresa o por el cliente
- Kilogramos remitidos.

Luego se analizó todas y cada una de las facturas de venta³⁸ desde donde se obtuvo la siguiente información:

- El N ~ de remito vinculado
- El material reciclado
- Los kilogramos aceptados

Cuando decimos “kilogramos aceptados” se hace referencia a la situación antes detallada; es decir al momento en que el cliente presta su conformidad con el material recibido procede a enviar el e-mail informado los kilos que son aceptados, para que de esa forma (y no antes) el Reciclado SA pueda emitir su correspondiente factura de venta. Son las condiciones o reglas de mercado.

Lo cardinal del presente trabajo es lo que sucede en esta instancia, pues de los kilogramos remitidos por la empresa una parte (un porcentaje) es descontado por el cliente. Al indagar la causa de dicha merma o pérdida o descuento la respuesta fue unánime: **la humedad** contenida en el fardo.

Es decir que el proceso de calidad a la cual el fardo de cartón es sometido en destino consiste básicamente, en que una vez que es pesado, se controla la humedad contenida en el mismo y de esa forma se determina el porcentaje de descuento a aplicar al material recibido con motivo de la humedad.

Del universo de remitos analizados el 72,28 % de los mismos sufrió algún tipo de descuento a causa de la humedad. Es de importancia resaltar que el otro 27,72 % que no sufrieron merma o pérdida, no quiere decir en absoluto que los fardos no tenga humedad, porque ello es materialmente imposible, sino que tan solo han superado un *test* de calidad impuesto por el cliente. Se desconoce que porcentaje es el mismo, por lo que dentro de las mejoras propuesta existe una de ellas que se vincula precisamente a la estandarización del parámetro humedad.

A modo de ejemplo se presenta como Apéndice 1, un caso real; del mismo se desprende que se remitió Cartón Post Consumo en una cantidad de 27.560 kilogramos. Pero luego del control de calidad en destino, se autorizó la cantidad de 26.944, lo cual fue plasmado en factura de venta correspondiente, todo lo cual luce en citado Apéndice. En este caso la merma a causa de la humedad fue de 616 kilogramos.

³⁸ Al mismo tiempo en algunos casos la merma era cuantificada no por factura, sino por nota de crédito. A fines de kilogramos y facturación las conclusiones no varían.

El precio es una variable que fue concertado en forma previa al envío del material reciclado que el caso ejemplificado fue de \$ 27³⁹; de tal forma que si aplicamos el mismo a la cantidad de kilos perdidos a causa de la humedad (6161 = 27.560 kilos remitidos menos 26.944 kilos aceptados), se puede cuantificar la pérdida sufrida a causa de la humedad. El valor es \$ 16.632 (616 kilos x \$ 27 por kilo). La merma por humedad representó un 2,24 % (616 kilos perdidos/ 27.560 kilos remitidos).

El ejemplo antes detallado, se plasma para todos los remitos objeto del presente trabajo de aplicación y para todo el periodo analizado, para de esta forma poder cuantificar la merma o pérdida sufrida a causa de la humedad contenida en el fardo. Se ha agrupado por meses para una mejor ilustración:

Mes	Kg Enviados s/ Remitos	Kg Descortados por Humedad	Kg Aceptados a ser facturados	% de Merma	Valores en \$ de la Merma
Julio de 2020	797.860,00	8.934,00	788.926,00	1,12%	131.542,60
Agosto de 2020	651.120,00	9.054,00	642.066,00	1,39%	161.725,50
Septiembre de 2020	833.818,00	9.130,00	824.688,00	1,09%	185.914,50
Octubre de 2020	805.310,00	12.602,00	792.708,00	1,56%	265.998,50
Noviembre de 2020	661.185,00	15.902,00	645.283,00	2,41%	403.281,50
Diciembre de 2020	923.016,00	21.070,00	901.946,00	2,28%	496.043,50
Enero de 2021	721.160,00	21.888,00	699.272,00	3,04%	507.275,00
Febrero de 2021	776.700,00	22.203,00	754.497,00	2,86%	522.626,50
Marzo de 2021	1.100.460,00	38.629,00	1.061.831,00	3,51%	981.223,00
Abril de 2021	762.100,00	14.955,00	747.145,00	1,96%	368.023,00
Mayo de 2021	799.080,00	24.748,00	774.332,00	3,10%	632.408,50
Junio de 2021	918.016,00	21.202,00	896.814,00	2,31%	614.872,50
Total general	9.749.825,00	220.317,00	9.529.508,00	2,26%	5.270.934,60

Tabla 5: Cuantificación de la merma por humedad contenida en fardo.
Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, la más importante en el presente trabajo, se desprende que la empresa deja de facturar en el año la suma de \$ **5.270.934,60**. En materia de kilogramos la pérdida de calidad por humedad contenida en los fardos, represento un **2,26 %** del material reciclado remitido a los clientes, con picos del 3,51 % en promedio del mes de marzo de 2021. Se destaca así mismo, el crecimiento de la merma, pues a comienzo del periodo fue del 1,12 %, y al final del año comercial⁴⁰ alcanzó un 2,31 %, lo que representó un incremento del 106,30 %.

Gráficamente:

³⁹ Todo el presente trabajo, son valores netos del Impuesto al Valor Agregado (IVA).

⁴⁰ Decimos año comercial, pues la empresa Cierra su balance contable el 30 de junio.

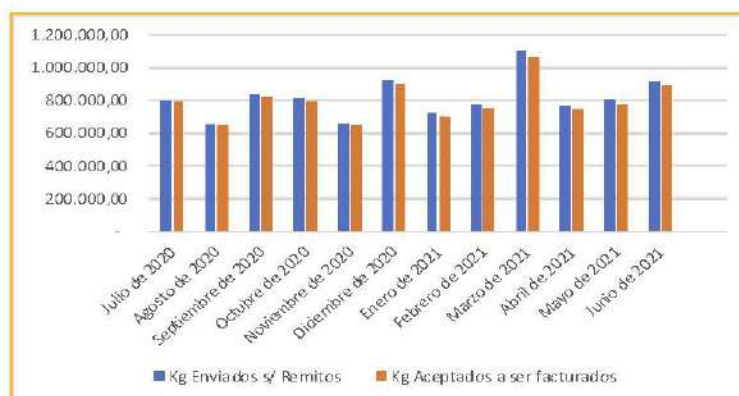


Figura 9: Kilogramos remitidos vs kilogramos reconocidos.

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, si se quiere comprender la situación actual de la empresa, como marca el paso $N \sim 1$ del proceso de mejora enfocada, poco nos dice la magnitud del fallo detectado, sino se hace comparable con otra variable de la empresa. De esta forma se podrá tener dimensión del problema detectado.

En esta línea de pensamiento, la primera comparación la realizamos con la utilidad neta contable. En efecto, todo el esfuerzo de producción, transporte, y venta ya fue realizado en el sentido de que de realizarse los cambios en el proceso que se proponen con el presente trabajo, el porcentaje de la merma que se logre disminuir impactará directamente en un mayor beneficio económico para los dueños del capital.

En otras palabras, si los fardos de cartón hubiesen llegado a destino sin humedad, o bien con un valor tolerable por el cliente, las ventas del periodo comercial hubieran sido exactamente un importe mayor en \$ 5.270.934,60.

Detectado ello, corresponde aplicar la técnica contable para que los valores sean comparables. En otros términos, como los importes se fueron sucediendo mes a mes, a los fines de ser comparables los valores corresponde aplicar a cada mes del año los índices de inflación conforme lo enseña la técnica contable (Normas Contables Profesionales).

Mes	Valores en \$ de la Merma a Valores Historicos	Inflación segun IPC	Valores en \$ de la Merma a Valores Constante
Julio de 2020	131.542,60	1,47	193.828,08
Agosto de 2020	161.725,50	1,43	232.037,33
Septiembre de 2020	185.914,50	1,40	259.387,75
Octubre de 2020	265.998,50	1,34	357.669,05
Noviembre de 2020	403.281,50	1,30	525.654,50
Diciembre de 2020	496.043,50	1,25	621.663,34
Enero de 2021	507.275,00	1,20	610.999,60
Febrero de 2021	522.626,50	1,16	607.764,73
Marzo de 2021	981.223,00	1,11	1.088.693,72
Abril de 2021	368.023,00	1,07	392.323,62
Mayo de 2021	632.408,50	1,03	652.484,61
Junio de 2021	614.872,50	1,00	614.872,50
Total general	5.270.934,60		6.157.378,82

Tabla 6: cuantificación de la merma por humedad contenida en fardo ajustada por inflación.
Fuente: Elaboración propia

Se repara que la merma a **valores constantes** del 30 de junio de 2021, representó la suma de \$ 6.157.378,82. Aplicando los índices pertinentes, el valor contable al cierre del ejercicio 2021, asciende a \$ 8.417.553,33.⁴¹

El valor de la merma en comparación con la utilidad contable es por lo menos asombrosa:

Valor de Pérdida en valores constantes	<u>6.157.378,82</u>	73,15%
Utilidad Neta Contable a valores constantes	8.417.553,33	

En igual sentido, y para terminar el paso N ~ 1 (comprender la situación), se procedió a comparar la merma mensual valorada en pesos, con los sueldos netos que la empresa abonó en el mismo periodo mensual, con los siguientes resultados:⁴²

⁴¹ A la fecha de elaboración del presente trabajo, los Estados Contables del 30 de junio de 2021, conforme el Art. 234 de la Ley General de Sociedades, estaba en proceso de elaboración, por lo que se utilizan a los efectos de comparación los Estados Contables al 30 de junio de 2020, pero ajustados por inflación al 30 de junio de 2021, ajuste punta a punta, como indican las NCP Argentinas (normas contables profesionales) de la FACPCE (Federación Argentina de Consejos Profesionales en Ciencias Económicas)

⁴² En esta comparación no es necesario aplicar el ajuste contable por inflación, pues mes a mes se comparan valores del mismo periodo fiscal.

Mes	Sueldos Netos Pagados	Valores en \$ de la Merma	Incidencia
Julio de 2020	791.408,55	131.542,60	16,62%
Agosto de 2020	738.036,26	161.725,50	21,91%
Septiembre de 2020	802.244,82	185.914,50	23,17%
Octubre de 2020	919.277,82	265.998,50	28,94%
Noviembre de 2020	913.158,68	403.281,50	44,16%
Diciembre de 2020	1.647.813,01	496.043,50	30,10%
Enero de 2021	1.083.659,27	507.275,00	46,81%
Febrero de 2021	977.446,70	522.626,50	53,47%
Marzo de 2021	1.094.462,10	981.223,00	89,65%
Abril de 2021	1.017.683,60	368.023,00	36,16%
Mayo de 2021	1.209.411,16	632.408,50	52,29%
Junio de 2021	2.347.093,96	614.872,50	26,20%
Total general	13.541.695,93	5.270.934,60	38,92%

Tabla 7: comparación de la merma en pesos con los sueldos netos pagados.
Fuente: Elaboración propia

El listado de comparables podría seguir, pero se cree suficiente con los dos ejemplos antes reseñados para demostrar lo elocuente que significa el gran impacto que la merma por humedad tiene en la rentabilidad de la empresa.

La situación ha sido comprendida, sin lugar a dudas, por lo que sino se toman medidas correctivas la rentabilidad, entendida como descuentos sufridos comenzara a erosionar el capital de trabajo.

5.1.2.3 Paso 2. Sacar a la luz y eliminar las anomalías

La experiencia indica que las pérdidas principales tiene su origen en el deterioro o en el fallo en establecer y mantener las condiciones básicas que aseguren el funcionamiento apropiado del equipamiento. Se cita por ejemplo la limpieza, la lubricación, cheques de rutina, etc.

Es un paso previo a aplicar cualquier técnica analítica, porque es necesario eliminar cuidadosamente todas las pequeñas deficiencias y los efectos de deterioro.

Es necesario en este paso construir un cuadro de las condiciones óptimas de los equipos y maquinarias, para identificar directrices y objetivos de mejora específicos. En nuestro caso particular, en el punto 5.1.1.5) se detallo cuidadosamente la maquina compactadora y enfardadora. Se presenta el siguiente cuadro:

PLANILLA DE CHEQUEO DE ANORMALIDADES			
MAQUIN MDZ 160			
FECHA 31 DE JULIO DE 2021			
ITEM	CONCEPTO	SI	NO
1	Enciende Correctamente	x	
2	Tiene a la mbre suficiente para atar fardos	x	
3	El Tablero de Control funciona correctamente	x	
4	El proceso de refrigeracion funciona correctamer	x	
5	Los fardos son generados segun los tamaños del	x	
6	La maquina se encuentra lubricada	x	
7	La maquina se encuentra limpia	x	

Tabla 8: Planilla de chequeo de anomalías.
Fuente: Elaboración propia

No presenta mayor inconveniente continuar con el paso siguiente en la aplicación de la metodología de mejoras enfocada, mas aun si se considera que la maquina fue adquirida por la empresa en el año 2018, por lo que existe necesidad de restaurar o corregir pequeñas deficiencias, tal cual surge de la tabla anterior.

5.1.2.4 Paso 3. Análisis de las causas

De suma importancia, el presente caso indica que es necesario utilizar técnicas que permitan analizar las causas, estratificando las mismas. En el punto 3.1.3, se especificaron algunas técnicas analíticas que la doctrina pone a disposición de este punto; sin perjuicio de ello, en el presente trabajo se utilizaran 2 de ellas: *Why-Why analysis* y Diagrama de Ishikawa.

La pregunta a responder es, ¿Cuál es la causa porque la cual el material ya reciclado (fardo de cartón) llega húmedo al cliente?.

La primera técnica analítica se presenta como sigue:

PROBLEMA A ESTUDIAR	W1	W2	W3	W4	W5	Resultado del Analisis
¿Porque el fardo llega con humedad al cliente?	Porque el material (carton) absorbe facilmente la humedad	¿Y por que el material absorbe facilmente la humedad? Porque es una característica propio invariable	¿Y por que es invariable? Porque la fibra de cartón es así			Factor invariable
	Porque la humedad no se mide al ingreso de la planta	¿Y por que la humedad no se mide al ingreso de la planta? Porque ingresa a granel	¿Y por que la humedad se compra a granel? Porque los desechos post consumo y post industriales se adquieren de esa forma			Factor invariable
	Porque los proveedores lo mojan	¿Y por que los proveedores lo mojan? Porque es una practica habitual del mercado.	¿Y por que no se le exige que lo venda seco? Porque no se le puede imponer condiciones			Factor invariable
	Porque la distancia hasta el clientes es larga	¿Y por que la distancia es larga? Porque las fabricas de carton quedan en su gran mayoría en otras provincias				Factor invariable
	Porque no se produce un secado en forma previa al ingreso a la maquina	¿Y por que no se seca el material ya seleccionado? Porque no se tiene maquina generado de calor	¿Y por que no se tiene maquina generado de calor? Porque no se ha presupuestado su compra	¿Y por que nos se ha presupuestado su compra? Porque la merma de humedad antes no se media	¿Y por que antes no se media? Porque no se consideraba un factor que afectara la rentabilidad de la empresa	Aquirir maquina generado de calor (secadora de papel)

Figura 10: Why-Why analysis.
Fuente: Elaboración propia

La segunda técnica analítica muestra estos resultados:

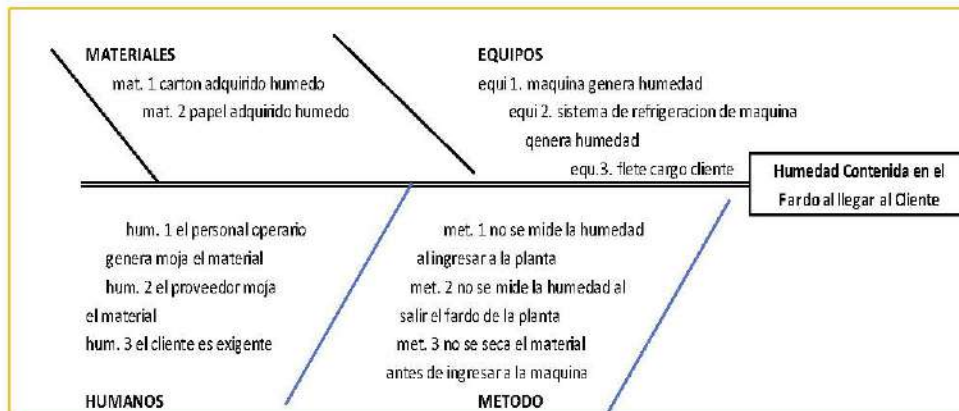


Figura 11: Diagrama de Ishikawa.
Fuente: Elaboración propia

En ambas técnicas se desagregaron las posible/s causa/s por las cuales el fardo de cargo llega al cliente con humedad, de acuerdo al elemento que pudiera haber dado origen a la pérdida: Material, Mano de Obra, Equipos o Método.

Seguidamente se analizaran algunas de las causas, para llegar luego a una única conclusión:

- Se partió de la pregunta porque el material ingresa mojado a la planta. La respuesta es que es una condición de mercado que el

cartonero (proveedor de material post consumo) lo moje intencionalmente para que el peso del mismo aumente.

- Se preguntó porque no se le exigía al citado proveedor que cumpliera determinados estándares de calidad para poder adquirir el material a granel, y la después es que la informalidad del sector impide realizar alianzas estratégicas. Al mismo tiempo, se consultó si la maquina compactadora podría llegar a generar humedad en su proceso de enfardado, y la respuesta fue negativa, porque el sistema de refrigeran se encuentra separado de la tolva donde ingresa el material a reciclar.
- Por otro lado, también se indagó si el flete era causal de que el material llegara húmedo, en el sentido de que si es contrato por El Reciclado SA llegara en mejores condiciones. La respuesta negativa, pues la tabla siguiente demuestra que la merma de humedad es menor cuando el flete lo contrata el cliente.

Flete Contratado por	Kg Enviados s/ Remitos	Kg Descontados por Humedad	Incidencia
El Reciclado SA	305.440,00	11.339,00	3,71%
Cliente	8.906.580,00	192.120,00	2,16%
Total general	9.212.020,00	203.459,00	

Tabla 9: Merma sufrida por tipo de flete
Fuente: Elaboración propia

Contrariamente a lo sostenido, el porcentaje de descuento es menor cuando el flete es contratado directamente por el cliente, por lo que *a priori* esta hipótesis de estudio se descarta.

Todas las posibles causas de porque el material llega húmedo al cliente, fueron descartadas pero una, y que es motivo del paso siguiente, que si da respuesta a la consulta formulada: el material antes de ser ingresado a la maquina no se seca, y al mismo tiempo la humedad contenida en el fardo no se mide antes de ser despacho el material al cliente.

Estos dos factures unidos a un tercero (falta de estandarización) son las causas por las cuales actualmente la sociedad pierde rentabilidad. En otras palabras, las condiciones de mercado impuestas por el tipo de proveedor, hacen que la solución al problema no

provenga por exigir condiciones de adquisición, sino por el contrario adaptarse y hacer que el fardo de cartón llegue sin humedad (o dentro de los estándares prefijados) al cliente.

5.1.2.5 Paso 4. Planificar la mejora

En este punto corresponde diseñar propuestas de mejora, comparar la eficacia y los costos de las propuestas alternativas, obtener y comparar presupuestos, como así también considerar los efectos peligrosos y las desventajas posibles.

Se fue adelantando a lo largo del desarrollo de los pasos cuáles eran las alternativas de mejoras que este proyecto presenta. Antes de describir las mismas se recuerda el proceso de reciclado para facilitar la comprensión de las opciones.

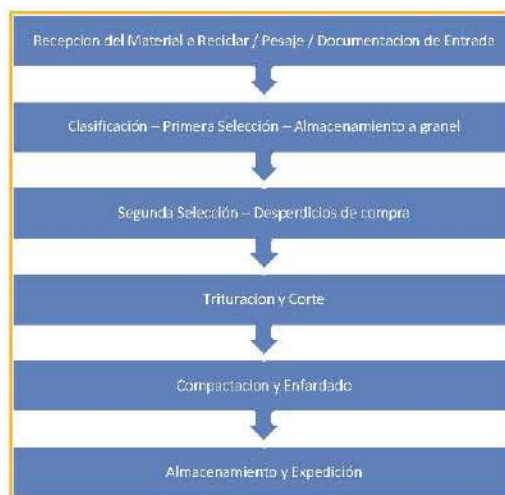


Figura 12: Proceso de reciclamiento dentro de la empresa, situación actual
Fuente: Elaboración Propia

Propuesta de Mejora 1: adquisición de maquina generado de aire caliente.

En términos generales lo que se propone como solución es situarnos en el corazón medular del proceso, etapa 5, es decir en la parte donde la interviene la máquina compactadora y enfardadora.

Allí, actualmente el material a reciclado, no es secado, sino que directamente se vuelca en la cinta transportadora que llevara el rezago ya seleccionado a la tolva de la máquina. En tal sentido, lo que se propone como primera medida es la adquisición de una máquina generadora de calor.

En efecto, sin descartar que el problema de la humedad se genera fuera de la planta, pues el proveedor lo moja, el problema **debe** necesariamente ser solucionado

dentro de la planta, pues quien acarrea con las pérdidas es El Reciclado SA, y dicha merma es difícil que sea trasladado al proveedor, por las razones ya expuestas anteriormente, que en honor a la brevedad a ellas nos remitimos.

Propuesta de Mejora 2: medición de humedad de fardo antes de ser despachado

En segundo lugar, y como parte de la mejora en el proceso, se propone que una sub-etapa dentro de la etapa N ~ 6. Esta última contenía el almacenamiento del fardo y luego su expedición al cliente.

En ese marco, la adquisición y puesta en funcionamiento de un medidor de humedad del fardo, en forma previa a ser colocado por el autoelevador en el acoplado del camión, deviene como algo absolutamente necesario de implementar como punto de control de proceso.

Propuesta de Mejora 3: estandarización de la medición de humedad. Contratos.

Finalmente y tercera propuesta de mejora, se presenta ya no dentro del proceso de reciclado propiamente dicho, sino como parte del gerenciamiento comercial de la empresa; la misma consiste en suscribir sendos contratos de aprovisionamiento del material con los diversos clientes.

Se recuerda que el 90 % del material se destina a tan solo tres clientes, por lo que negociar las cláusulas de un futuro contrato no debería ser materia imposible, sino por el contrario demostraría una profesionalización en el rubro.

En dichas cláusulas se podrán realizar todas las especificaciones necesarias, siendo la más importante la de fijar un valor de humedad contenida en el fardo que si no es superado no se realice descuento alguno.

Luego de establecidas las causas raíces de las pérdidas, y realizadas las 3 propuestas de mejora, las mismas deben evaluarse de acuerdo a su impacto en una matriz PQCDMS, donde se le da puntajes a cada una de ellas.

Se recuerda que ellas son Producción, Calidad, Costos, Entrega, Seguridad y Moral. Ahora bien, todos los *inputs* señalados serán mejorados sin lugar a dudas de implementarse las mejoras propuestas. En punto siguiente se hará referencia a la

factibilidad de la implementación de la mejora y los problemas de seguridad que pueden acarrear sobre todo la adquisición de una maquina generador de calor.

5.1.2.6 Paso 5. Implantación de la mejora

En esta etapa implica poner en practica la mejora propuesta. Ahora bien, el presente trabajo de aplicación se ha presentado como un **proyecto de mejora de proceso**, precisamente, y por una cuestión de respetar los plazos de entrega, no llegó a ser puesto en práctica por el Reciclado SA.

Sin perjuicio de ello, no tenemos dudas que la administración en en el corto y mediano plazo, hará efectivas las mismas siendo que es la primera vez que ha tomado conocimiento de la cuantificación de la pérdida que implica enviar el fardo de cartón con alto contenido de humedad.

5.1.2.7 Paso 6. Chequear los resultados

El presente paso se comprueban los resultados y se los compara con la situación inicial. Dado que las mejoras no han sido puesta en practica por los motivos antes indicados, me remito a lo expresado en el punto anterior en honor a la brevedad a el nos remitimos.

5.2 Datos Cuantitativos y nominales

En este apartado se profundizará con valores cuantitativos y nominales las mejoras antes propuestas.

5.2.1 Adquisición de generador de aire caliente. Secado previo al compactado

Al respecto se pudo contactar con un proveedor de maquinas de secado de papel que estaría dispuesto a vender este tipo de equipamiento. La empresa es American Burners⁴³, y la denominación correcta del producto a adquirir es **Generador de Aire Caliente para Secado Industrial**. Diversas imágenes del mismo, permitirán una mejor ilustración:

⁴³ <https://www.rubcar-borghi.com.ar/secadoindustrial.html>



Imagen: Generador de Aire Caliente, perfil.



Imagen: Generador de Aire Caliente, anterior.

En líneas generales el Generador de Aire Caliente ha sido diseñado para aportar grandes, pequeños o medianos volúmenes de aire caliente a alta, mediana o baja temperatura. Consta de dos unidades bien definidas, la unidad de combustión y la unidad de ventilación.

Las unidades de ventilación cuentan con ventiladores autolimitantes, pudiendo ser los mismos modalidad simple entrada (SASE) o doble entrada (DADE). Los motores utilizados, siempre son del tipo normalizados blindados utilizándose arreglos B3 o B5 según la necesidad. En ambas modalidades se los presenta con acople directo, o bien con acople indirecto mediante eje cojinete, poleas y correas con dissipador de calor, por lo que los hacen aptos para poder recircular total o parcialmente el aire del proceso.

Por otro lado, unidades de combustión se las presenta en una cámara ducto que las contiene, encontrándose en su interior un quemador vena de aire de la serie MJ3. Los mismos pueden contar o no con ventilador de combustión, siendo este último elemento necesario cuando el proceso recircula total o parcialmente el aire de proceso.

Entre las principales ventajas del equipo de secado se señala:

- No necesita cámara de combustión
- Alta eficiencia sin contaminantes
- Bajas emisión de NOx y CO
- Fácil instalación

- Bajo mantenimiento
- Permite modular la llama a aire constante con mínimos de hasta 4 % de la capacidad máxima de la unidad de combustión, por tal razón la gama de temperaturas de salida posible, son infinitas.

Dado que se esta en presencia de un material sumamente combustible, para la elección del equipo de secado que se propone, se tuvo en consideración el sistema de **seguridad**. En dicha línea el sistema de combustión MJ3 combina un conjunto de automatismos y elementos de control que comandados por su programador de llama permiten la puesta fuera de servicio del equipo en los siguientes casos:

- Por baja presión de aire
- Por alta o baja presión de gas
- Por falsa llama
- Por falta de llama

En todos los casos el programador de llama inicia su ciclo con un tiempo de purga para pre ventilar todo el sistema. Los equipos se han fabricado bajo las normas NAG 201 y normativa UNE EN 746.

Como se muestra en la figura siguiente, el concepto que se propone es colocar físicamente el Generador de Aire Caliente **antes** de la gran cita transportadora, antes de que el material a reciclar (superada las etapas 1 a 4) se comience a subir para su posterior compactado y enfardado. A los fines de evitar una pérdida de calor innecesaria se debería construir un pequeño habitáculo (horno circular de chapa).



Imagen: Lugar de colocación del Generador de Aire Caliente.

El costo del Generador al que se hace referencia, es de USS 4.820 mas IVA, con una capacidad de 1 HP y con 250.000 calorías, que al tipo de cambio oficial, la inversión seria de \$ 491.640.

No puede dejar de soslayarse que este mejora $N \sim 1$, también implicaría un adicional del 30 % aproximadamente en concepto de readecuación de líneas e instalaciones auxiliares.

Resta por agregar que parte de la etapa $N \sim 3$ donde el secado era manual (dispersión del material en el piso para su secado artesanal) se eliminaría con el beneficio que el tiempo de mano de obra quedaría libre. Dicho tiempo, en horas de mano de obra, se utilizaría para un adecuado control del equipo que se adquiriría, previa capacitación por técnicos especializados.

5.2.2 Medición de la humedad del fardo antes de ser despachado.

Esta segunda propuesta, implicar desdoblarse la etapa 6. Una vez que el material está disponible para subir al camión con destino al cliente, se propone en ese momento medir la humedad mediante la tecnología disponible. Hoy esta secuencia no la realiza la empresa.

Se ha buscado y encontrado en el mercado ⁴⁴ un medidor de humedad portátil PMT-330 G el cual utiliza un dieléctrico de radiofrecuencia de medición, por lo cual el PMT penetra en el material y muestra instantáneamente una medición de humedad precisa. Con una profundidad de penetración efectiva de aproximadamente $\frac{3}{4}$ de pulgada (20 mm), el PMT-330G permitirá cubrir la necesidad de medir la humedad del fardo.



Imagen: medidor de radio frecuencia de humedad

Es un dispositivo de mano liviano, por lo que no necesita fuerte inversión en capacitar al personal en su uso.

⁴⁴ <https://www.dasteosrl.com.ar/>



Imagen: medidor de humedad. Liviano

Cada unidad que se adquiriera cuesta US\$ 3.000 más IVA, por lo que al tipo de cambio oficial implicaría una inversión de \$ 306.000.

5.2.3 Formalizar contratos con clientes. Trazabilidad.

Al desarrollar el paso N ~ 1 para la aplicación de la metodología de mejora enfocadas, se puso en relieve una característica del mercado donde actúa El Reciclado SA; nos referimos a la concentración de los clientes en pocos actores.

A los fines de negociar contratos de distribución o aprovisionamiento ello deviene un elemento a favor, porque serán necesarias pocas reuniones para llegar a un buen puerto con los clientes involucrados.

Las cláusulas que necesariamente deben contener el contrato a suscribir deben ser las siguientes:

- Validar un aparato de común acuerdo de medición de humedad del fardo en origen. Se puede calibrar con técnicos especialistas el medidor de humedad. Se propone el detallado anteriormente, pero la idea central es que sea convalidado por El Reciclado SA y el cliente.
- Trazabilidad del fardo, mediante etiquetado de código de barras que identifique destino, kilogramos del fardo, material reciclado, y porcentaje de humedad, según el aparato detallado en el punto 1) anterior.
- Fijar un % de humedad de tolerancia, pues la humedad del cero por ciento es materialmente imposible de cumplir.

Cada una de estas cláusulas en el contrato de suministro a suscribir permitirán cumplir diversos objetivos, pero se resalta la de eliminar la falta de medición y control de la humedad que hoy tiene la empresa, pues directamente el fardo se envía al cliente sin ser

previamente controlado, por lo que las mermas pueden ser **arbitrarias**, dado que se mide en destino y no en origen.

Al convalidar un medidor de humedad, el porcentaje que el mismo reporte será el que finalmente validara la operación, sin tener que esperar – como sucede hoy- que el fardo llegue a destino para recién saber los kilogramos que pueden ser facturados, situación que coloca a El Reciclado SA en un clara desventaja comercial.

Por otro lado, el etiquetado con código de barras no hace mas que convalidar los controles previos a su remisión a destino, por la claridad de la información que el mismo contendrá.

Finalmente, y algo que es de suma importancia, definir un margen de humedad hasta el cual el fardo **no** va a sufrir pérdidas permitirá a la empresa fijar pautas de control de calidad, al permitir un control *ex ante* del fardo. Así, tendrá la oportunidad de retirar el fardo del acoplado y colocar otro que si cumpla los requisitos previamente fijados. Formará parte de la negociación definir el porcentaje máximo de humedad admitida, que escapa los objetivos del presente trabajo.

El costo de implementar esta medida, son los honorarios de los letrados de la empresa. Los mismos por la tarea descrita han presupuesto la suma de \$ 100.000.

Resumen numero de propuestas⁴⁵:

Concepto	Detalle	Costo
Propuesta de Mejora N ~ 1	Adquisición de Generado de Aire Caliente	491.640,00
Propuesta de Mejora N ~ 2	Adquisición de Medidor de Humedad	306.000,00
Propuesta de Mejora N ~ 3	Celebración de Contratos con Clientes	100.000,00
		<u>897.640,00</u>

5.3 Discusión de los resultados con la literatura abordada

Si bien todo lo desarrollado en la parte conceptual indicaba que la implementación de la metodología nos llevaría al cero defecto o la cero pérdida, se ha expresado que esto, para el caso de la humedad contenida en el fardo, es materialmente imposible.

El papel y el cartón son por naturaleza captadores de humedad, por lo tanto el resulta inviable plantear como hipótesis la eliminación. Por el contrario, y es el motivo de las tres mejoras propuestas el de llevar sus valores a términos aceptables previamente

⁴⁵ Respecto de la mejora N ~ 1, se resalta el 30 % aproximado en concepto de readecuación de instalaciones.

definidos con el cliente (mejora 3), para luego implementar las mejoras que requieren equipos adicionales a los ya existentes (mejora 1 y mejora2).

Sin perjuicio de ello, la metodología de las mejoras enfocadas, como pilar fundamental del TMP, ha mostrado cual es el camino a seguir (con sus 7 pasos) para identificar, cuantificar, y planificar acciones de mejora.

Pero lo que quiere resaltar por sobre todas las cosas, es el cambio cultural en la forma de resolver los problemas que la administración de esta PYME Cordobesa ha desarrollado. En efecto, la filosofía **kaizen** que nos enseña que hay que **desterrar la complacencia**, aprender a reconocer las demandas del cliente, eliminar los desperdicios y optimizar el tiempo, vino para quedarse. Y ello es altamente plausible.

6 Conclusiones

6.1 Objetivos alcanzados

Se ha llegado al final del presente trabajo de aplicación, y sin perjuicio de que el mismo fue catalogado desde un comienzo como un proyecto, sin lugar a dudas que los objetivos serán alcanzados por el Reciclado SA. Las propuestas de mejora que se proponen no significan grandes inversiones y los resultados podrán verse en el corto y mediano plazo, tal cual no ha reseñado la metodología empleada.

Si bien, la meta de eliminar 100 % la humedad contenida en el fardo, es materialmente imposible, al fijar pautas claras con el cliente, trabajar sobre el fardo en forma previa a su despacho, son acciones simples que impactaran de lleno en la rentabilidad de la empresa.

Los resultados de medir la perdida, que hasta la fecha no se había realizado, trajo consigo un gran cambio cultural en la administración de la empresa; tan solo medir el descuento sufrido posicionó mentalmente a los socios en la grave situación que atravesaba. Estos son aspectos que merecen ser resaltados porque implica un cambio de paradigma en la forma de gerenciar la compañía: la mentalidad de la mejora continua con su pilar en **kaizen** han venido para quedarse.

Reconocer las condiciones imperante de mercado, donde los proveedores y clientes son distintos a los que existe en cualquier otro sector de la económica, implica considerar que si bien la causa de la humedad es un factor externo, la misma **debe** ser

corregida en el proceso de reciclaje dentro de la planta. En efecto, las consecuencias no las paga el cliente ni mucho menos el proveedor sino la propia empresa. Es agarrar el toro por las astas y resolver el problema mediante la metodología de las mejoras enfocadas.

6.2 Contribuciones del trabajo

Se resaltan dos aspectos sobre este acápite;

- Económicamente la sociedad, verá aumentada su rentabilidad en valores en el corto y mediano plazo. Las inversiones que se proponen son escasas y los resultados ser asombrosos. Implicará profesionalizar la empresa.
- Culturalmente, es donde mas puede verse la contribución realizada. Es altamente confortable que una PYME, comprenda que la administración bajo la filosofía de mejoras continuas es la forma ser competitivo. Los valores de las pérdidas que se han mostrado fueron el puntapié inicial para que cambio ocurra.
- Ambientalmente, pues se pone a disposición del público en general un trabajo de investigación que estudie las mejoras enfocadas en el proceso de reciclaje. Perfeccionar, profesionalizar y promover el proceso de reciclaje es un factor clave a resaltar.

6.3 Limitaciones del trabajo

La limitación mas importante en el presente trabajo, es que las mejoras, por una cuestión de tiempo, no llegaron a ser implementadas. Tal limitación es práctica y no conceptual, pues toda la dogmática, la cuantificación de la merma así como también el planteo de los posibles proyectos de mejora para minimizar las pérdidas actuales sí pudieron aplicarse.

6.4 Estudios futuros sugeridos

Estudiar y profundizar el proceso de reciclaje es una meta que todos deberíamos poner de resalto. No se deben perder de vista los *Objetivos de Desarrollo Sostenible* que a fijado la ONU, los cuales buscan erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda 2030. Cada objetivo tiene metas específicas que la Argentina aplicará dependiendo de su realidad económica, social y ambiental.

También se expresó a largo del presente trabajo que deberían implementarse, previos estudios fiscales pertinentes, diversas medidas de incentivo fiscal, para que capital ocioso realice inversiones en este tipo actividad.

Finalmente, y quizás resulte un poco difícil, sea proponer estudiar la realidad económica que vive el proveedor (recolector) para que pueda crear cooperativas de trabajo, o alguna otra forma de asociación que les permita tener una mejor condición de trabajo, para que no tenga que recurrir a “mojar” el cartón para obtener una mejor rentabilidad.

6.5 Implicaciones: productos tecnológicos/consultoría que propone a la luz del problema abordado y de los resultados.

Si se observa la mejora 1 y la mejora 2, ambas son productos tecnológicos que se proponen que hasta el momento la empresa no contaba con ellos.

De esta manera, merma que sufre la compañía por la humedad contenida en el fardo es resuelta en gran medida con una mejora en el proceso de reciclado, gracias a la incorporación de dos productos:

- Generador de Aire Caliente
- Medido de Humedad

Por todo lo expresado *ut supra* la tecnología – de ser aplicada- viene a resolver el problema detectado.

Referencias bibliográficas:

- CHASE R.; JACOBS R.; AQUILANO N. *"Administración de la Producción y Operaciones para una ventaja competitiva"* (2005). McGRAW-HILL
- KRAJEWSKI L.; RITZMAN L.; MALHOTRA M. *"Administración de Operaciones"* (2008). PEARSONPRENTICE HALL
- MASAAKI IMAI. GEMBA KAIZEN *"Un enfoque de sentido común para una Estrategia de Mejora Continua"* (2006) Mc Graw Hill Interamericana S.L
- 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://rube.asq.org/img/qp/116427_figure1.gif

<http://gestiondeoperaciones.net>

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

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

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

<https://www.afip.gob.ar/institucional/estudios/anuario-estadisticas-tributarias/>

https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm_4rev4s.pdf

[https://www.indec.gob.ar/micro_sitios/clanae/documentos/NOTAS METODOLOGICAS CLANAE-2010.pdf](https://www.indec.gob.ar/micro_sitios/clanae/documentos/NOTAS_METODOLOGICAS_CLANAE-2010.pdf)

<https://www.rubcar-borghi.com.ar/secadoindustrial.html>

<https://www.dastecsrl.com.ar/>

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

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