



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

MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE NEGOCIOS

TRABAJO FINAL DE APLICACIÓN

Mejora de Productividad en
Línea de Montaje de Industria Automotriz

Autor: Ing. Gonzalo Alessandro

Tutor: MBA Lic. Martín Lucas Ludueña

Córdoba

2014



Mejora de productividad en línea de montaje de industria automotriz por Gonzalo Alessandro se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Agradecimientos

Claramente no resulta fácil escribir un agradecimiento personal frente a un proyecto como éste. Un proyecto cuya culminación implica el fin de una etapa, un punto de inflexión en la vida profesional y en la formación académica y fundamentalmente un cambio; una nueva etapa y la satisfacción de crecimiento y superación personal fruto de un sacrificio. Sin embargo, en las líneas que siguen trato de recordar a todos los que estuvieron siempre presentes y colaboraron de cerca para con la realización de este proyecto:

A mi **familia** en primer lugar, por apoyarme y alentarme a enfrentar este desafío de convertirme en Magister. Por confiar y creer siempre en mi y por animarme para cumplir este objetivo.

A mis compañeros de estudio **Esteban Fernández, Javier Martín, Matías Massucco** y **Verónica Bertini**, quienes fueron también responsables de este objetivo hoy hecho realidad, y con quienes compartí estos años que duró la carrera forjando una amistad muy grande.

A mi novia **Ángeles**, por el apoyo y la comprensión. También por la compañía y fundamentalmente por animarme siempre para con todo este desafío.

Al Lic. **Martín Ludueña**, por su cooperación desde un primer momento para con la definición de la temática del proyecto y por la alineación y seguimiento durante el desarrollo del mismo. Por mostrarse siempre y desde el principio predispuesto a colaborar en todo sentido con el trabajo; realizando no sólo el seguimiento y avance del mismo, sino también asesorando y haciendo los aportes pertinentes.

A la empresa en la que trabajo y en especial al Ingeniero **Fernando Toledo**, al Sr. **Fabian Brouessard** y a todos aquellos que fueron parte de este estudio. Gracias por colaborar, guiarme e instruirme todos los días y a lo largo de este trabajo.

Muchas gracias a todos los mencionados y a todos aquellos que hicieron directa o indirectamente de este sueño, una realidad.



Índice de contenidos

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	5
Introducción	5
Marco Teórico	6
Metodología	7
Objetivos del Trabajo	7
Alcance del trabajo	8
Organización del Trabajo	8
1. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES	9
1.1. Concepto	9
1.2. Administración de Operaciones: Variables que controla	10
2. PROCESOS PRODUCTIVOS	12
2.1. Concepto	12
2.2. Procesos Productivos	13
2.3. Gestión de Procesos	16
2.4. Parámetros de consideración	17
3. CALIDAD – MEJORA CONTÍNUA	20
3.1. Calidad	20
3.2. Mejora continua	20
3.3. El Círculo de Deming	21
4. METODOLOGÍA PARA MEJORA DE PROCESOS PRODUCTIVOS	24
4.1. Introducción	24
4.2. Optimización del flujo de trabajo	24
4.3. Análisis del flujo de proceso	25
4.4. Optimización del flujo de trabajo en líneas de armado	28



4.5. ¿Quién debe hacer el trabajo de la optimización?	29
4.6. Riesgo en el proceso de optimización	29
5. APLICACIÓN PRÁCTICA	31
5.1. Escenario	31
5.2. PDCA: Planificar (Plan)	33
5.3. Propuesta productiva: Inversión y Payback	48
5.4. Propuesta productiva: Impacto en el costo del producto	49
5.5. PDCA: Hacer (Do)	52
5.6. PDCA: Comprobar (Check)	53
5.7. PDCA: Actuar (Act)	54
6. CONCLUSIONES	55
7. BIBLIOGRAFÍA	57

Índice de figuras

Figura 1: Proceso - Esquema general de un proceso productivo (Fuente: "Handbook of Manufacturing and Supply Systems Design").....	10
Figura 2: Flujograma de un proceso tipo (Fuente: www.monografias.com).....	13
Figura 3: Producción intermitente/por lotes (Fuente: XYZ SA)	15
Figura 4: Producción en serie (Fuente: XYZ SA).....	15
Figura 5: El ritmo de la producción (Fuente: XYZ SA)	18
Figura 6: Ejemplificación de parámetros de operaciones (Fuente: Propia).....	19
Figura 7: Círculo de Deming (Ciclo PDCA) (Fuente: www.wikipedia.com)	22
Figura 8: Secuencia para el proceso de optimización (Fuente: "Cost Reduction Optimization for Manufacturing and Industrial Companies").....	26
Figura 9: Costos mercado latinoamericano vs. europeo (Fuente: XYZ SA).....	31
Figura 10: Estructura de costos para el producto Get (Fuente: XYZ SA)	32
Figura 11: Vista en planta del proceso de armado (Fuente: XYZ SA)	34
Figura 12: El proceso de armado y sus líneas de subconjuntos (Fuente: XYZ SA).....	35
Figura 13: Parámetros característicos del proceso de armado (Fuente: XYZ SA)	35
Figura 14: Proceso de armado – Tiempos por operación (Fuente: XYZ SA).....	36
Figura 15: Flujo del proceso – Montaje AP (Fuente: XYZ SA).....	38
Figura 16: Proceso de armado – Análisis cargas de trabajo (Fuente: XYZ SA).	39
Figura 17: Sub armado 1 – Componentes por operación (Fuente: XYZ SA).....	40
Figura 18: Propuesta 1 – Movimiento de componentes (Fuente: XYZ SA).....	41
Figura 19: Propuesta 1 – Componentes por operación (Fuente: XYZ SA)	41
Figura 20: Propuesta 2 – Movimiento de componentes (Fuente: XYZ SA).....	42
Figura 21: Propuesta 2 – Componentes por operación (Fuente: XYZ SA)	42
Figura 22: Tipos de desperdicios - Filosofía L. Manufacturing (Fuente: XYZ SA)	44
Figura 23: Propuesta 2 – Diagrama de carga OP 30 (Fuente: XYZ SA).....	45
Figura 24: Propuesta 1 – Diagrama de carga OP 20 (Fuente: XYZ SA).....	45
Figura 25: Sub armado 1 – Tiempos por operación – Sit. Actual (Fuente: XYZ SA)	46
Figura 26: Sub armado 1 – Tiempos por operación – Propuesta 1 (Fuente: XYZ SA)	46
Figura 27: Flujo del proceso – Montaje AP – Propuesta 1 (Fuente: XYZ SA).....	47
Figura 28: Estructura costos variables (Fuente: XYZ SA).....	51



Figura 29: Diferencia de costos Sit. Actual vs. Propuesta 1 (Fuente: XYZ SA)51

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

Introducción

Oímos a menudo, en los tiempos que corren, hablar de países emergentes o economías en desarrollo. La creciente importancia y el potencial crecimiento económico de estos mercados, muchas veces genera preocupación a directivos de compañías que se ven amenazadas por tal avance. Claramente, los países de Oriente entre los que cabe mencionar China e India, atraen la atención de inversionistas y/o nuevos proyectos de grandes compañías.

Sin duda alguna, las empresas pierden **competitividad** y entre estas, un claro ejemplo es el de la industria automotriz argentina. Problemas de costos, tipo de cambio no favorable para empresas exportadoras y limitaciones para con la importación de materiales son algunos de los temas que más se escucha en empresas de este rubro.

Dados los vaivenes de este país, muchas empresas argentinas deben tener capacidad de adaptación al cambio constantemente si quieren perdurar y competir con el resto de los mercados involucrados en el sistema.

Este proyecto tiene lugar en una de las principales industrias automotrices del medio cordobés a la cual se llamará "XYZ SA". El ámbito para este trabajo estará en una de las líneas de montaje que posee esta compañía y el foco del proyecto está íntimamente ligado a la **productividad** de esa línea de producción.

¿Cómo ganamos competitividad? ¿Cómo bajamos costos? ¿Cómo aumentamos la productividad? Estos son algunos de los interrogantes que persigue este proyecto cuya finalidad es estudiar a fondo la línea de producción en cuestión y evaluar una potencial mejora de **productividad** para ese sector. Esta mejora podría contribuir a una baja en los **costos** del producto y en consecuencia, a incrementar la **competitividad** de la empresa.

Es preciso aclarar que este proyecto persigue, implícitamente, la aplicación de contenidos estudiados y/o tratados a lo largo del curso de MBA, para llevar a cabo un Trabajo Final de aplicación conforme a las competencias desarrolladas en el mismo.

A lo largo del presente trabajo se buscará plasmar y reflejar todos los datos y características necesarias para entender la realidad de la empresa y el sector en cuestión. Las intenciones son las de poder exponer cuáles son las dificultades, y del mismo modo, no sólo analizar las causas de las mismas, sino también buscar y proponer soluciones.

Para esto, en un primer módulo del proyecto, se dará al trabajo un marco teórico para entender cuál es el proceso a través del cual se buscará hallar los resultados perseguidos.

La realización de este trabajo significa un desafío importante ya que el mismo implica la culminación de una nueva etapa de formación profesional. Además, implica una oportunidad de relacionar conceptos inherentes a materias del curso de MBA, y usarlos para investigar un caso particular y real. También, y por otro lado, este Trabajo Final reflejará distintas cuestiones inherentes a las competencias de un MBA.

Dicho lo anterior, es momento de comenzar con la realización del trabajo quedando de este modo, a la espera que el mismo alcance los objetivos fijados para poder de tal modo, dar soluciones reales a problemáticas reales.

Marco Teórico

Por tratarse de un proyecto ligado íntimamente con la **productividad** y en general, la administración de recursos productivos en una empresa manufacturera, el marco teórico en el que se encuadra este proyecto es claramente la *Administración de Operaciones*.

Ahondando un poco más en lo que a *Administración de Operaciones* se refiere, este trabajo involucra conceptos y herramientas de dos ramas fundamentales: *Lean Manufacturing*¹ y *Mejora Continua de Procesos Productivos*.

Un marco teórico amplio, pero al mismo tiempo acotado a dos ramas relacionadas entre sí, y con un gran vínculo de éstas para con lo pertinente a *reducciones de costos*.

¹ Modelo de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios: es decir *ajustados* (lean en inglés).
http://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing

Metodología

En lo que a la metodología para llevar a cabo este proyecto se refiere, se tendrá en consideración y usará como referencia, la metodología de mejora de procesos descrita como **Workflow Optimization** en el libro “*Cost Reduction and Optimization for Manufacturing and Industrial Companies*” de *Joseph Berk*.

Esta metodología, básicamente consiste en:

- Seleccionar el proceso a optimizar.
- Describir el flujo del proceso.
- Identificar las oportunidades de mejora.
- Identificar riesgos.
- Seleccionar la/s mejora/s del flujo de trabajo.
- Preparar el flujo de la mejora.
- Implementar el flujo optimizado.

El propósito de esta metodología es esquematizar el proceso para poder entender completamente lo que implica obtener el producto en cuestión y seguidamente, hacer uso de la experiencia de las personas que más conocen el proceso para hallar mejoras potenciales.

Objetivos del Trabajo

Los objetivos planteados para este trabajo son:

- Realizar **estudio** para mejorar la productividad de línea de armado de industria automotriz XYZ SA y desarrollar una **propuesta** concreta y técnicamente viable para una mejora productiva.
- Evaluar la necesidad de **inversión** y cuantificar la misma.
- **Cuantificar** el impacto de la mejora productiva en término de **costos**.

Alcance del trabajo

El alcance de este trabajo está acotado exclusivamente al **análisis** y **estudio** de un proceso productivo; una línea de armado perteneciente a una de las plantas de una industria automotriz del medio cordobés. Es preciso aclarar que no se tendrán en consideración otras líneas de producción o sectores involucrados en el proceso productivo completo.

Cabe destacar que el presente trabajo persigue sólo el estudio y desarrollo de una **propuesta** para lograr una mejora productiva en el sector antes mencionado.

Además, el presente trabajo buscará también valorizar de manera general la **inversión** necesaria para materializar la propuesta desarrollada, e identificar el impacto de la misma en término de **costos** para el producto que se produce en ese proceso.

Organización del Trabajo

- CAPÍTULO 1: Administración de Operaciones.
- CAPÍTULO 2: Procesos productivos – Gestión de Procesos.
- CAPÍTULO 3: Calidad – Mejora continua y mejora continua de procesos.
- CAPÍTULO 4: Metodología para mejora de procesos productivos.
- CAPÍTULO 5: Aplicación práctica.
- CAPÍTULO 6: Conclusiones finales.

1. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES

1.1. Concepto

Al hablar de operaciones, y claramente no de operaciones matemáticas ni de intervenciones médicas, estamos haciendo referencia a un vocablo de origen militar. Una operación militar como tal, no es más que aquel proceso a través del cual se planifican, organizan y administran recursos para poder llevar a cabo aquellas actividades que tengan como resultado alcanzar objetivos específicos.

De este concepto de operaciones militares surge la noción de la administración de operaciones. Planificación, organización y administración son palabras y conceptos corrientes en la actividad diaria de cualquier organización. De allí que estos conceptos no sólo le corresponden a las operaciones militares, sino también a la administración de operaciones que se asocia con el ámbito organizacional en general y en consecuencia, con las empresas.

La administración de operaciones, en una empresa, es el área abocada a ejecutar todas aquellas actividades u acciones que agregan valor. Este agregado de valor se consigue administrando la producción de los bienes y/o servicios que se transforman, es decir, planificando, organizando, dirigiendo y controlando la producción. Es así que la administración de operaciones es la administración de la producción, la administración de los recursos intervinientes en los sistemas de transformación que permiten a una compañía generar valor, lo cual es justamente aquello por lo cual un cliente paga.

La generación de valor se logra a través de la transformación. Esta es la razón de ser de la administración de operaciones. El proceso de transformación se logra con procesos productivos que permiten justamente transformar inputs o recursos en outputs o bienes finales. Entre algunos recursos necesarios para transformar podemos nombrar: materia prima, insumos, energía, mano de obra, tecnología, etc. Seguidamente a esta inyección de recursos, tendremos el proceso transformador propiamente dicho que lógicamente variará y estará concebido a la medida de lo que se pretenda conseguir. Finalmente, tendremos como salida el producto final de ese proceso. Este podrá ser una casa, un vehículo, un bolígrafo o bien, el resultado de un servicio prestado como podría ser un corte de cabello o el estar en otro lugar como consecuencia de un viaje.

Veamos esto sintetizado en el siguiente esquema:



Figura 1: Proceso - Esquema general de un proceso productivo (Fuente: "Handbook of Manufacturing and Supply Systems Design")

En este esquema, la administración de operaciones actúa, fundamentalmente, en el proceso de transformación. En el proceso de agregado de valor es donde se deberá de trabajar para administrar los recursos recibidos y poder entregar los productos o servicios buscados.

1.2. Administración de Operaciones: Variables que controla

La función de administrar la producción no es sencilla e implica controlar muchas variables asociadas al proceso de transformación y que en consecuencia, influyen de manera directa en el output de ese proceso.

Entre las más importantes variables, encontramos:

- **Procesos:** Los administradores de la producción/operaciones interactúan de manera directa con la manufactura y/o el departamento de ingeniería en pos de diseñar y mantener el sistema de producción acorde a las necesidades diarias. Dónde se instala, qué se instala (tecnología) y cómo se instala son algunas de las decisiones pertinentes al proceso en sí en las que los administradores de operaciones están involucrados a diario.
- **Capacidad:** En lo que concierne a esta variable, los administradores de la producción estarán también trabajando continuamente con el departamento de ingeniería. Se estudiará cuál es la capacidad requerida y función de ello, cómo alcanzarla. Esto implica estudiar los tiempos ciclo de los equipos, los cuellos de botella (y la forma de "romperlos") y la eficiencia posible de alcanzar. Es importante mencionar también que respecto de este tema, se tendrá en consideración además, futuros pronósticos de demanda y planificación de instalaciones futuras.

- **Inventario:** Esta variable simplemente se refiere a la administración de los stocks de materia prima, productos semielaborados y productos terminados. Muchas veces, tanto de las materias primas como de los productos terminados, se encarga el departamento de logística. No obstante, en tal caso, el departamento encargado de la administración de los inventarios, deberá de trabajar de cerca con producción. Donde la administración de operaciones sí tendrá más incumbencia es en la administración de los stocks de productos semielaborados que permanecerán en el proceso hasta completarlo.
- **Mano de obra:** A pesar de que en toda organización, respecto de esta variable siempre el área de Recursos Humanos está involucrada, la administración de operaciones tratará a diario con el personal de producción coordinando las tareas cotidianas. Se considerará la capacidad y competencias del personal y se diseñarán y medirán los puestos de trabajo. También y por otro lado, se considerará la capacitación del personal, lo pertinente a motivación, normas y seguridad laboral.
- **Calidad:** Es la variable más sensible que “afecta” a la administración de operaciones. Poder garantizarla implica muestreos, controles, auditorías, pruebas y certificaciones. Esto es sin dudas necesario para poder ofrecer en el mercado un producto o servicio competitivo.

Las actividades de producción/operaciones representan la parte más grande del activo humano y el capital dentro de una empresa; los costos básicos de fabricación se contraen mediante las operaciones, es por ello que dentro de una empresa, la administración de operaciones tiene un gran valor como arma competitiva, como estrategia. Las fortalezas o debilidades de las cinco funciones de la producción pueden significar el éxito o fracaso de una organización; este sistema está estructurado mediante un conjunto de actividades y procesos relacionados para cumplir con el objetivo de crear bienes y servicios de calidad.

2. PROCESOS PRODUCTIVOS

2.1. Concepto

Productivo significa que tiene capacidad de producir y producir, no es otra cosa que hacer, fabricar o elaborar algo. Conceptualmente hablando, un proceso no es otra cosa que el medio a través del cual se fabrica o elabora algo.

Un proceso productivo es una secuencia de operaciones, una secuencia de actividades consecutivas que evolucionan una a una permitiendo transformar. Aquello que ingresa a un proceso productivo, sale de él con cambios, modificado, transformado. Esta transformación no es otra cosa que el agregado de valor del que se habló en el apartado anterior. Si el proceso no transforma, claramente no agrega valor y carece de sentido alguno.

Considerando a un proceso como una secuencia de actividades u operaciones, podríamos decir que muchas de nuestras actividades diarias se pueden describir como procesos: levantarse, preparar el desayuno o limpiar. Con tal perspectiva y según el nivel de detalle que queramos, podríamos describir un sin número de procesos que habitualmente hacemos.

A la hora de definir un proceso, claramente será necesario identificar y listar las actividades transformadoras en orden cronológico. Es importante también identificar todos los puntos de decisión que acontecerán. Estos últimos no son más que controles que me permitirán poder continuar en el proceso en sí, o bien desviarme en aquellos casos donde las cosas no estén evolucionando de acuerdo a lo previsto. En el proceso descrito en el diagrama de flujo de la página siguiente, antes de colocar el neumático nuevo, el proceso sugiere controlar (decisión) si el neumático está bueno.

Aunque lo anterior es correcto y real, es al mismo tiempo simple. No obstante, es el claro ejemplo de la forma efectiva en que un proceso es concebido. En la práctica, la complejidad que puede suponer el diseño de un proceso productivo real, conduce a diagramas de flujo largos. A menudo, no es sencillo ordenar las actividades cronológicamente y coherentemente para lograr el resultado que se persigue.

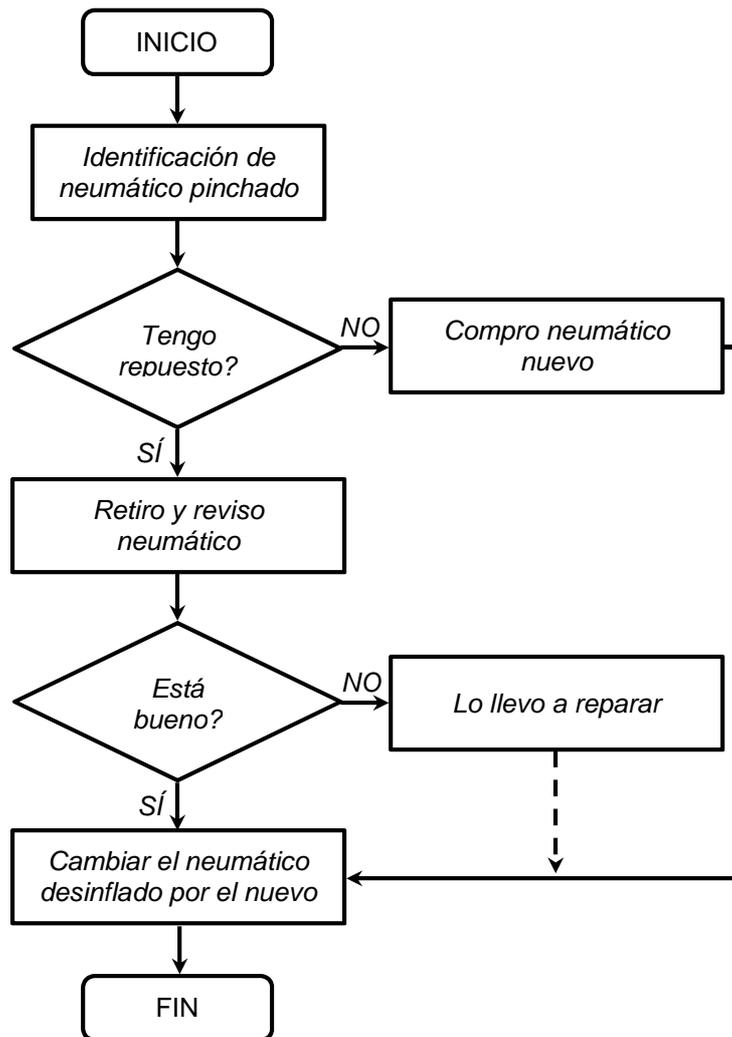


Figura 2: Flujograma de un proceso tipo (Fuente: www.monografias.com)

2.2. Procesos Productivos

Tal y como se anticipó en la sección anterior, diseñar un proceso productivo no es tarea fácil. Es vital poder contar con las personas indicadas y disponer de los recursos necesarios para esta fase de diseño. Apresurarse puede traer consecuencias futuras que se manifiestan fundamentalmente como baja productividad e ineficiencia.

Los procesos productivos, a diferencia del proceso de cambiar un neumático de un automóvil por ejemplo, se caracterizan por tener elementos comunes que intervienen en ellos. En todos los procesos productivos encontraremos: mano de obra, materia prima, maquinarias, métodos de trabajo y un medio ambiente que rodea a los elementos anteriores y que comúnmente será la organización en sí, empresa o fábrica.

Si pensamos tan solo en los objetos que nos rodean y seguidamente, en los procesos necesarios para producir tales bienes, no hace falta pensar mucho para darse cuenta que existen infinidad de procesos productivos, tipos y tamaños. Claramente no es lo mismo hablar del proceso de construir un edificio, contra las implicancias que tiene construir un vehículo. Seguramente producir un vidrio, una computadora, un sachet de leche o un nuevo software para nuestras computadoras, implica pensar en procesos productivos de naturalezas muy distintas entre sí.

Veamos a continuación cuáles son los principales tipos de proceso:

- Proceso de producción por proyecto: Este tipo de procesos son característicos de la construcción (edilicia, aérea, naval). Son generalmente procesos complejos, largos y muy específicos o exclusivos.
- Proceso de producción intermitente/por lotes: En este tipo de procesos, la transformación de los materiales se hace por lotes. Un lote no es otra cosa que un conjunto de cosas con características comunes. Se trabaja con lotes que pueden tener distinto tamaño y pueden ser variados. Este sistema también es conocido como producción en “centros de trabajo” y, independientemente del nivel de automatización que pudiera existir entre un centro y otro, cada lote llega a un centro de trabajo u operación y cuando es completado, pasa al siguiente centro u operación.
- Proceso de producción en serie: Estos procesos se caracterizan por una disposición “lineal” de los centros de trabajo u operaciones. Las operaciones transformadoras se sitúan una a continuación de la otra marcando el flujo del proceso. Un tipo de producción en serie, es la producción continua. En este tipo de procesos, el producto que se transforma evoluciona de operación a operación en forma continua producto de la automatización asociada al proceso. Entre las industrias más representativas de este tipo tenemos la industria automotriz, la industria del acero y la industria del papel.

Las imágenes que a continuación se presentan, reflejan de manera clara las diferencias entre un sistema de producción intermitente/por lotes, y uno de producción en serie.

PRODUCCIÓN INTERRUPTIDA

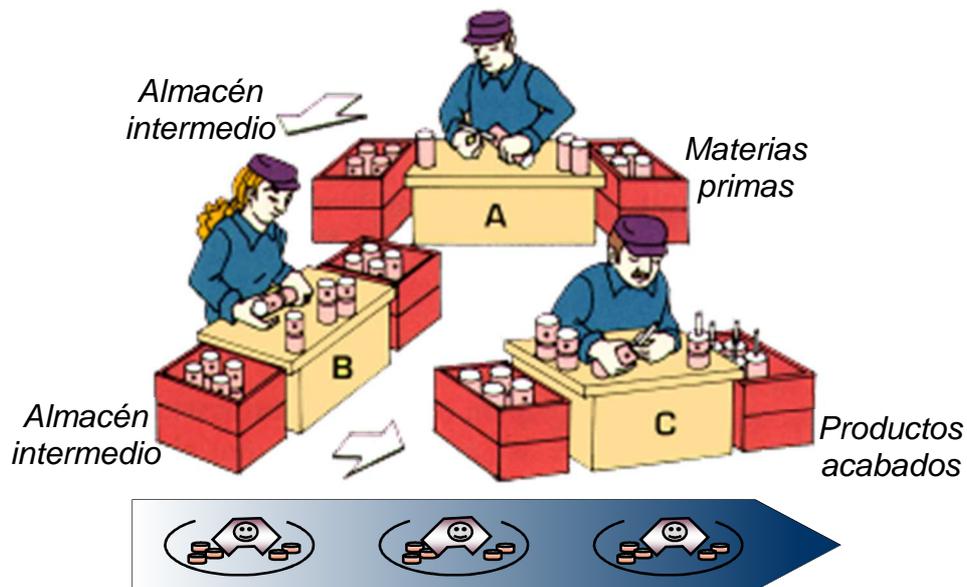


Figura 3: Producción intermitente/por lotes (Fuente: XYZ SA)

En este tipo de sistemas, el tiempo total del proceso, desde que el mismo se inicia hasta que finaliza (Lead Time), es muy significativo en lo que a la magnitud del mismo se refiere. Esto es producto de los stocks intermedios entre las operaciones; para el ejemplo presentado, los almacenes intermedios entre las operaciones A, B y C. Este tiempo total del proceso es, por este motivo, siempre mayor que en los sistemas de producción en serie.

Veamos ahora cómo se conciben los sistemas de producción en serie.

PRODUCCIÓN EN SERIE (CIRCULACIÓN DE UNA SOLA PIEZA)

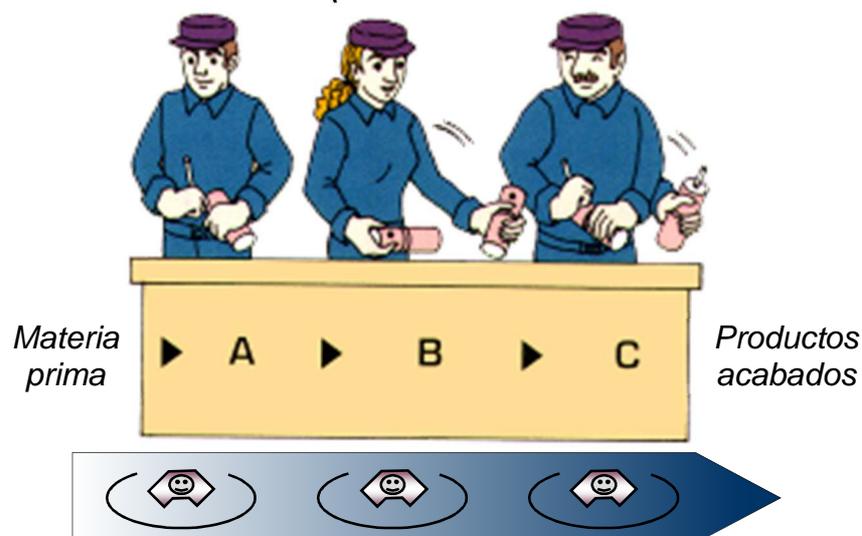


Figura 4: Producción en serie (Fuente: XYZ SA)

Para este caso, el tiempo total del proceso o Lead Time, se ve reducido simplemente por la no existencia de stocks o almacenes intermedios.

Todo esto no significa que un sistema sea mejor que otro o que los sistemas de producción interrumpida no son adecuados por ser característicos de altos tiempos de proceso. Sin duda alguna, cada sistema presenta sus ventajas y desventajas y fundamentalmente, lo que es importante de entender, es que el sistema de producción que se utilizará, dependerá mucho del producto que se busca fabricar o comercializar.

2.3. Gestión de Procesos

Conceptual y rápidamente se puede definir gestión como el conjunto de todas aquellas actividades que se realizan en post de conseguir un objetivo definido. Aunque se trata de un concepto muy amplio, sin ahondar demasiado, gestionar no es otra cosa que trabajar y “mover” un sistema de acuerdo a las necesidades presentes en el camino hacia el cumplimiento de una meta.

De acuerdo con lo anterior, gestionar un proceso implica ejecutar un sinfín de actividades que permiten obtener, al final de tal cadena productiva, el servicio o producto previsto. Aunque cada una de estas actividades dependerá de la naturaleza del proceso en cuestión, entre las más representativas que serán parte de la gestión de un proceso tipo, cabe nombrar: contratar y capacitar personal; comprar maquinarias, materias primas y herramental; producir, mantener/ reparar y controlar la calidad. En otras palabras, para gestionar un proceso intervendrán muchos departamentos o áreas de la organización.

Se gestionará la producción considerando la capacidad del sistema en cuestión, las cantidades producidas y el personal interviniente. Se gestionará la calidad a través de indicadores y medidas que contribuyan a alcanzar los niveles objetivos para tales índices. También se gestionarán las compras para poder poner en manos de la producción todos los recursos necesarios en tiempo y forma. El mantenimiento se gestionará considerando las paradas de máquinas y buscando incrementar la disponibilidad de las mismas.

Como se dijo con anterioridad, dependiendo del proceso en cuestión y la naturaleza el mismo, existirán más o menos variables para considerar. Lo más importante en lo que

respecta a la gestión de un proceso, es **medir**. Cantidades, concentraciones, porcentajes o la variable representativa que corresponda. No es posible gestionar sin medir, sin comparar, sin tener un patrón de referencia sobre el cual poder hacer contraste y tomar medidas que encausen correctamente al proceso, sobre donde tiene que estar.

2.4. Parámetros de consideración

Dado que, como ya se vio en la sección anterior, no es posible gestionar aquello que no se mide, es clara la importancia de hacerlo. Medir, cuantificar, analizar y tomar acciones serán tareas cotidianas de la gestión de un proceso. Si bien función de cada tipo de proceso se podrán medir variables o parámetros distintos, veamos a continuación aquellos que son característicos de cualquier tipo de proceso y que son fundamentalmente, los principales para poder gestionarlos.

- **Productividad:** Es la relación entre el output producido y el input consumido. El input consumido será un recurso escaso o sensible en relación con el output que se produce. Hablamos de productividad por ejemplo, cuando hablamos de productos por persona o servicios prestados por unidad de tiempo.
- **Tiempo de ciclo:** Considerando una operación X de un proceso W, el tiempo de ciclo es el tiempo promedio entre las unidades producidas en la operación X. Claramente, cada operación del proceso tendrá su tiempo de ciclo.
- **Cuello de Botella:** Para un sistema o proceso W; el cuello de botella estará en la operación con el mayor tiempo de ciclo de todo el proceso.
- **Cadencia:** La cadencia es el ratio al cual los productos o servicios son procesados en cada una de las operaciones del sistema. Ejemplo: Productos / Hora. Si consideramos la cadencia horaria de un proceso, esta estará dada por el cociente de 60 minutos (una hora) y el tiempo de ciclo de la operación en cuestión (operación X por ejemplo). En otras palabras, la cadencia de una operación determinada, no es otra cosa que la capacidad asociada a esa operación, la cual queda expresada en unidades / hora.
- **Tiempo ciclo del sistema:** Es el tiempo ciclo de la operación cuello de botella del proceso considerado.

- Capacidad del sistema: La capacidad del sistema o proceso W , es igual a la capacidad o cadencia de la operación cuello de botella de ese proceso.
- Utilización de la capacidad: A menudo los procesos no funcionan siempre a máxima capacidad sino que se adecúan a los requerimientos de los clientes. Cuando éstos no alcanzan la máxima capacidad instalada, los procesos claramente trabajan con capacidad ociosa. Entendiendo por “throughput” al ratio al cual un proceso produce, definimos la utilización de la capacidad como la relación entre el “throughput” y la real capacidad del sistema.

En la siguiente figura, el cliente realiza los pedidos y marca de esa forma el ritmo de la producción.

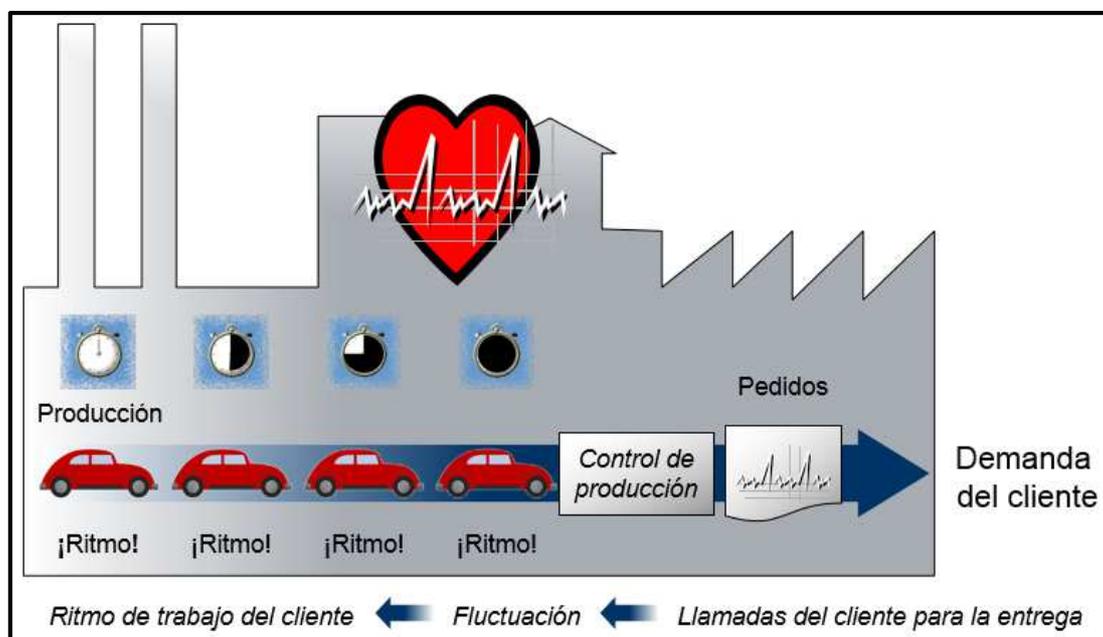


Figura 5: El ritmo de la producción (Fuente: XYZ SA)

Veamos algunos de estos conceptos con un ejemplo. Consideremos un proceso W compuesto por las operaciones 10, 20 y 30.

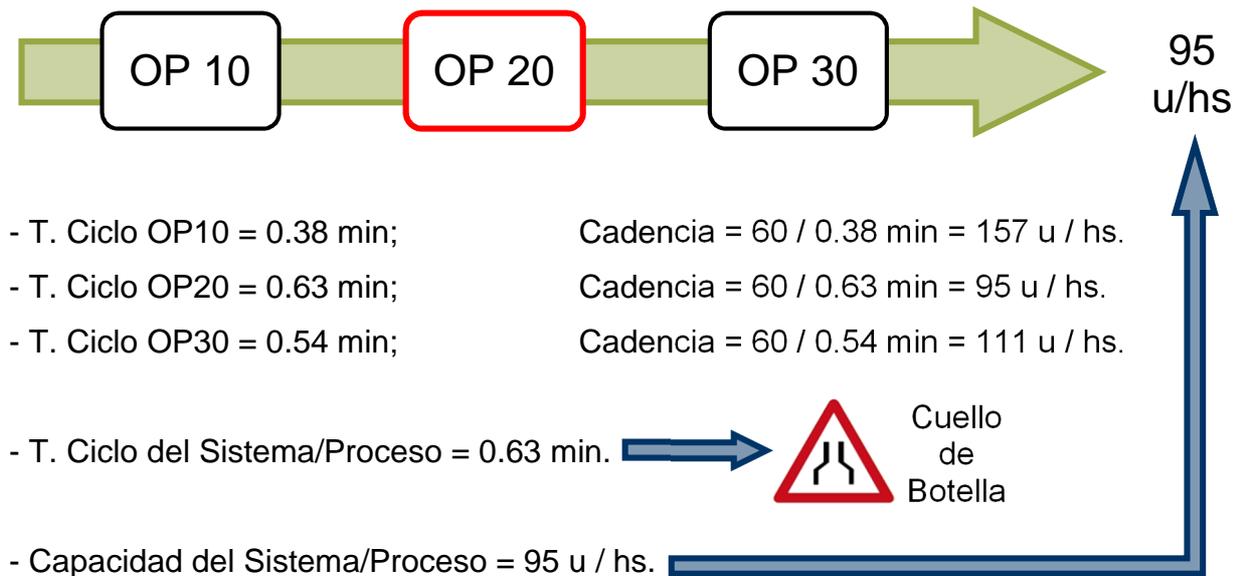


Figura 6: Ejemplificación de parámetros de operaciones (Fuente: Propia)

Para el ejemplo anterior, si se trabaja con una persona en cada operación (3 personas en total), entonces la Productividad podría medirse como: 95 unidades / 3 personas. Esto arroja un ratio de Productividad = 31.67 unidades / persona.

También para el ejemplo anterior, si por requerimientos del cliente el sistema no trabaja a su capacidad y sólo produce un “throughput” de por ejemplo, 75 u/hs, entonces la utilización de la capacidad será de: 75 u / 95 u. De este modo, utilización de la capacidad = 78.9%.

3. CALIDAD – MEJORA CONTÍNUA

3.1. Calidad

Cuando se adquiere un producto o servicio, se lo hace para cubrir una necesidad o carencia presente. Dado que el motivo de la compra de ese bien o servicio está directamente asociado a cubrir una necesidad, está más que claro que si ese producto o servicio, por alguna razón no alcanza a cubrir tal necesidad, se manifestará en el usuario un sentimiento de inconformidad.

El concepto de calidad es amplio. Se trata de un concepto que tiene lugar en la mente del consumidor y tiene que ver fundamentalmente con cómo el cliente se siente para con el producto o servicio adquirido. La calidad es el conjunto de atributos y propiedades de un producto o servicio que el cliente valora y que en consecuencia, conforma y cubre la necesidad y expectativas del mismo.

Lógicamente las empresas deben de hacer foco en esta variable tan importante y sensible. El éxito de una compañía estará dado, en gran medida, por la capacidad de la misma para poder tener un cliente satisfecho. ¿Cómo se logra esto? Veámoslo en el siguiente apartado.

3.2. Mejora continua

La mejora continua es una filosofía; un modo de trabajo que persigue la optimización y aumentar la calidad de productos, servicios y los procesos que permiten obtenerlos. Esta filosofía de mejora continua es la mejor y más efectiva forma de mejorar la calidad. La base de este modo de trabajo es la autoevaluación. Esto es, internamente ser capaces de detectar cuáles son las fortalezas presentes en la organización que se deben de mantener y cuáles son los puntos débiles o amenazas en que se deberá trabajar.

Si bien esta filosofía es aplicable en empresas productoras de bienes o servicios, es un modo de trabajo más característico de empresas manufactureras. Esto es por la necesidad siempre vigente de este tipo de compañías de mantener ajustados los costos de producción, sin alterar por supuesto, los volúmenes producidos y mucho menos la calidad.

Vivir la mejora continua implica tener correctamente identificados todos los procesos que le competen a la actividad que realizamos y tener la capacidad de analizar cada paso de ellos. La mejora continua es una actividad proactiva que debe realizar quien lleva a cabo un proceso. Debe ser una actividad diaria y permanente, considerada como un hábito de todos los involucrados. Aunque los resultados no se verán en un día, es importante ser regular y evitar retrocesos.

Siempre se puede mejorar un proceso. Sin embargo, es importante que se den algunas condiciones para que esto suceda:

- El proceso que se analiza debe de ser un proceso definido y documentado (flujogramas de proceso, hojas de proceso).
- Es oportuno considerar la oportunidad de hacer benchmarking con procesos similares.
- Resulta de vital importancia que los responsables principales del proceso en cuestión, participen de la mejora continua y se involucren en las actividades desarrolladas en pos de buscar la mejora.
- La transparencia favorece el proceso de mejora. Es importante el aporte, las recomendaciones e ideas de todos. Los resultados de los brainstorming son significativos y es vital no “matar” las ideas por improbables que estas parezcan.

En términos generales, la mejora continua se alcanza reduciendo la complejidad de los procesos, eliminando puntos de potenciales fracasos, reduciendo y eliminando desperdicios presentes en los procesos, mejorando la comunicación, agregando valor y protegiendo siempre la calidad.

3.3. El Círculo de Deming

Existen diversas formas de trabajar en lo que es mejora continua. Se puede hablar de Six Sigma, Kaizen o Lean Manufacturing. Sin embargo y más allá de cualquiera de estas metodologías, la “llave” se encuentra en lo que se conoce como círculo de Deming o ciclo PDCA. Esta “rueda” sintetiza el correcto modo de pensar para hallar soluciones a problemas y mejorar procesos productivos.

El ciclo PDCA de Deming plantea 4 pasos:

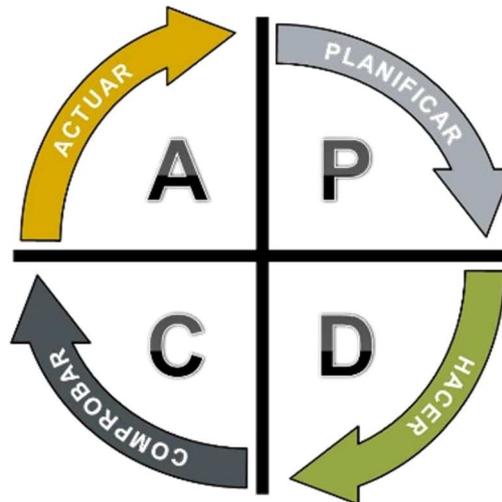


Figura 7: Círculo de Deming (Ciclo PDCA) (Fuente: www.wikipedia.com)

- Planificar (Plan): Supone anticiparse a lo que va a hacerse para poder lograr la mejora.
- Hacer (Do): Llevar a cabo el plan previsto.
- Comprobar (Check): Implica controlar / medir si los resultados esperados se han alcanzado.
- Actuar (Act): Función de los resultados del paso anterior, se actúa continuando por el mismo camino o bien corrigiendo el rumbo.

¿Qué es lo más importante de este ciclo? Lo más importante es iniciarlo una y otra vez para seguir mejorando hasta alcanzar los objetivos. El círculo de Deming, piedra angular de la mejora continua, no tiene fin y se manifiesta inconscientemente en cada persona día a día, cuando uno busca ser mejor.

¿Quién no ha planificado inconscientemente más de una vez diciendo: “El año que viene voy a...”? Esta es la fase de **Planificación** de la vida de cada uno, del próximo año que vendrá. Las pretensiones a futuro para mejorar la calidad de vida, el nivel de idioma, comenzar la famosa dieta o dejar el cigarrillo.

En la vida de cada persona, la fase de **Hacer** es aquella en la cual uno comienza a fallar. Posteriormente vienen los arrepentimientos y excusas por todo aquello que se planificó hacer y no se hizo.

La **Comprobación** o chequeo trae el sentimiento de culpa. Ya se está sobre la hora; el tiempo se está terminando y no se hizo lo que se tenía que hacer. “Se termina el año y



aun no me inscribí en el curso...”; “llega el verano y no comencé con el gimnasio...” o “pagué por el curso de idioma y no rendí el examen...”.

Finalmente llegamos a la fase final de **Actuar**. El tiempo se terminó y se comienza a hacer girar nuevamente la rueda “actuando”, para mejorar al año próximo.

Evidentemente la mejora continua no es nada que no se conozca o se sepa hacer. Muchas personas lo practican y cuando de verdad se hace, las vidas de cada uno mejoran sustancialmente al igual que lo hacen los procesos en las empresas.

4. METODOLOGÍA PARA MEJORA DE PROCESOS PRODUCTIVOS

4.1. Introducción

Tal y como se vio en la sección anterior, siempre es posible mejorar. No sólo mejoramos como personas, sino que también hacemos uso de la mejora continua para buscar mejoras en los procesos productivos.

Debido a la gran necesidad presente en empresas manufactureras de mantener ajustados los costos de producción, considerar mejorar los procesos es sin dudas un camino acertado. En este tipo de empresas, los costos de MOD y material son los de mayor impacto y por ende, las categorías de costos donde encontrar mayor potencial de reducción. Es así que muchas mejoras de procesos son planteadas como **mejoras productivas** de procesos. Éstas tienen impacto en la productividad de los mismos y en consecuencia, en la MOD asociada a éstos. De allí que estas mejoras tengan implicancia directa con potenciales reducciones de costos de MOD. Al momento de plantear este tipo de **mejoras productivas** de procesos, resulta clave cuestionarse: cuánto personal tenemos, cuánto personal necesitamos y fundamentalmente el modo en que determinamos la cantidad de personal que el proceso necesita para funcionar.

4.2. Optimización del flujo de trabajo

Los procesos deben ser diseñados considerando flujos de trabajo lineales y distancias entre operaciones lo más reducidas posibles. El análisis detallado de un flujograma de proceso y la visualización de las instalaciones en un Lay Out revelarán, frecuentemente, oportunidades de mejora.

Respecto de líneas de armado, estas deben de diseñarse con sub líneas de armado o líneas de subconjuntos localizadas fuera de la línea de montaje principal.

Claramente, a la hora de diseñar un proceso o rediseñar uno ya existente, es clave cuestionarnos: ¿cómo diseñamos nuestros procesos?; ¿está nuestro flujo de proceso dispuesto linealmente?; ¿dibujamos y estudiamos nuestros flujos de proceso en busca de

oportunidades de mejora?; ¿tiene el personal de línea una secuencia de proceso definida o se permite que la misma MO lo defina?

¿Cómo optimizamos entonces nuestros procesos? Los costos pueden reducirse y un proceso puede ser optimizado a través de: la eliminación de pasos innecesarios; la reducción de brechas existentes en el flujo; enderezando el proceso, es decir, buscando el modo de hacerlo tender a un flujo lineal, y eliminando todo tipo de desperdicio en general. Muchos se refieren a esta labor o ejercicio como “Lean Manufacturing” hablando del mismo y de todo lo que este engloba como si fuese algo nuevo cuando en realidad, conceptualmente hablando, ha estado presente por décadas.

4.3. Análisis del flujo de proceso

Optimizar el flujo de un proceso o un proceso en sí requiere esquematizarlo completamente para entender todo lo que implica producir el output, producto o servicio de ese proceso. Aunque esto suena muchas veces obvio y muchas organizaciones y su personal sienten ya conocer sus procesos, la experiencia demuestra que cuando el equipo de manufactura que persigue la mejora, esquematiza el proceso, siempre se encuentran con sorpresas. La clave de poder esquematizar el proceso en papel es visualizarlo completamente. Esto permite entender, no sólo los pasos u operaciones del proceso, sino también dónde se ubican los inventarios, dónde se encuentra el herramental necesario para cada operación, dónde y cómo se ubican las maquinarias y equipos, etc.

Al momento de esquematizar el flujo de un proceso la clave está en poder observar el mismo y su situación actual; trabajar de cerca con el personal que trabaja día a día en éste y apoyarse en las personas que lo conocen profundamente. Dibujar el proceso manualmente para poder visualizarlo es sin dudas el paso inicial. La experiencia muestra que el dibujo y el esquema realizado a mano tiene un mejor impacto para con la gente, quien se muestra más dispuesta a colaborar en el proceso de búsqueda de la mejora. Contrariamente, flujogramas, esquemas o Lay Outs mostrados en computadoras, no causan el mismo impacto en la MO que trabaja en el proceso a diario. Esto juega en contra ya que son ellos los mayores concedores del proceso y en consecuencia, el personal con más ideas y con mayor potencial para el desarrollo de propuestas de mejora.

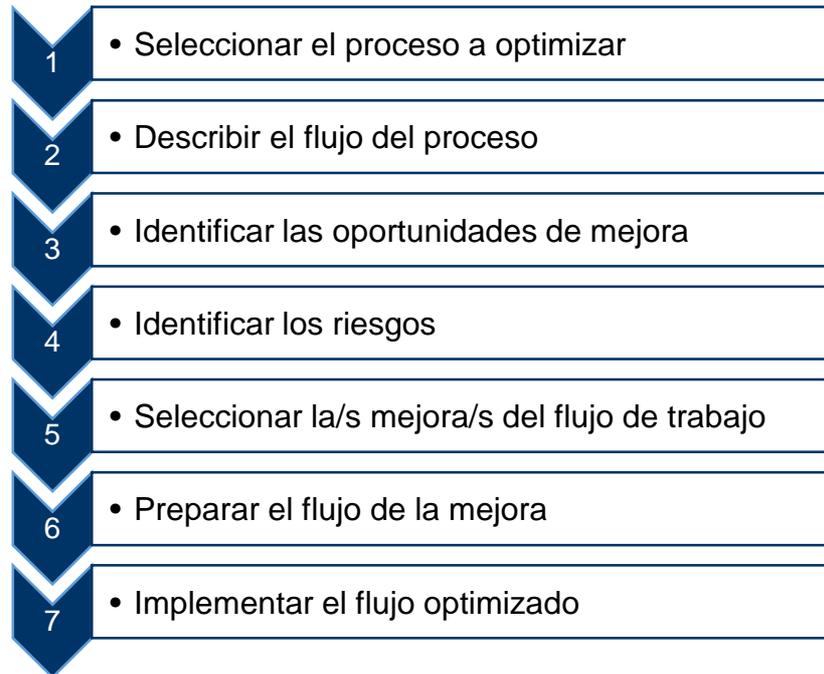


Figura 8: Secuencia para el proceso de optimización (Fuente: "Cost Reduction Optimization for Manufacturing and Industrial Companies")

Después de esquematizar el flujo del proceso, el equipo debe a continuación graficar un Lay Out que refleje la distribución física real del proceso en cuestión. Esto sirve para poder comparar éste con el esquema del flujo del proceso. Similarmente al anterior, este gráfico o Lay Out no necesita ser hecho en computadora a menos que ya exista. Nuevamente el dibujo a mano se prefiere de modo de fomentar la creatividad y permitir cambios fáciles durante el análisis.

Entre las preguntas en las que el equipo se debe concentrar para el análisis del proceso podemos considerar:

- ¿Hemos identificados todos los pasos / operaciones?
- ¿Son todas estas operaciones realmente necesarias?
- ¿Agregan valor todas estas operaciones?
- ¿Es esta secuencia lógica?
- ¿Qué podemos hacer para eliminar los cuellos de botella?
- ¿Existen puntos en el proceso donde debo deshacer un trabajo realizado en una operación anterior para poder continuar con operaciones posteriores?

- ¿Dónde inspeccionamos nuestro producto o servicio? ¿Son todos esos controles necesarios?
- ¿Hacia dónde debe dirigirse el personal afectado a cada operación para conseguir sus herramientas?
- ¿Qué podemos hacer para minimizar la necesidad de los trabajadores de dejar sus respectivos puestos de trabajo?
- ¿Podemos modificar el flujo del proceso y hacerlo más lógico?
- ¿Qué podemos hacer para minimizar la distancia recorrida por el producto?
- ¿Dónde tenemos ubicadas nuestras líneas de subconjuntos?
- ¿Qué podemos hacer para disponer los inventarios lo más cerca posible a los puestos de trabajo?
- ¿Si tuviéramos que comenzar con el diseño del proceso desde cero en una hoja de papel en blanco, cómo lo haríamos?

Tras realizar estos esquemas y dibujos, estudiar el proceso, analizarlo y hacernos todas estas preguntas, pueden emerger como resultado varias oportunidades potenciales de optimización. Entre ellas podemos mencionar:

- Arribar a la conclusión de que determinados controles o inspecciones vigentes son redundantes.
- Encontrar potenciales mejoras productivas al hallar posibilidades de nuevos ciclados de operaciones cercanas entre sí.
- Hallar desperdicios presentes en las operaciones, síntoma grave que atenta contra el agregado de valor.
- Encontrar equipamientos o elementos del proceso que obstaculizan el flujo lineal y redefiniendo algunas ubicaciones la linealidad puede alcanzarse mejorando el flujo en sí.
- Hallar por ejemplo, casos de mejora de costos originados por acuerdos de no recuperar (hacer scrap) ciertos materiales. Los costos de incurrir en los controles necesarios para poder recuperarlo son superiores a los de desechar directamente tal material.

4.4. Optimización del flujo de trabajo en líneas de armado

Muchas veces los productos son producidos en líneas de armado/montaje. Esto ocurre cuando hablamos de productos complejos como podría ser una aeronave, un vehículo o cualquier otro producto similar con procesos de montaje largos. En estos casos, el flujo de trabajo es diseñado para crear un armado o ensamble que contenga también determinados sub ensambles o sub armados. El desafío claramente es mantener la línea de montaje moviéndose ya que si esta frena, la planta entera también lo hará.

Si bien conceptualmente hablando es una buena idea ubicar las líneas de sub armado o sub conjuntos cerca de la línea de montaje, hay que poner atención en no hacer de estas líneas, una parte de la línea de montaje principal. El motivo por el cual se sugiere ubicar las líneas de sub conjuntos como procesos próximos pero ajenos a la línea de montaje es que, de este modo, se evita que las paradas de las líneas de subconjuntos afecten a la línea de montaje. Si una línea de subconjunto es capaz de producir ligeramente por encima de la necesidad de la línea de montaje, los subconjuntos estarán siempre disponibles para la línea de montaje y habrá tiempo para corregir las causas de cualquier paro en la línea de subconjunto.

Lo anterior claramente indica y supone el diseño de líneas de sub conjuntos con capacidades ligeramente mayores a la capacidad de la línea de montaje. Aunque este concepto es contrario a la lógica de reducir inventarios u stocks entre los procesos, en líneas de armado esto tiene sentido ya que cubre una potencial parada de línea.

En las zonas de sub conjuntos, al igual que en la línea de montaje principal, se debe procurar diseñar procesos lineales, ubicar los stocks y el herramental de cada operación cercanos al puesto de trabajo donde se necesitan, minimizar distancias y buscar reducir todos los tiempos muertos o de espera.

Muchos procesos de montaje implican incurrir en múltiples operaciones y en consecuencia, en mucho personal para cubrir cada puesto de trabajo u operación. En estas situaciones, organizar el flujo de trabajo de manera de llevarlo a cabo progresivamente sin que los operadores deban cambiar de dirección, cruzar partes o componentes o dejar el producto, contribuirá significativamente a reducir costos.

4.5. ¿Quién debe hacer el trabajo de la optimización?

El equipo de reducción de costos debe trabajar de cerca con la manufactura, ingeniería, el área de compras y calidad a la hora de trabajar en el rediseño de un proceso. En muchos casos, cada miembro del equipo tiene muchos otros asuntos que atender propios del día a día. Sin embargo, se requiere una gran perspectiva para este tipo de trabajos y usualmente se necesita de “ojos fresos” para evitar el tan conocido “nosotros siempre lo hemos hecho de esta forma”. El equipo de reducción de costos debe tomar un papel de liderazgo; un rol de conducción, moderación y fundamentalmente debe actuar como facilitador para alcanzar la optimización.

4.6. Riesgo en el proceso de optimización

El gran riesgo asociado con la optimización de un proceso es que el rediseño del mismo pueda no funcionar según lo previsto. ¿Cómo se puede trabajar para reducir este riesgo? Veamos algunas recomendaciones:

- Al momento de esquematizar los procesos, contar con la participación activa y permanente del personal directamente implicado en el proceso en cuestión. También valerse de la opinión y el aporte de los ingenieros de manufactura, la supervisión y los principales actores en el proceso que se analiza.
- Preguntar cómo y en qué escenario las cosas podrían no andar bien en cada una de las operaciones del proceso que se está buscando optimizar.
- Asegurarse de disponer en el proceso que se optimiza todo tipo de recursos o inputs que el sistema necesita, tal como: electricidad, aire comprimido, agua, etc.
- Asegurarse de que el proceso que se rediseña u optimiza cumpla con las medidas de seguridad, con lo relativo a la zonificación en que el proceso es emplazado, con lo pertinente a materiales peligrosos, emisiones o cualquier otro tipo de regulación o legislación requerida.

Otro riesgo es la interrupción del proceso a la hora de implementar las medidas asociadas con la optimización del mismo. Inevitablemente esto sucederá. No obstante, el objetivo es minimizar el efecto de esta interrupción. Para esto, una opción es realizar los

cambios durante el fin de semana o bien luego del horario de trabajo. En el caso de procesos de 24 hs, se deberá realizar las actividades el fin de semana, durante la parada anual de planta o bien se necesitará prever un adelanto de la producción para poder, posteriormente, parar el proceso y hacer los cambios sin dejar de abastecer al cliente.

Las modificaciones en equipamiento y todas las facilidades alrededor de estos deben minimizar la interrupción del proceso. El grupo responsable de los cambios debe tener en consideración todo equipo que requiera calibración alguna, conexión o cualquier tipo de medida para dejar el proceso funcionando en condiciones normales.

En líneas de armado que son provistas por líneas de subconjuntos capaces de producir ligeramente por encima de la necesidad de la línea de montaje, tal y como se vio anteriormente, se evita el riesgo de parar el armado principal. Sin embargo, teniendo esta condición, se hace muy importante monitorear de cerca el stock en proceso para que este no se vea incrementado indefinidamente. La forma de mitigar este riesgo es asegurando la acumulación de stock en proceso en las líneas de sub conjunto, manteniendo estos volúmenes lo más pequeño posible. Claramente se debe procurar que este volumen tenga consistencia con la prevención por posibles paradas de la línea de montaje.

5. APLICACIÓN PRÁCTICA

5.1. Escenario

En la introducción de este trabajo se habló de **competitividad** y de cómo muchas veces esta se pierde o se ve reducida en empresas argentinas, como consecuencia de las variables macroeconómicas que las afectan. También se habló de cómo las economías emergentes preocupan a los directivos de estas compañías, lo cual supone adaptarse y trabajar para incrementar la **productividad**.

El grupo económico al cual XYZ SA pertenece, posee diversas plantas de producción alrededor del mundo. Por cuestiones de capacidad y de mercados, algunos productos son producidos en distintos puntos del globo. Para el caso del producto que se analiza, al cual de ahora en más se llamará arbitrariamente "Get", XYZ SA lo produce no sólo en Córdoba para el mercado latinoamericano, sino también en el continente europeo.

El siguiente gráfico muestra la diferencia existente en término de costos de producción para el mismo producto Get en Córdoba y en Europa (competencia).

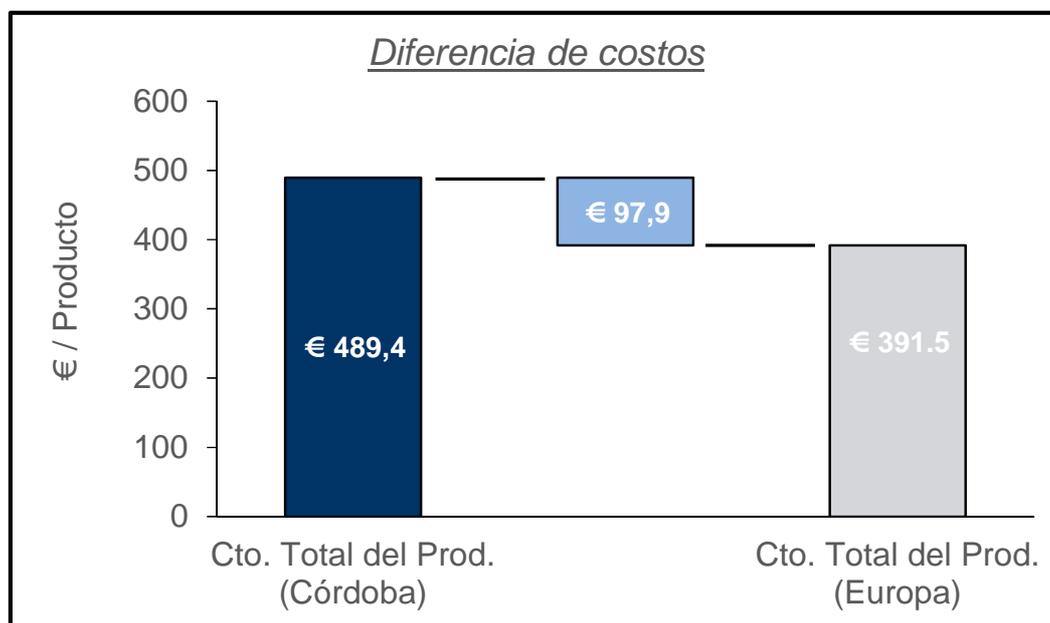


Figura 9: Costos mercado latinoamericano vs. europeo (Fuente: XYZ SA)

Claramente la diferencia de costos reflejada en la *Figura 9* es muy notoria. Mucho más cuando se habla de euros y de grandes volúmenes de producción anual.

Como director de un grupo empresario tal y como del cual XYZ SA es parte, ante una situación como esta y suponiendo capacidad ociosa en las plantas europeas, ¿no sería lógico pensar en fabricar Get en Europa y “cerrar la persiana” en Córdoba? Aunque la respuesta claramente es sí, esto no es tan sencillo de decidir. Mucho menos cuando hay en juego grandes plantas productoras con sus instalaciones, personal y toda una estructura difícil de romper. ¿Qué se hace entonces? Simplemente se debe trabajar para reducir la brecha existente y recuperar la **competitividad**. ¿Cómo se logra esto? A través de la mejora continua y la optimización de los procesos en pos de ganar **productividad**.

El siguiente gráfico muestra la estructura de costos para Get, el producto en cuestión.

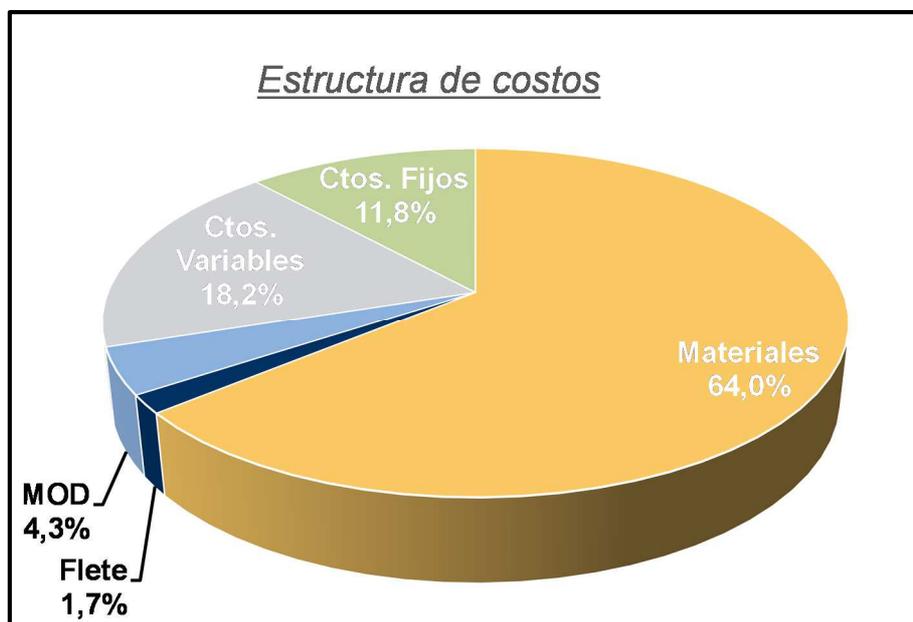


Figura 10: Estructura de costos para el producto Get (Fuente: XYZ SA)

Hablar de **productividad** teniendo en consideración el gráfico de la Figura 10, es hablar de disminuir el impacto que la MOD tiene en el costo del producto. Nada más y nada menos que lo que este trabajo persigue.

Es preciso aclarar que, ante una situación como la planteada para Get, no sólo se recupera la **competitividad** trabajando en materia de **productividad**. También se debe trabajar en el resto de las variables intervinientes en la estructura de costos que refleja la Figura 10.

Sin dudas la realidad presentada para Get es la de muchos productos de muchas empresas argentinas. Una realidad no muy fácil, pero no imposible de revertir. Basta con formar un equipo y “ponerse manos a la obra”. Es importante destacar que el proceso de mejora no sucede de la noche a la mañana. En casos como el que se analiza, reducir la brecha de costos reflejada en la *Figura 9*, puede tardar varios meses y hasta inclusive años.

5.2. PDCA: Planificar (Plan)

Para esta sección, se precisa considerar la metodología para mejora de procesos productivos analizada en el capítulo anterior y hacer foco en el análisis del flujo del proceso y en la secuencia para la optimización del flujo de trabajo. Es importante entender que los pasos 1 al 6 de esta metodología (*Figura 8*), desde la selección del proceso optimizar y hasta la preparación del flujo de la mejora, pertenecen a la fase de **Planificación (Plan)** del círculo de Deming o ciclo PDCA. El paso 7, implementar el flujo optimizado, se corresponde con la segunda fase de este ciclo: **Hacer (Do)**.

Entendido esto y considerando los objetivos planteados para este trabajo al inicio del mismo, el trabajo tendrá su aplicación práctica sólo en la fase de **Planificación** del círculo de Deming. Es importante entender que esta etapa no sólo es larga sino que también es compleja. Durante el desarrollo de la misma, se abarcarán los items 1 al 6 del proceso para la optimización de un flujo de trabajo y posteriormente, se hará alusión a las siguientes etapas del ciclo PDCA.

Para el desarrollo de este trabajo, el paso clave antes de comenzar con el proceso de optimización ha sido la conformación del equipo de trabajo y la calendarización de la actividad. Se planificó un **workshop/taller** con la participación de un equipo multidisciplinario que tuvo como principales actores al personal de producción e ingeniería. Se previeron los recursos, información y materiales necesarios y se trabajó a lo largo de toda una semana.

Dicho lo anterior, veamos el proceso de optimización del flujo de trabajo desarrollado en cada una de sus etapas.

5.2.1. Seleccionar el proceso a optimizar

Como ya se dijo anteriormente, el proceso a optimizar es un proceso de armado de una industria automotriz del medio cordobés.

En la siguiente imagen, la vista en planta de la fábrica, sus líneas de producción y el proceso de armado.

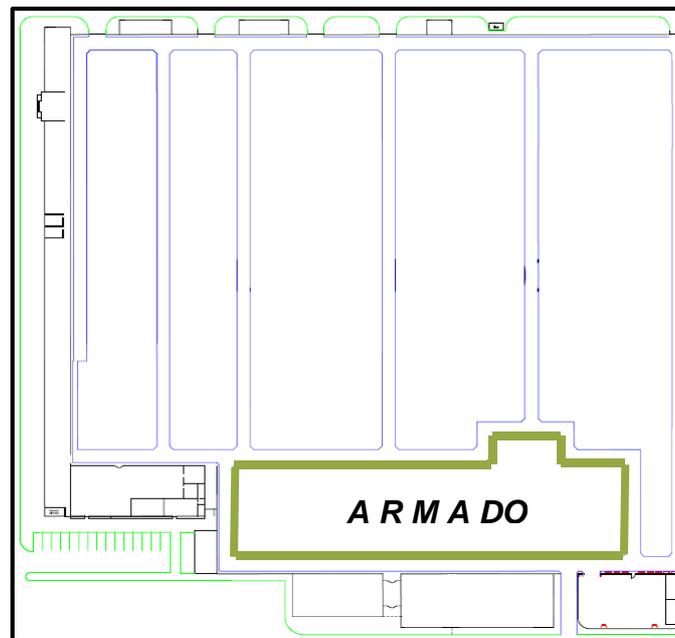


Figura 11: Vista en planta del proceso de armado (Fuente: XYZ SA)

Aunque a los efectos de este trabajo se considerará sólo el desarrollo de una propuesta de mejora productiva para el proceso de armado, es importante destacar que toda esta práctica es extensible a otras líneas de producción. Inclusive, se pueden desarrollar también otras propuestas dentro del mismo proceso de armado.

Más de cerca hacia el proceso en cuestión, se puede ver más en detalle esta línea de producción conjuntamente con sus líneas o procesos de sub ensamble/sub armado.



REFERENCIAS:



Figura 12: El proceso de armado y sus líneas de subconjuntos (Fuente: XYZ SA)

Para la Figura 12, los sub armados 1 y 2, fluyen y abastecen al sub armado 3. Este último alimenta, finalmente, al armado principal.

Más allá de las subdivisiones, todo el proceso se entiende como proceso de armado. Bajo esta condición, la siguiente tabla muestra el resumen de las variables (parámetros de consideración) asociadas con este proceso:

→ **DATOS CARACTERÍSTICOS**

Demanda [diaria]	2000 unidades
Tiempo programado [diario]	24 hs = 1440 minutos
Tacto cliente	$1440 / 2000 = 0.720$ minutos
% pérdida admisible	12%
Eficiencia	88%
Taktzeit	Tacto cliente x Eficiencia = 0.634 minutos
Cuello de botella	0.620 minutos / unidad
Capacidad 100% [día]	2322 unidades
Capacidad real [día]	2043 unidades

Figura 13: Parámetros característicos del proceso de armado (Fuente: XYZ SA)

En el siguiente gráfico, se consideran los tiempos de ciclo o tiempos por operación para cada estación del proceso de armado, identificando con colores los sub armados considerados.

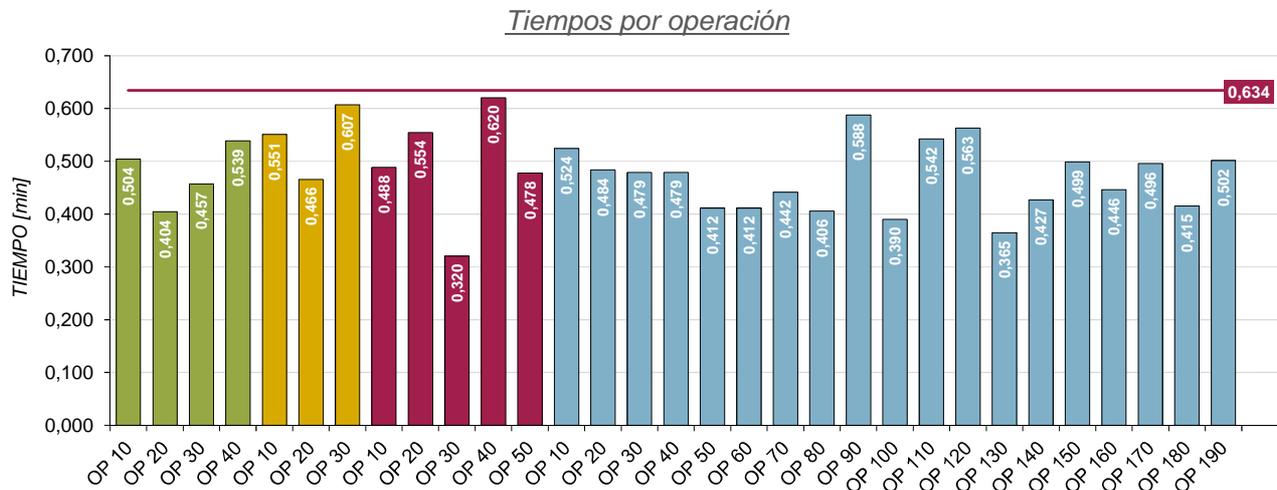


Figura 14: Proceso de armado – Tiempos por operación (Fuente: XYZ SA)

El gráfico de la *Figura 14* es muy importante y resulta clave poder tenerlo/graficarlo. El mismo es el recurso por excelencia que permite identificar los lugares con potencialidad de mejora. En otras palabras, este gráfico es la herramienta determinante para **seleccionar el proceso a optimizar**.

Estudiado el gráfico de la *Figura 14*, analizado el Lay Out del proceso de armado en general y habiendo discutido con el equipo de trabajo la situación de cada operación, se encuentra una potencial mejora productiva en el proceso de **Sub armado 1**. Este hallazgo responde no sólo al análisis del gráfico de los tiempos por operación. También se da que el proceso de Sub armado 1 es técnicamente hablando muy similar al proceso de Sub armado 2. Este último, es un proceso que actualmente se lleva a cabo en 3 operaciones (estaciones/puestos de trabajo) mientras que el proceso de Sub armado 1 se realiza en 4. **¿Es posible optimizar el proceso de Sub armado 1 en pos de realizar el mismo en 3 operaciones?** Sin lugar a dudas, en la identificación de esta oportunidad potencial ha influido significativamente la experiencia del personal que trabaja a diario y conoce profundamente todo el proceso.

Claramente el desarrollo de la propuesta de mejora productiva que persigue este trabajo, no alcanzará para cubrir la brecha de €97.9 mostrada en la *Figura 9*. Evidentemente para reducir el costo y como ya se dijo con anterioridad, es preciso atacar todos los frentes

(componentes del costo). Para reducir el impacto del componente MOD en el costo total, será necesario complementar este trabajo con el desarrollo de otras propuestas que consideren el resto de las líneas de producción y procesos involucrados en la fabricación.

5.2.2. Describir el flujo del proceso

A los fines de conocer el proceso y cómo este fluye de operación en operación, se utilizó el flujograma de proceso. Conjuntamente con este, se identificaron las operaciones en el lay out de la línea.

El equipo concurrió al piso de planta y realizó una recorrida in situ en el proceso. Se lo observó y se lo recorrió durante unas horas. Esto ayudó a que el equipo en su totalidad comprenda correctamente cómo funciona el mismo. Sin dudas, haber conocido la realidad operativa actual fue muy importante ya que esto es lo que ha ayudado al momento de plantear, a posterior, las optimizaciones potenciales.

En el proceso de sub armado 1, se arma un subconjunto denominado **AP**. En éste se montan diversos componentes entre los cuales se puede nombrar: E3L, E4L, CS34, AR entre otros. Para el montaje de estos, se utilizan diferentes equipos principalmente de prensado.

En la figura de la página siguiente, se esquematiza el resultado de haber descripto el flujo del proceso para este subconjunto.

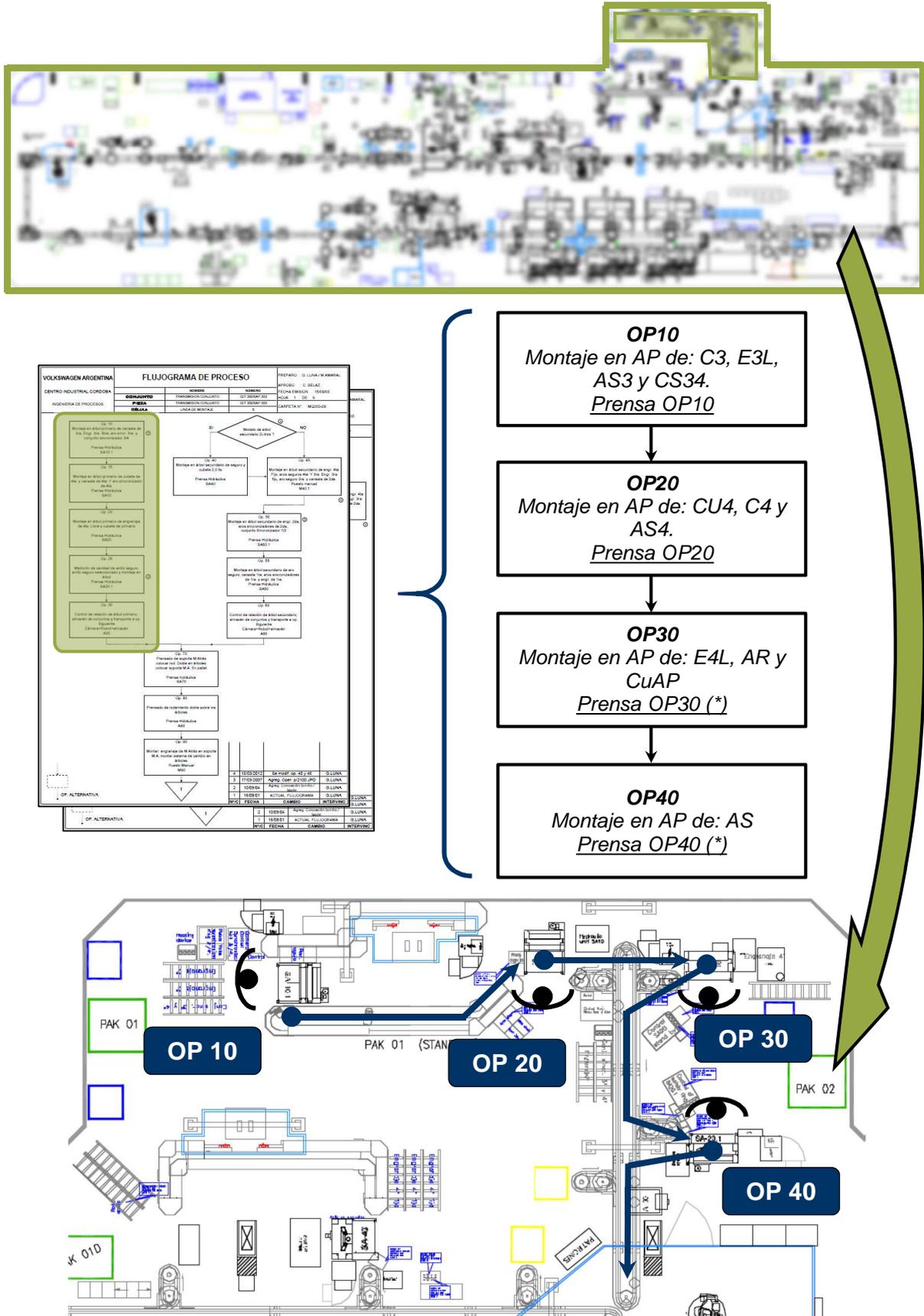


Figura 15: Flujo del proceso – Montaje AP (Fuente: XYZ SA)

5.2.3. Identificar las oportunidades de mejora

Ya se analizó el proceso. Se estudió el flujograma de las operaciones, se visitó la línea y se logró comprender de cerca qué, cómo y en qué secuencia se montan los diferentes componentes.

Anteriormente, en la sección 5.2.1 y haciendo uso del gráfico de la *Figura 14*, se pudo identificar potencialidad de mejora en la zona de sub armado 1. Para poder ahora plantear oportunidades o alternativas que impliquen una mejora productiva en el sector, es preciso profundizar el análisis del sub armado 1. Con fines prácticos, se grafica manualmente los tiempos por operación de la *Figura 14* y se hace uso de fotografías de los componentes que se montan en cada estación/puesto de trabajo para ayudar al análisis.

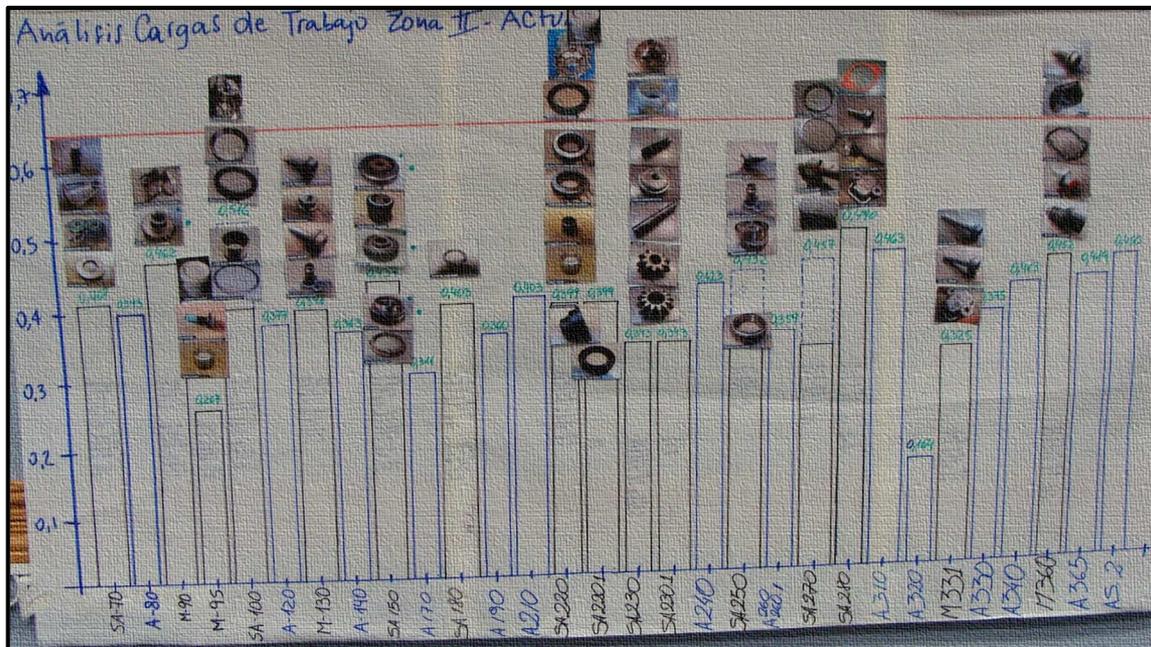


Figura 16: Proceso de armado – Análisis cargas de trabajo (Fuente: XYZ SA).

El ejercicio consiste en “jugar” moviendo los componentes de una estación de trabajo a la otra buscando reacomodar el ensamble de los componentes en tres operaciones. Para esta práctica, es necesario valerse del aporte del personal de ingeniería. Por un lado se debe evaluar técnicamente si es posible mover tal o cual pieza de una operación a otro puesto. Por otro lado, también se debe considerar el taktzeit contemplado en la *Figura 13*. Muchas veces, la factibilidad técnica de mover un componente hacia otra operación, se ve limitada porque al adicionar tal componente implica un incremento en el tiempo de ciclo de esa operación tal que supera el taktzeit definido. Esto claramente no se podría hacer ya

que se estaría condicionando todo el proceso, se pondría en riesgo las entregas al cliente y se estaría sobrecargando al operador ya que su carga de trabajo superaría el 100%.

A continuación, se presentará un esquema que sintetiza la realidad actual en términos de piezas montadas en cada operación del proceso de sub armado 1

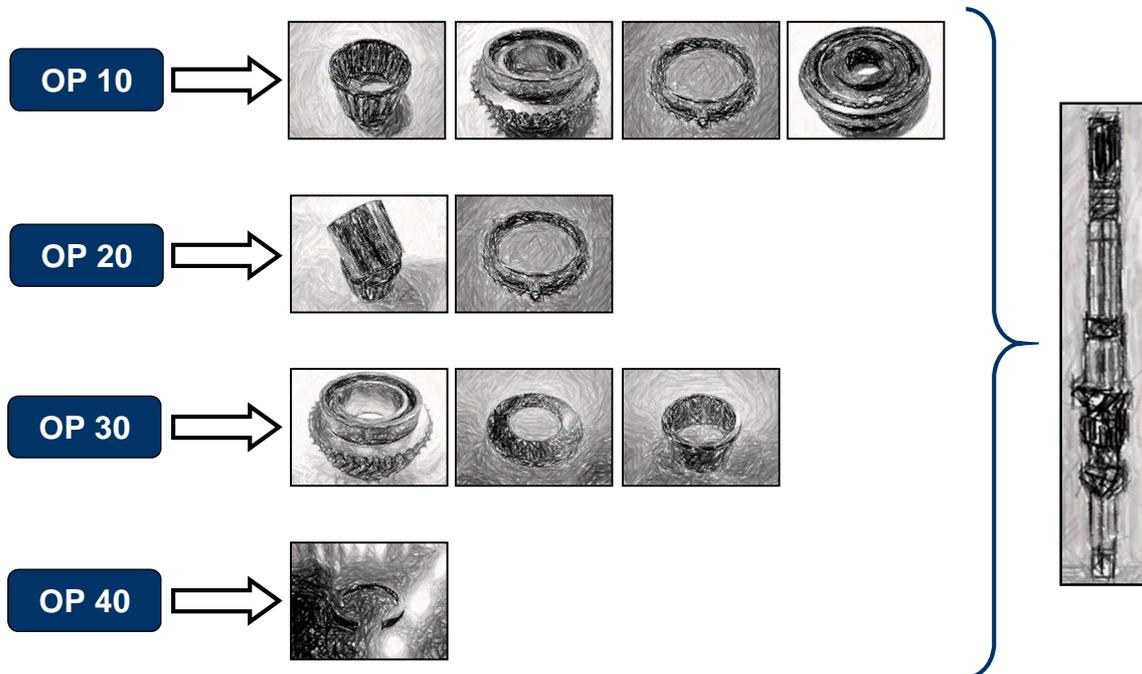


Figura 17: Sub armado 1 – Componentes por operación (Fuente: XYZ SA)

Ya comprendido en detalle el proceso actual, se expondrán dos propuestas/alternativas halladas por el equipo de trabajo para configurar el proceso anterior en tres puestos de trabajo u operaciones. Para cada una de estas alternativas, se mostrará un lay out representativo de cómo se moverían los componentes entre las estaciones y se expondrá un esquema que sintetiza la situación futura de montaje.

PROPUESTA 1

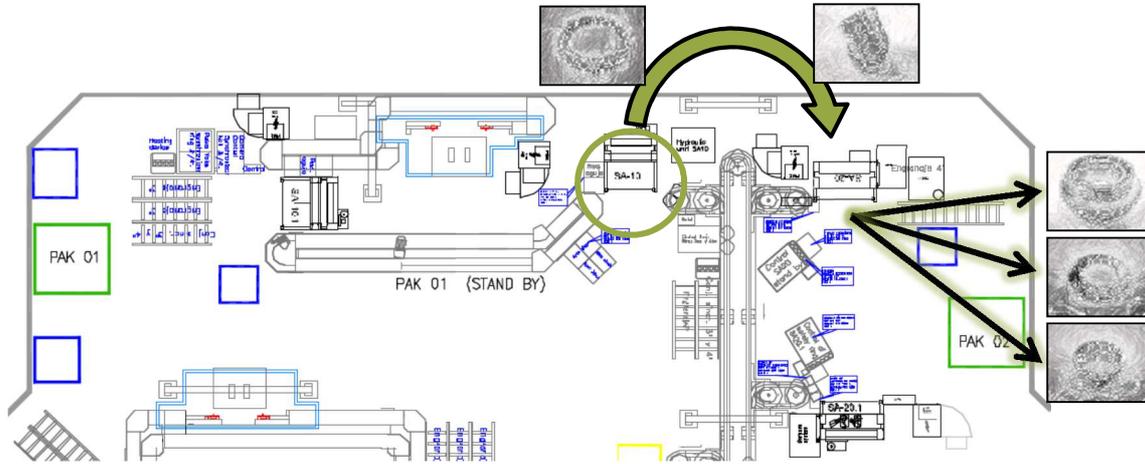


Figura 18: Propuesta 1 – Movimiento de componentes (Fuente: XYZ SA)

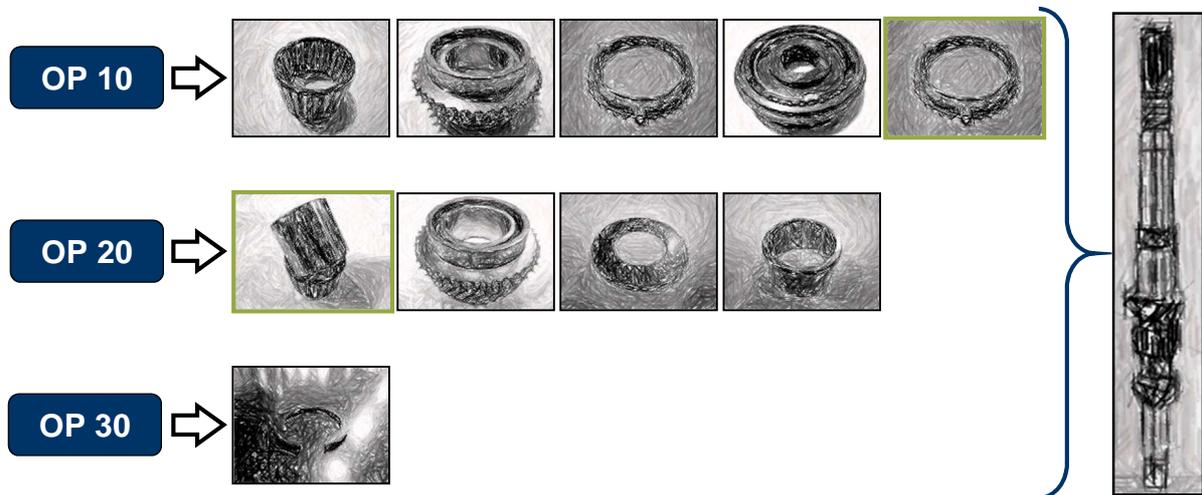


Figura 19: Propuesta 1 – Componentes por operación (Fuente: XYZ SA)

PROPUESTA 2

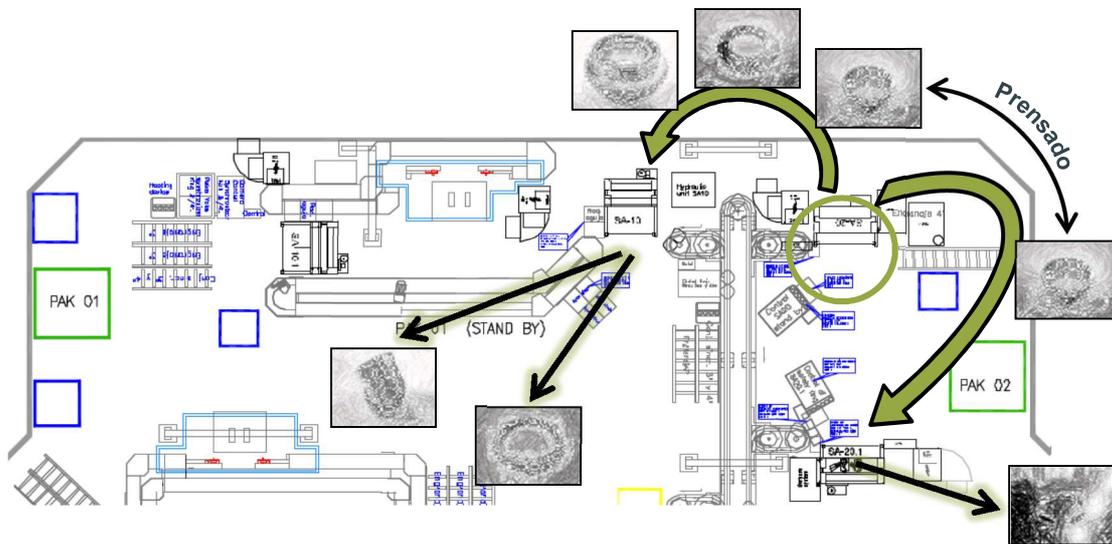


Figura 20: Propuesta 2 – Movimiento de componentes (Fuente: XYZ SA)

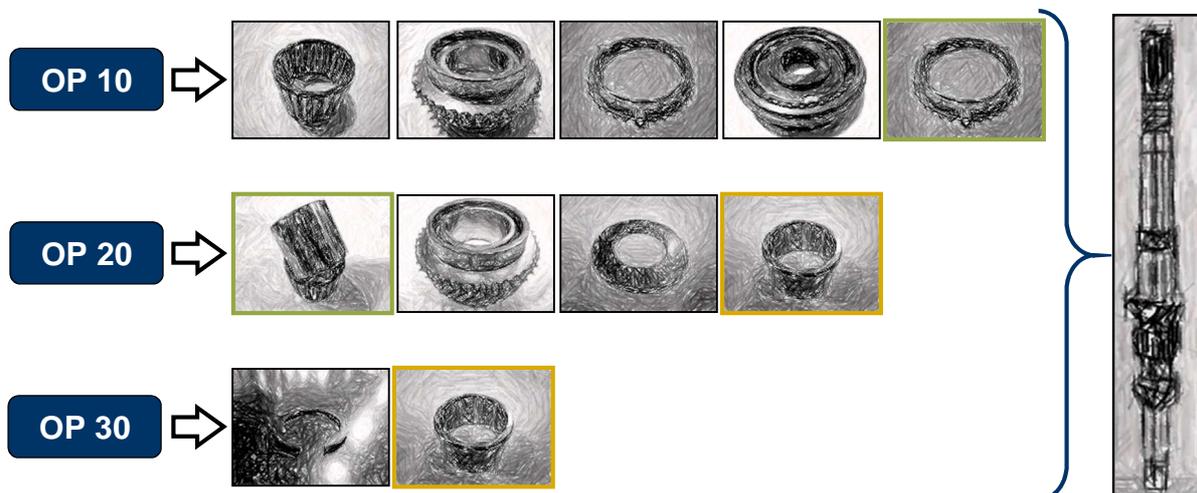


Figura 21: Propuesta 2 – Componentes por operación (Fuente: XYZ SA)

Ambas propuestas son similares entre sí. La fusión entre las operaciones 20 y 30 del esquema actual de la *Figura 17* es el punto clave para ambas alternativas. Sin embargo, la propuesta 1 plantea realizar un doble prensado en lo que en esta propuesta se denomina OP20; mientras que la propuesta 2 plantea realizar el segundo prensado en la OP30 de esta segunda alternativa.

5.2.4. Identificar los riesgos

Este apartado es de gran importancia y está íntimamente relacionado con la actividad y el desarrollo de la fase 5.2.2. En la práctica, conjuntamente con la descripción del flujo del proceso ya visto en 5.2.2, y fundamentalmente cuando el equipo visitó la planta, fue cuando se llevó a cabo la identificación de riesgos.

En esta fase del proceso de optimización, se tuvo en consideración conceptos de Lean Manufacturing. Se aprovechó la presencia del equipo en el proceso no sólo para conocerlo y comprender correctamente cómo este funciona, sino también para identificar riesgos y desperdicios en pos de conseguir un proceso lean. La presencia del equipo de trabajo identificando desperdicios, riesgos y cuestiones que no agregan valor en general, trajo grandes ventajas. Primero que nada, muchos ojos ven más que uno. Segundo, la presencia de personal multidisciplinario y en algunos casos ajenos al proceso en cuestión, implicó un punto a favor. Esto fue así ya que sucede que quienes no pertenecen al proceso fueron capaces de identificar cuestiones que el personal que trabaja allí diariamente, no advierte por estar acostumbrado, sesgado con la rutina o simplemente se “esconden” bajo excusas del tipo: “*siempre se hizo así*”.

Los desperdicios que se analizan en la práctica del Lean Manufacturing generalmente se categorizan en 9 tipos: sobreproducción, espera, stock, movimiento innecesario, riesgo ergonómico, transporte innecesario, errores/retrabajos, comunicación ineficaz y proceso innecesario. Si bien esto es correcto, lo más importante es poder identificar todas aquellas actividades, movimientos o cosas que no agregan valor. Luego, de ser necesario, esto se puede categorizar según los distintos tipos.



Figura 22: Tipos de desperdicios - Filosofía L. Manufacturing (Fuente: XYZ SA)

A continuación se listarán los principales desperdicios hallados por el equipo en el proceso de sub armado 1. Lógicamente, los desperdicios se identifican sobre la situación actual del proceso y para cada operación del mismo.

- OP10 – Prensa – Falla lectura de clavado.
- OP10 – No funciona poka yoke – Pasan subconjuntos AP sin paquete prensado.
- OP10 – Recorrido de cilindro innecesario.
- OP20 – Traba en sistema de transporte (unión de cadenas).
- OP20 – Recorrido de cilindro innecesario.
- OP30 – Movimiento innecesario de operador → Posición angular de barrera de seguridad de prensa.
- OP40 – Componente AS abastecido a granel → Dificultad para la toma individual del mismo.
- OP40 – Recorrido de cilindro innecesario.

Para todas estas observaciones o desperdicios, sucede que no sólo se trata de cuestiones que no agregan valor. Estos desperdicios son también oportunidad de mejora; son variables que permiten mejorar el sub armado 1 y facilitar el trabajo de los operadores que allí trabajan. Claramente este ejercicio y práctica de Lean Manufacturing tiene estrecha relación con la mejora continua y ha sido de gran aporte para el caso de estudio.

5.2.5. Seleccionar las mejoras del flujo de trabajo

Según lo tratado en la sección 5.2.3 y habiendo discutido en detalle con el personal de ingeniería y producción las oportunidades de mejora identificadas, las dos propuestas analizadas son técnicamente factibles. No obstante, es preciso aclarar que analizando las mismas en términos de tiempo, la propuesta 2 queda descartada. Al realizar el segundo prensado en la OP30 de esa propuesta, por las condiciones del equipo de prensado, la operación excede el taktzeit.

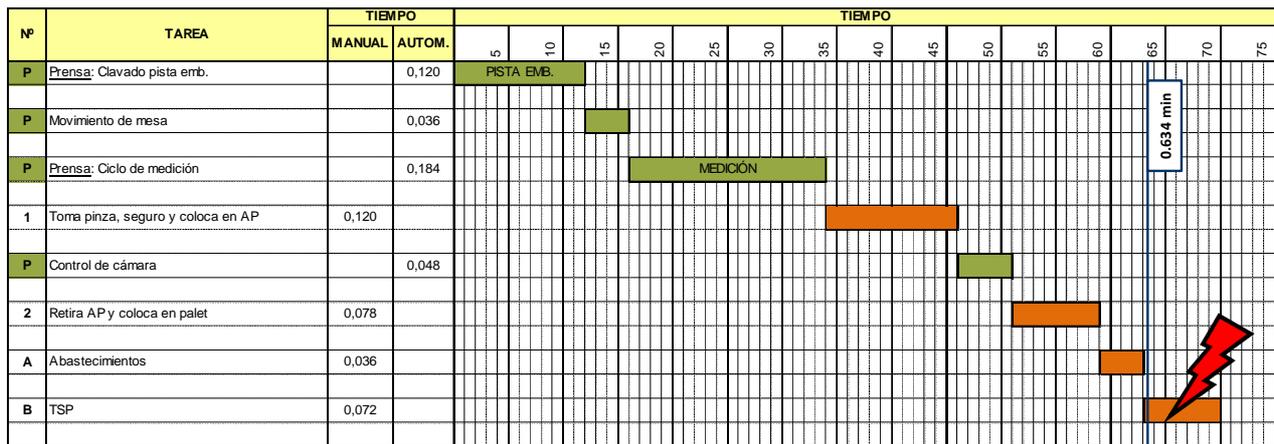


Figura 23: Propuesta 2 – Diagrama de carga OP 30 (Fuente: XYZ SA)

Para la propuesta 1, si bien no se dá lo mostrado en la Figura 23, sí sucede que el tiempo en la denominada OP20 de esta propuesta 1, se ve incrementado significativamente producto del doble prensado. No obstante, el ciclo completo de la OP20 aún bajo esta condición, entra dentro del taktzeit.

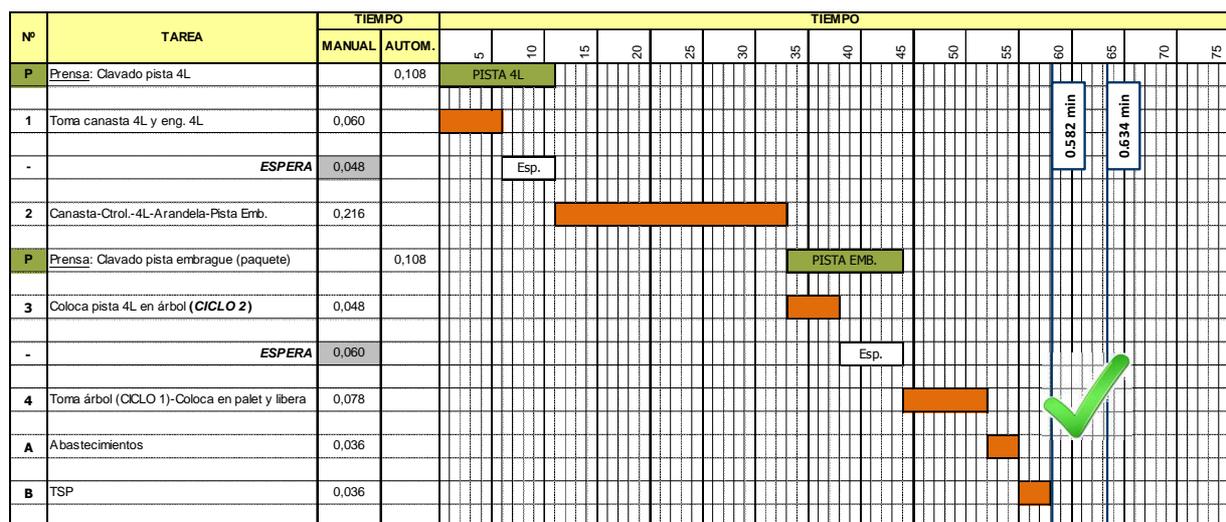


Figura 24: Propuesta 1 – Diagrama de carga OP 20 (Fuente: XYZ SA)

Confirmado esto para la propuesta 1, podemos afirmar que es esta la propuesta elegida ya que no sólo es posible de implementarse técnicamente hablando, sino que también cumple con la condición de entrar dentro del tiempo definido como taktzeit.

A continuación se muestran dos gráficos que resumen y reflejan la comparación entre los tiempos de la situación actual y los de la propuesta elegida: propuesta 1.

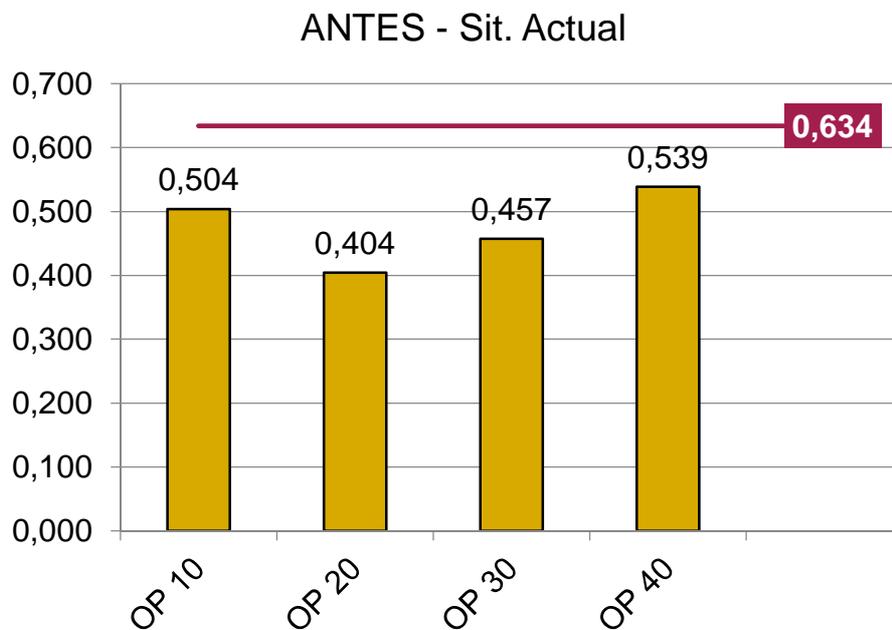


Figura 25: Sub armado 1 – Tiempos por operación – Sit. Actual (Fuente: XYZ SA)

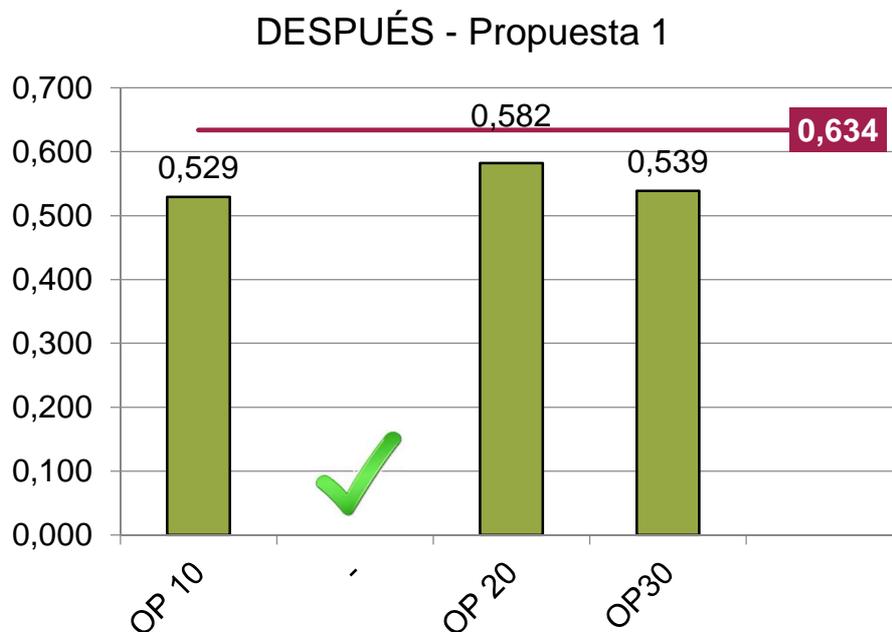


Figura 26: Sub armado 1 – Tiempos por operación – Propuesta 1 (Fuente: XYZ SA)

Los dos gráficos anteriores sintetizan la mejora productiva alcanzada y reflejan el trabajo del equipo. Estos gráficos muestran la propuesta de mejora productiva propiamente dicha y dejan en claro la potencialidad de mejora presente en el proceso de sub armado 1.

5.2.6. Preparar el flujo de la mejora

¿Qué movemos? ¿Hacia dónde? ¿Qué equipos conservamos? ¿Cómo alineamos el flujo?

Estos son algunos de los interrogantes que se debe responder después de haber verificado la factibilidad técnica de realizar los cambios propuestos y luego de haber corroborado los tiempos que garantizan que no se condicionará el abastecimiento al proceso de sub armado 3 y armado principal.

Para la propuesta analizada, el equipo encuentra que con el doble prensado de la nueva OP 20 deja de ser necesario el equipo de prensado de la OP 20 correspondiente a la situación actual del proceso. De este modo sólo se conserva el equipo de prensado de la OP 10 la cual en la mejora, sigue siendo OP 10. Con la idea de reducir también los recorridos del subconjunto AP, se plantea un nuevo lay out. Si bien este es diferente a la configuración actual del proceso, conceptualmente hablando no cambia demasiado sino que simplemente se acortan las distancias y se invierte el canal de abastecimiento de AP.

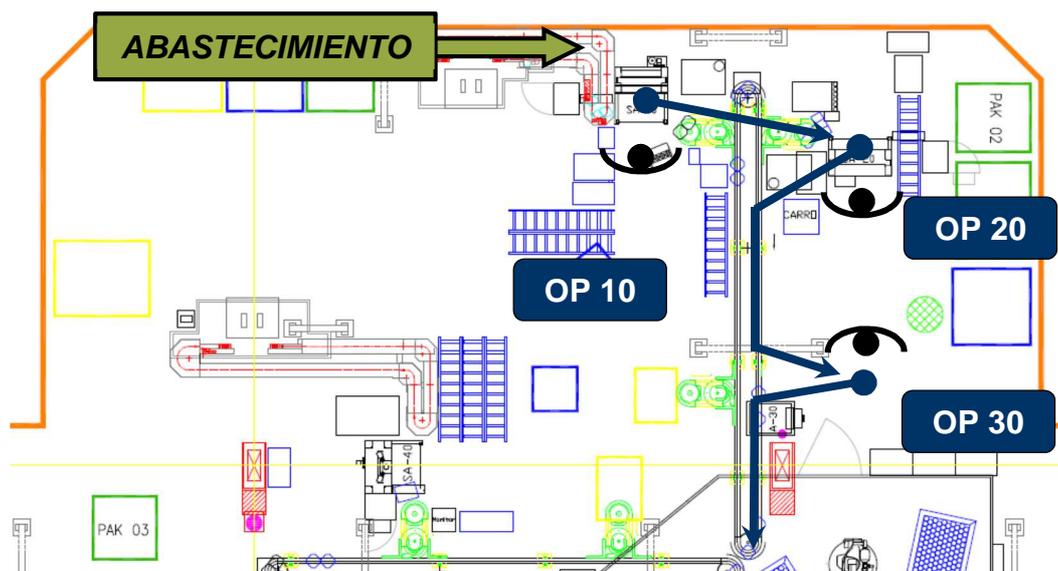


Figura 27: Flujo del proceso – Montaje AP – Propuesta 1 (Fuente: XYZ SA)

A esta propuesta, se suma un plan de acciones/medidas apuntadas a reducir los desperdicios hallados en el proceso. Entre las medidas más destacadas, se prevé reducir los recorridos de los cilindros de prensado de las 3 operaciones correspondientes a la propuesta, abastecer el componente AR modulado (no a granel) y solucionar la lectura de “clavado OK” de prensa OP10.

5.3. Propuesta productiva: Inversión y Payback

Evidentemente y antes de poder materializar toda la propuesta desarrollada, es preciso evaluar la **inversión** necesaria para poder llevar a cabo todos los cambios que el proyecto supone. Sin lugar a dudas, el “nuevo proceso” debe garantizar también la producción y la calidad que se necesita y que caracteriza al proceso actual.

Valiéndose de la experiencia y consultando presupuestos con los principales proveedores de XYZ SA, se logra estimar una inversión total de **90 mil €** para la ejecución de la *Propuesta 1*. Los principales componentes del total a invertir son:

- Movimiento de Lay Out – Prensa OP10 (actual).
- Modificar abastecimiento de AP – Invertir sentido de sistema de transporte.
- Redefinir y adecuar abastecimientos en puesto de trabajo OP20 (Propuesta 1).
- Programación prensa OP20 (Propuesta 1) para nueva secuencia de trabajo – Doble prensado.
- Atacar medidas tendientes a la eliminación de los desperdicios identificados y descritos en la sección 5.2.4.

En proyectos como este y a la hora de considerar inversiones de consideración como la descrita anteriormente, se hace necesario calcular el payback que tiene el proyecto. En este sentido, lo que se persigue es determinar el período en que el ahorro conseguido a través de la mejora productiva, paga la inversión realizada. Esto busca conocer si el proyecto “se paga” o si “no se paga” en un período de tiempo definido. Para poder conocer esto, claramente es necesario cuantificar el ahorro conseguido, es decir, medir el mismo en términos monetarios.

Los administrativos y financieros de la firma confirman un costo de MOD de **32,3 mil €** por persona por año. Entendiendo que el proceso funciona 24 horas repartidas en 4 turnos de trabajo, el puesto optimizado equivale a 4 operadores menos en el proceso de Sub armado 1. Esto significa entonces un ahorro equivalente a **129,2 mil €** por año.

Fijando el umbral para el recupero de la inversión en 2.5 años (política de la empresa), el ahorro de **129,2 mil €** se traduce a un total de **323 mil €**. Esto significa que toda inversión que supere éste último monto, “no se paga” en el período de 2.5 años fijado como objetivo y en consecuencia, queda desestimada automáticamente la inversión.

Considerando el límite de **323 mil €**, la inversión para la implementación de la Propuesta 1 resulta ampliamente aceptada y de consideración para concretar la ejecución de la misma. Aprobado el payback para el proyecto, resta tan sólo culminar el estudio evaluando el impacto de la mejora en el costo del producto.

5.4. Propuesta productiva: Impacto en el costo del producto

El costo total del producto de XYZ SA montado en el proceso de armado (*Figura 11*) está conformado por diferentes componentes. Uno de ellos es la MOD (Mano de Obra Directa) y es este el componente donde impacta la mejora productiva analizada (*Propuesta 1*). Sin embargo, lo que se pretende es poder determinar la implicancia que tiene el ahorro alcanzado en términos de MOD, en el costo total del producto.

Para esto se hace necesario conocer cómo se calcula el costo del producto y fundamentalmente el costo de la MOD del mismo. Para el cálculo de éste último, el personal responsable del cómputo hace uso de la información de tiempos provista por el área de Ingeniería. Esto es, la información pertinente a los tiempos de MOD de fabricación.

5.4.1. MOD – Tiempo de fabricación

El personal de ingeniería abocado a los estudios de tiempos, emite un documento resumen donde se sintetizan los tiempos para cada una de las estaciones o puestos de trabajo del proceso total de armado. Esto es, *Sub armado 1*, *Sub armado 2*, *Sub armado 3* y *Armado principal*.

Resumidamente y considerando el tacto definido para la línea en cuestión, se asignan tiempos de MOD para cada puesto y finalmente se totalizan para obtener un tiempo de MOD total por producto. Para el caso en cuestión, se necesitan **0,360 hs** ó **21,6 minutos** de MOD por cada producto fabricado. Esto significa que para poder fabricar las **2000 unidades** demandadas por el cliente (*Figura 13*), se necesitan **30 hombres**, cantidad real cubierta a lo largo de todo el proceso de armado.

$$\text{Cant. Operadores por día} = \frac{0.36 \frac{\text{hs. hombre}}{\text{unid.}} \cdot 2000 \text{ unid.}}{6 \frac{\text{hs. hombre}}{\text{día}}}$$

$$\text{Cant. Operadores por día} = 120 / \text{día}$$

Teniendo en cuenta y recordando que las 24 horas de producción programadas se reparten en 4 turnos de trabajo, tenemos que la dotación por turno es:

$$\text{Cant. Operadores por turno} = \frac{\text{Cant. de Operadores por día}}{4 \frac{\text{turnos}}{\text{día}}}$$

$$\text{Cant. Operadores por turno} = \frac{120 / \text{día}}{4 \frac{\text{turnos}}{\text{día}}}$$

$$\text{Cant. Operadores por turno} = 30 / \text{turno}$$

El **tiempo de MOD total por producto** se conoce como **TMOD**, es emitido por el departamento de ingeniería y es el dato clave para la determinación del costo de MOD.

5.4.2. Costo MOD actual vs. Costo MOD Propuesta 1 – Comparativa

Partiendo de lo ya mostrado en la sección 5.1., el costo para un producto es igual a:

$$C. \text{Prod. XYZ SA} = C. \text{Materiales} + C. \text{Logístico (Flete)} + C. \text{Variable} + C. \text{Fijo}$$

Dado que el costo de la MOD es un *C. Variable*, se hace necesario conocer cómo se calcula éste y cuáles son sus principales componentes. Para esto, veamos la siguiente tabla de datos:

Componentes C. Variables	Valor
Básico MOD / Hs.	\$ 8,10
Cargas Sociales	\$ 17,13
GIK	\$ 14,58
GSK	\$ 0,32
TOTAL	\$ 40,14

Figura 28: Estructura costos variables (Fuente: XYZ SA)

Conociendo el costo variable por hora de **U\$S40,14** (dólares) y conociendo el valor de **TMOD**, es posible calcular el costo variable por producto tanto para la situación actual como para la situación correspondiente a la Propuesta 1.

Con un puesto de trabajo menos en el proceso para la Propuesta 1, la dotación por turno se reduce a **29 operadores**, lo cual equivale a una dotación diaria de **116 trabajadores**. Estos números se corresponden con un **TMOD** de **0,348 hs**.

Con los datos anteriores podemos finalmente realizar la comparativa entre la situación actual y la Propuesta 1. Veamos la misma en la siguiente tabla.

	Cto. Variable	TMOD	Cto. Variable / Producto
Sit. Actual	40,14	0,360	\$ 14,45
Prop. 1	40,14	0,348	\$ 13,97
		Δ	\$ 0,48

Figura 29: Diferencia de costos Sit. Actual vs. Propuesta 1 (Fuente: XYZ SA)

Este número refleja el **beneficio económico** de la mejora productiva. Se trata claramente de un valor no muy grande. De hecho, se trata de una mejora productiva que en términos económicos no llega a la unidad. Sin embargo, este beneficio es positivo y real, es un beneficio tangible que cobra importancia no en la unidad, sino en la cantidad.

Considerando un volumen potencial de 500.000 unidades del producto en cuestión para el año 2015, rápidamente podríamos hablar de un ahorro de **U\$S240.000**.

Evidentemente este último número cambia de manera significativa el modo en que el ahorro conseguido es percibido. Al mismo tiempo, este valor también siembra la duda e inquietud por preguntarse si no existirán otros lugares del proceso que escondan mejoras potenciales.

5.5. PDCA: Hacer (Do)

A nivel práctico y para con la propuesta de mejora hallada a lo largo del apartado 5.2, esta etapa del ciclo PDCA implica ponerse manos a la obra y ejecutar lo planificado. Esto implica nada más y nada menos que materializar el resultado de todo el proceso descrito en las secciones anteriores y que tiene correspondencia con la fase de planificación de este ciclo.

Evidentemente, para llevar a cabo la propuesta resultante del plan 5.2, será necesario:

- Consensuar con la dirigencia de XYZ SA la real implementación.
- Estudiar el tiempo necesario para llevar a cabo las modificaciones y definir un plazo y fecha de implementación: vacaciones o parada anual de planta.
- Ejecutar lo planificado y llevar a cabo las modificaciones.

5.5.1. Implementar el flujo optimizado

Esta etapa corresponde a la última fase del proceso descrito en la *Figura 8* de la sección 4.3. Implementar el flujo optimizado es el cierre del proceso desarrollado a lo largo de todo el apartado 5.2. Después de todo el estudio realizado y de aprobarse el proyecto para invertir en la propuesta hallada por el equipo, no quedaría más que implementar la mejora.

De tomarse la decisión y materializar la propuesta, será crucial tener en consideración las recomendaciones del apartado 4.6. Fundamentalmente será necesario prever las acometidas necesarias de agua, gas, electricidad o el servicio que sea necesario para realizar los movimientos previstos. Para la propuesta hallada, básicamente se tendrá que atender las acometidas hidráulicas y neumáticas para los equipos de prensado.

El otro punto clave a considerar es la seguridad. Se trata de una cuestión muy sensible que no se puede dejar de lado. La propuesta presentada no presenta cambios importantes en lo que se refiere a emplazamiento o configuración de lay out. Por este motivo, en materia de seguridad, sólo se precisa mantener las condiciones actuales. A modo de aclaración, donde sí será necesario hacer foco será en las tareas de la implementación propiamente dicha. Seguridad en el manejo de grúas, arneses y cascos serán mandatorios durante las maniobras de implementación.

Aunque esta etapa excede de algún modo el alcance previsto para este trabajo, sí es oportuno mencionar que este proyecto, junto con otros aditamentos, ha sido visto con interés por parte de la dirigencia de XYZ SA.

5.6. PDCA: Comprobar (Check)

A pesar de no ser posible controlar o chequear algo sin que esto se haya ejecutado primero, es importante mencionar la gran importancia de esta fase dentro del círculo de la mejora continua.

Será necesario primero implementar la propuesta desarrollada para luego comprobar los resultados reales. No obstante, para mejoras productivas como la planteada la cual supone no sólo cambios en el proceso sino también un puesto de trabajo menos en la línea, se hace necesario realizar muchos controles y hasta inclusive simulaciones previo a la implementación.

Para el caso estudiado, se complementó el mismo con simulaciones y cronometraje directo en el proceso in situ. Más allá de la configuración actual y la secuencia vigente en el sub armado 1, se practicó realizar una secuencia como la planteada en la Propuesta 1 alcanzando resultados positivos. También, y con la intención de realizar pruebas que permitieran acercarse aún más a la realidad propuesta en la alternativa de mejora, se realizó un nuevo programa de prensado. Este permitió realizar pruebas más cercanas a la Propuesta 1 planteada y como consecuencia, obtener resultados más serios que permitieron dar mayores garantías.

5.7. PDCA: Actuar (Act)

Actuar en el ciclo PDCA es volver a empezar. Comenzar nuevamente el ciclo y continuar mejorando. La mejora continua no termina nunca y la dinámica de los procesos hace que este ejercicio deba permanecer siempre vivo.

Para el caso de mejora en el que se ha venido trabajando hasta aquí, actuar implica no sólo repetir el proceso de búsqueda de mejoras potenciales, sino que también supone hacer extensivos los resultados y mejoras halladas a otros procesos similares. Recordando los comentarios de la sección 5.2.1. (Seleccionar el proceso a optimizar), la potencialidad de mejora hallada, no sólo proviene del estudio del gráfico de la *Figura 14*, sino que también se actuó considerando el proceso de sub armado 2 el cual técnicamente hablando es similar al sub armado 1. Si bien no se ha mencionado anteriormente en este trabajo, tiempos atrás, el proceso de sub armado 2 funcionó con 4 puestos de trabajo. Luego de un análisis profundo y un estudio similar al realizado en este trabajo, se logró una mejora productiva, hoy ya hace tiempo materializada. Todo esto no es más que mejora continua. Este trabajo es el resultado de haber actuado y haber hecho extensivo aquel estudio tiempo atrás realizado, a otro proceso similar. Aunque sub armado 1 y sub armado 2 son procesos diferentes, la mejora continua “obliga” a actuar y a entrar nuevamente en la etapa de planificación tal y como se hizo con este trabajo. Todo esto significa que se puede seguir... ¿Existirá potencialidad de mejora en sub armado 3? ¿Qué tal en el armado principal y en el resto de las líneas de producción?

Es preciso hacer notar que pasar por las distintas etapas y barrer un proceso determinado siguiendo las fases de la mejora continua, no necesariamente implica apuntar a alcanzar mejoras productivas. En los procesos, existen siempre desperdicios que reducir o eliminar. Claramente la mejora de un proceso no significa exclusivamente mejora de productividad.

Como ya se dijo, la implementación de la mejora productiva hallada, no soluciona el problema de costos reflejado en la *Figura 9*. Sin embargo, haciendo girar la rueda, actuando y volviendo a empezar con todo este proceso pero en otros sectores del proceso de armado y en las diferentes líneas de producción, seguramente se logrará acortar la diferencia.

6. CONCLUSIONES

Como se pudo observar, a través de este proyecto y de la metodología utilizada, se logró descubrir una mejora productiva real. Ésto evidencia de manera clara que el proceso y el trabajo realizado vale la pena ya que los resultados, tal y como se vio, se transforman en algo sumamente positivo en pos de alcanzar los objetivos fijados.

A lo largo del desarrollo de la aplicación práctica de este proyecto se pudo observar cómo paso a paso, la mejora potencial se iba descubriendo. Es a través de este proceso que indirectamente quedan respondidos los interrogantes principales del trabajo planteados al inicio del mismo. La **competitividad** se puede alcanzar y mejorar siempre con la mejora continua. El elemento fundamental para conseguirla es la **productividad** y el ejercicio de buscar siempre el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, tal y como se ve reflejado en el aprovechamiento de la MOD que es el eje de este trabajo. La **productividad** alcanzada se traduce en una mejora de costos y está última es la que alimenta a la **competitividad** de la empresa.

Vale la pena destacar que este proyecto resuelve sólo parcialmente el problema y/o necesidad de la empresa en cuestión. Sin embargo, el trabajo sí marca de manera clara cuál es el camino a seguir para continuar ganando **productividad**. Sólo resta hacer extensivo el análisis a los procesos restantes y evaluar otras oportunidades de mejora.

Es importante resaltar también la significancia de los pequeños ahorros. Estos muchas veces pueden parecer pequeños pero el efecto de los mismos es muy grande. De allí la gran importancia de medir los resultados y cuantificar las mejoras, las inversiones y los ahorros alcanzados.

Es posible afirmar que los objetivos definidos en la etapa inicial se han cumplido. Fundamentalmente se considera el **estudio** realizado en pos de hallar la mejora productiva y claramente el desarrollo de la **propuesta** realizada. También y como complemento a lo anterior, se cumplió con el objetivo pertinente a la valoración. Se cuantificó la **inversión** necesaria, se alcanzó un payback positivo y se **cuantificó** el impacto de la mejora en términos de **costos** del producto, obteniendo un ahorro positivo y de gran valor.

Es certero afirmar que la clave de todo este proceso de mejora continua es la metodología y el seguimiento paso a paso de la misma. Realizando pasos cortos pero firmes, el equipo logra conocer profundamente un proceso y en consecuencia, se es capaz de optimizarlo. Se necesita tan sólo del equipo especialista y el trabajo diario no perdiendo de vista nunca la **productividad** como la llave para ser competitivos.

A modo de cierre, se espera que el trabajo haya sido agradable al lector y haya reflejado de manera clara el camino hacia la competitividad.



Gonzalo Alessandro.-

7. BIBLIOGRAFÍA

- Joseph Berk (2010). *Cost Reduction and Optimization for Manufacturing and Industrial Companies*. United States of America: Wiley.
- Bin Wu (2002). *Handbook of Manufacturing and Supply Systems Design*. London: Taylor & Francis.
- Fernando Perotti (2014). *Administración de la Producción e Innovación Tecnológica*. Notas de cátedra. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba – Escuela de graduados.
- XYZ SA (2014). *Productividad, tiempos, capacidades y valores de eficiencia*. Planta Córdoba: Departamento de Manufactura.
- XYZ SA (2014). *Comparativa de costos, valores y procedimientos para el cálculo*. Planta Córdoba: Departamento de Finanzas.