



MBA 2015

Células de trabajo en el Proceso Productivo de una Pyme metalmecánica

Alumno: Ignacio Piñeyro Fernández

Tutor: Ignacio Aguirre

Lugar: Buenos Aires, Argentina, 2017

Agradecimientos

Quiero agradecer a Sofi que fue soporte y empuje en este viaje de dos años de MBA. Gracias totales.

A mis padres que desde Montevideo me mandaron su energía positiva para que continúe con mi plan de seguir estudiando.

A mis hermanos y familia de Uruguay que siempre se pusieron mi camiseta y alentaron desde su lugar.

A Damián que me subió al barco y me empujó a navegar. Sin él, absolutamente nada de esto sería posible.

A Marcos y Aldo que no solo me dieron la flexibilidad para poder cursar, sino para poder aplicar mucho de lo aprendido.

A todos mis compañeros de trabajo que son protagonistas del resultado.

A mi tutor Ignacio Aguirre, que tuvo un agregado de valor enorme desde el día uno de la tesis. La visión ejecutiva de Ignacio fue clave para la realización del trabajo.

Al profesor Gustavo Vulcano por prestarme *La Biblia*.

A todos mis compañeros del MBA 2015 intensivo, especialmente a mi grupo 6.

A la Universidad Torcuato Di Tella por abrirme las puertas y hacerme sentir como en casa estos dos años.

Resumen

El presente trabajo describe como se desarrolla la implementación de una célula de trabajo en una PYME metalmecánica.

Se demuestra como la implementación de las células tienen un impacto positivo en la productividad y la mejora en los cumplimientos de los plazos de entrega del cliente.

El trabajo también sirve como manual de implementación, ya que recorre desde que tipo de empresas son las posibles de instalar células de trabajo, hasta el análisis de capacidad de las mismas para que su diseño sea el adecuado.

Se plantean las ventajas y desventajas de la implementación, todos los factores a tener en cuenta a la hora de la toma de decisión de cambiar la operación, tanto desde el punto de vista técnico como humano.

El trabajo detalla como la implementación de las células se puede combinar con otros procesos de mejora que existan actualmente como Lean Manufacturing.

También tiene un fuerte desarrollo sobre la selección de que producto fabricar en la célula desde el punto de vista de la estrategia comercial.

Como conclusión se podrá ver el impacto que tiene la implementación en la reducción de plazos de entrega, en el cumplimiento de los compromisos con el cliente y en el tiempo de planificación.

Palabras Clave

Células de trabajo, Lean Manufacturing, Productividad, Producción.

Índice

Células de trabajo en el Proceso Productivo de una Pyme metalmecánica.....	1
Agradecimientos.....	2
Resumen	3
Índice	4
Introducción.....	7
Propuesta de investigación.....	7
Objetivo.....	8
MARCO TEÓRICO	9
CAPÍTULO 1: CONOCIENDO LAS CÉLULAS DE TRABAJO.....	9
Definición de Células de trabajo.....	9
CAPÍTULO 2: CUÁNDO APLICAR CÉLULAS DE TRABAJO.....	12
CAPÍTULO 3: CLASIFICACIÓN DE CÉLULAS DE TRABAJO	16
Diferentes tipos de Células	16
Célula con un solo trabajador.....	16
Célula con dos trabajadores.....	17
Célula con dos trabajadores modo secuencial.....	18
Células que realizan múltiples familias de productos	19
Células vinculadas y sub células	20
Células en el contexto de planta.....	22
CAPITULO 4: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS CÉLULAS DE TRABAJO.....	24

Ventajas.....	24
Desventajas.....	25
CAPÍTULO 5: FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS CÉLULAS DE TRABAJO	27
Capacidad variable	27
Elección de la medida de capacidad de la célula	27
Sector de inspección.....	29
Mostrar los resultados de la célula	29
Comunicar y trabajar los resultados hacia fuera	30
Inteligencia emocional y las células de trabajo.....	30
CAPITULO 6: PASOS PARA EL DISEÑO DEL PROCESO CELULAR	32
Paso 1: Agrupar los productos	33
Paso 2: Establecer el Takt Time	42
Paso 3: Secuencia de trabajo	44
Paso 4: Layout de la célula	50
Ejemplo.....	51
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	53
CAPITULO 7: ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL CASO DE ESTUDIO	54
Elección de la empresa donde aplicar la célula	54
Pasos para el diseño y selección de la célula	56
Paso 1: Agrupar los productos	57
Paso 2: Establecer el takt time.....	75
Paso 3: Secuencia de trabajo	78

Paso 4: Layout de la célula.....	79
Análisis de resultados de la implementación.....	81
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES	93
ÍNDICE DE FIGURAS	94
BIBLIOGRAFÍA	96
Anexo 1: Características de las válvulas manuales	97

Introducción

Propuesta de investigación

Analizar el impacto de la implementación de las células de trabajo en una fábrica de válvulas, buscando mejorar la productividad, los plazos de entrega y el control de los procesos productivos.

Situación Problemática

Los clientes de los grandes proyectos de Argentina exigen a los proveedores la mejora en plazos y en costos de sus productos.

Estos proyectos cada vez se realizan en menor tiempo y con menores costos y muchas veces se recurre a productos importados en lugar de los nacionales debido a los tiempos de procesos internos de las fábricas de Argentina.

Por tal motivo, cada vez más las empresas constructoras, OEMs¹ o directamente el usuario final le dan mayor importancia a la activación para que se puedan cumplir los plazos de entrega, dedicando muchísimas horas en exigir a las PYMES el cumplimiento de los cronogramas.

En esta investigación, se analiza el impacto de las células de trabajo para una empresa metalúrgica argentina fabricante de válvulas, cuyos principales clientes son compañías del sector Petróleo y Gas.

¹ OEM (Original Equipment Manufacturer): Es una empresa que fabrica un componente que es usado en el producto final de otra compañía.

Hipótesis de la investigación

Las hipótesis de la investigación sobre la implementación de células de trabajo en una fábrica de válvulas son las siguientes:

- La implementación de células de trabajo mejora los indicadores de atraso y la dispersión en las entregas con el cliente.
- Mejora el plazo de entrega con el cliente
- Mejora el cumplimiento de los cronogramas del cliente.
- Se reduce el tiempo de trabajo del equipo de planificación.
- La instalación de las células es un proceso comentario al de la implementación de Lean Manufacturing²

Objetivo

Analizar el impacto que tiene la implementación de las Células de Trabajo en la reducción de plazos de entrega, en el cumplimiento de los compromisos con el cliente y en el tiempo de planificación, en una fábrica de válvulas de Argentina.

Desarrollar los pasos de la implementación, recorriendo desde que tipo de empresas son las adecuadas para la instalación, analizando la capacidad de las mismas para que su diseño sea el adecuado.

² Lean Manufacturing (Producción Esbelta): Es la búsqueda de la mejora en un sistema productivo mediante la reducción del desperdicio, entendiendo al mismo como todo lo que no agrega valor al producto final y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar.

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 1: CONOCIENDO LAS CÉLULAS DE TRABAJO

Definición de Células de trabajo

Dentro de una planta muchas veces se agrupan los máquinas y los procesos para generar lo que se una célula de trabajo. Como indica el autor T. Vollmann: **El concepto es tener una planta dentro de la planta, donde una parte de la fábrica se dedica a un grupo de productos.**³

Se trata de un método de organización de las personas y la operación de las maquinas buscando una combinación que sea de mayor eficiencia, maximizando el valor agregado y minimizando el desperdicio. Se minimizan las distancias de traslado y los inventarios entre procesos.

Las células de trabajo típicamente tienen forma de U para mejorar la interacción entre los operarios y reducir el movimiento de los materiales. Los empleados están entrenados para manejar diferentes procesos que ocurren en la célula.

Dentro de cada célula participan entre 5 y 7 personas habitualmente, donde se busca que cada técnico pueda realizar mas de una operación. Así, hacen que la capacidad operativa sea más flexible.

En la célula se incluyen puntos de inspección, transferencia, espacios de materia prima, producto semielaborado y producto terminado.

Células de trabajo y Lean Manufacturing

La producción esbelta (Lean Manufacturing) se construye bajo el concepto de flujo continuo, y se trata de la búsqueda de la mejora de un sistema productivo mediante la

³ Vollmann, (2005).

reducción del desperdicio. La gran diferencia con el método clásico es que en este último se produce un gran lote que va pasando por cada proceso. En algún momento todo ese gran lote está esperando para ser procesado. No solo significa exceso de inventario sino que además los errores no se pueden captar a tiempo.

En el caso de las células de trabajo los lotes son menores, por lo tanto la aplicación de las células se encuentra alineada con la implementación de Lean Manufacturing. Es más, son dos implementaciones que van de la mano.

Una de las grandes ventajas del modelo de células es que se pueden adoptar muchos conceptos de Lean Manufacturing en un sector como si fuera un microcosmos del proceso completo. Esto permite realizar experimentos hasta llegar al diseño óptimo⁴.

También ayuda a la gente a ir pasando por el proceso de transformación, para que luego sea más fácil la extrapolación.

Cualquier mejora propuesta en una implementación de Lean Manufacturing se puede aplicar en una célula, y luego, tomando ese resultado, llevarlo al resto de la planta.

Colocar los procesos uno junto al otro

Uno de los principios de la producción esbelta es la de tener los procesos que van paso tras paso a la menor distancia posible: *Colocar los procesos uno junto al otro*.

En lugar de distribuir físicamente los procesos por tipo (como sucede en la operación clásica), se colocan los procesos por función dentro de la célula. De esta manera se acortan los tiempos entre procesos y además se mejora el trabajo en equipo.

La mejora se debe a que los empleados ven todo el proceso de la célula generando alertas para sus compañeros tanto en los pasos previos como en los posteriores. También se mejora el compromiso de cada persona con el producto final y no con la etapa de la cual es responsable: así, el ambiente de trabajo se vuelve más de colaboración que de control.

⁴ Swank (2003).

Trabajo estandarizado

Sin estandarización, no puede haber mejora.

Taiichi Ohno

Estandarizar el trabajo en la célula es clave debido a que se debe aprovechar el beneficio de la flexibilidad de la gente.

Estandarizar no solo es escribir los procedimientos, sino los controles de producción y los tiempos estándar. En este sentido es clave definir el *Takt time* de la célula: el Pulso. El *Takt time* es el ritmo productivo de la célula, pero esta vinculado a la demanda del cliente.

Es el máximo tiempo aceptable para cumplir con la demanda del cliente. Es la velocidad con la que el producto necesita ser producido para que pueda satisfacer las necesidades del cliente. En capítulos subsiguientes se profundizará sobre el concepto de *Takt time*.

La matriz muestra la interacción entre el producto y el proceso. Las filas marcan el ciclo de proceso y las columnas las fases de ciclo del producto.

Se muestran ejemplos en la diagonal de la matriz para que sea claro donde posicionar cada tipo de producto y proceso.

Un ejemplo típico de compañía posicionada en la esquina superior izquierda es una imprenta comercial. Cada trabajo es único, viene en diferentes formas y requiere diferentes tareas; por lo tanto el equipamiento tiende a ser muy generalista. Los trabajadores tienen muchas capacidades y cualidades generales y muchas veces el tiempo de traslado en planta es más largo que el tiempo de proceso en sí.

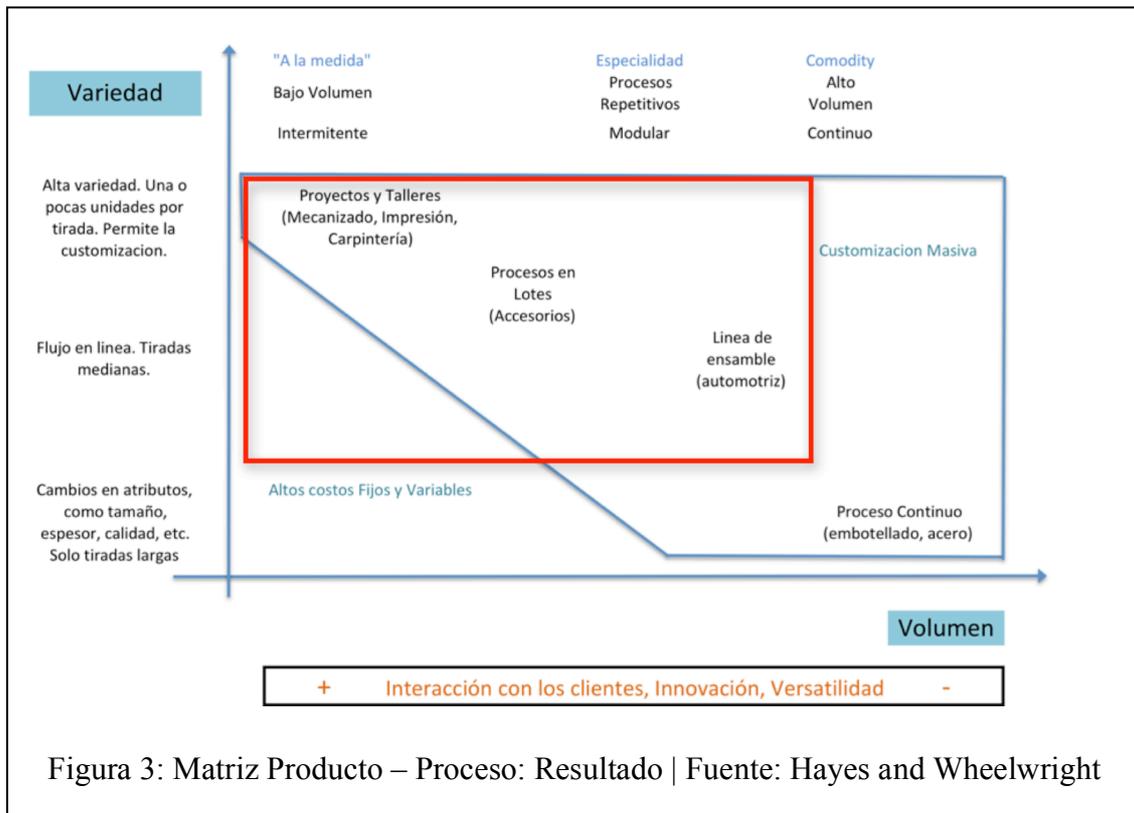
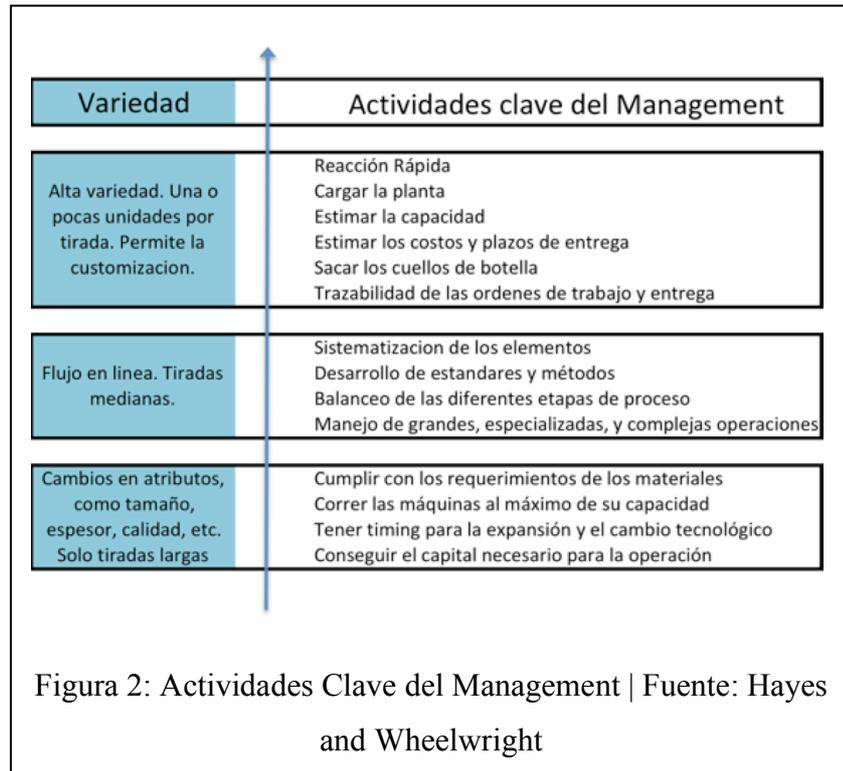
Siguiendo hacia abajo por la diagonal de la matriz, se produce en lotes, donde la principal característica es el *flujo desconectado*. La industria de equipamiento pesado es un ejemplo de este sector del gráfico. Si bien la empresa hace un número limitado de productos, hay un grado de personalización con el cliente. En este caso hay ciertas economías de escala que llevan a las compañías a ofrecer diferentes modelos básicos con una variedad de opciones. Esto permite moverse de trabajar en un modo taller a trabajar con estaciones de trabajo o una pequeña línea de ensamble.

Siguiendo más abajo en la diagonal, aparecen los productos como automóviles. Se fabrican solo algunos modelos, en una línea de ensamble. El proceso se encuentra relativamente mecanizado y conectado, gracias a la estandarización de las partes y el producto.

Finalmente abajo a la derecha se encuentran como ejemplo una refinería. El producto es un *commodity* y el proceso es continuo. Si bien estas operaciones son altamente especializadas, inflexibles y de capital intensivo, tienen como gran ventaja los bajos costos variables y el proceso estandarizado.

Los ejemplos que se citan en la diagonal son los más comunes en el mercado, en donde un producto está naturalmente asociado a su proceso. Pero una compañía podría estar fuera de la diagonal. Por ejemplo Rolls Royce trabaja más como un taller que como una línea de ensamble. Esto no es un inconveniente si la empresa tiene clara las implicancias de correrse de la diagonal.

El lugar de la matriz donde se encuentra la compañía va a determinar cuáles son los problemas para los managers. Ver figura 2. Es importante tener claro cuáles son estos para poder actuar en consecuencia y armar los procesos y controles necesarios.



La empresa debería preguntarse, si produzco un producto con un sistema de manufactura (gente, plantas, maquinaria, tecnología y procedimientos de control) que permitan flexibilidad y bajo capital o un sistema que tenga menos flexibilidad a los

cambios y con mayor capital. Esta elección posicionará a la empresa por encima o por debajo de la diagonal con respecto a su competencia.

Las células de trabajo están pensadas para los sectores de la diagonal del medio y de la izquierda como se puede observar en la figura 3 marcado en rojo.

Por el tipo de proceso que implica armar una célula de trabajo, no es conveniente para un proceso continuo. Es ideal para procesos de especialidad y de tiradas medianas, o sea en el centro del gráfico.

CAPÍTULO 3: CLASIFICACIÓN DE CÉLULAS DE TRABAJO

Diferentes tipos de Células⁶

En forma habitual las células se disponen en forma de U. Se busca que el producto de salida de una operación sea el de entrada de la siguiente etapa.

No todas las operaciones deben de tener una persona asociada, por el contrario, se debe buscar que cada técnico pueda realizar más de una operación.

Es fundamental incluir en el layout los puntos de inspección y transferencia; y los espacios de materia prima, producto semielaborado y producto terminado.

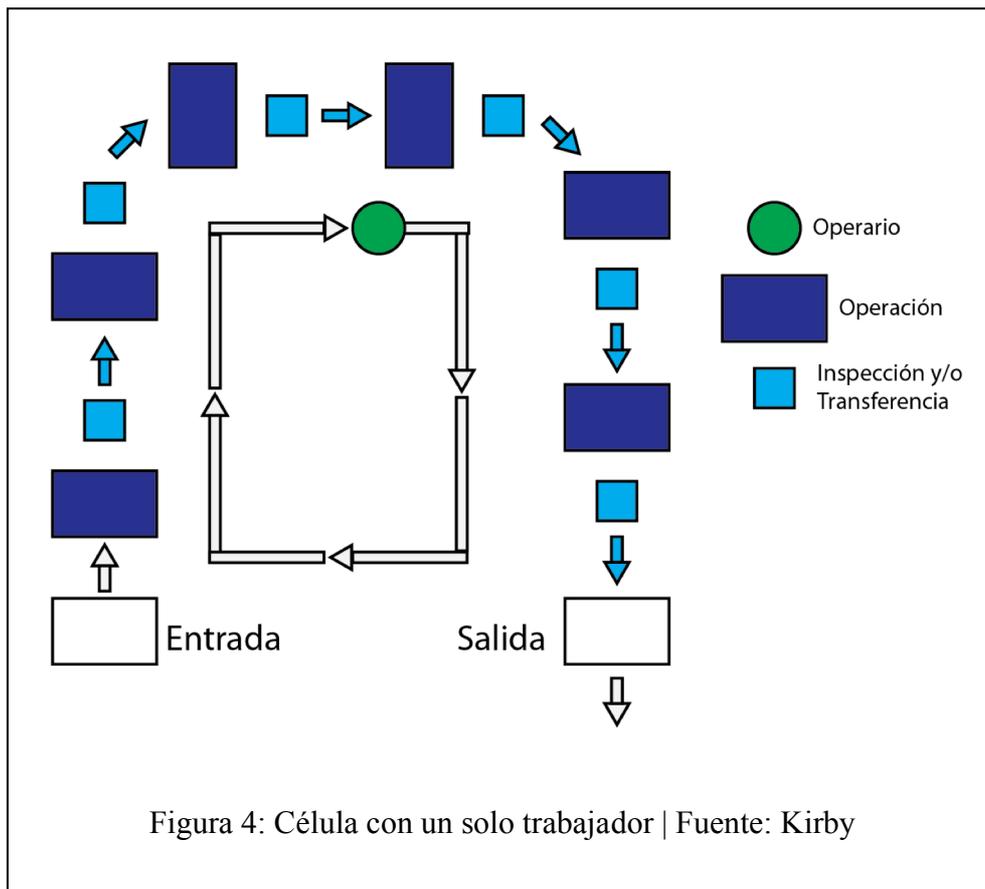
Célula con un solo trabajador

El caso extremo es el de una célula que tiene solo un operario que maneja todas las máquinas y puede cumplir con la demanda del mercado.

Ese operario circula por las diferentes estaciones realizando todas las operaciones.

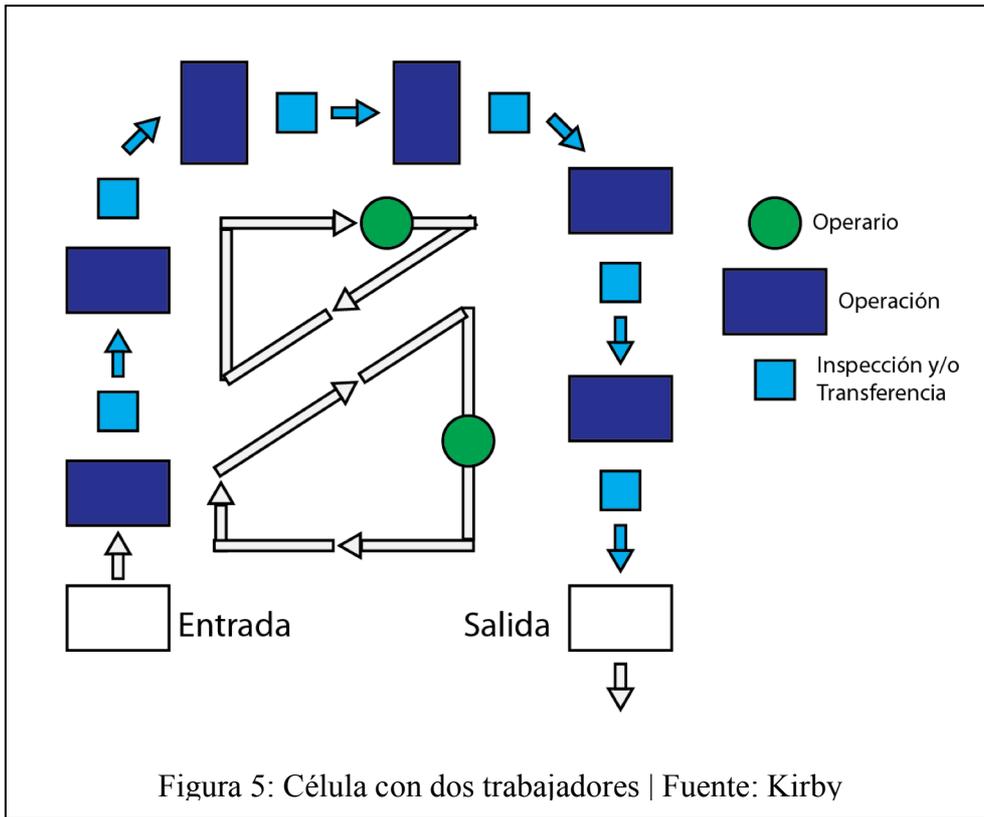
El proceso se puede observar en la figura 4.

⁶ Kirby (2013).



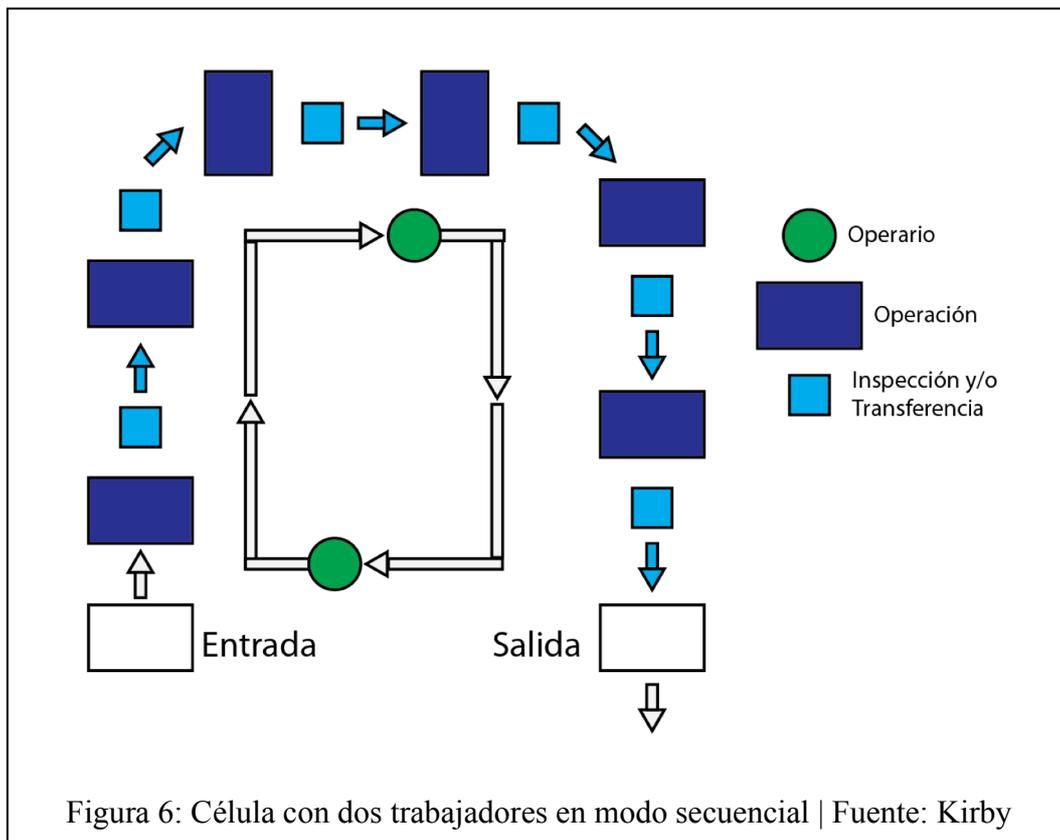
Célula con dos trabajadores

Es similar a la anterior pero cada trabajador se concentra en un grupo de operaciones. Como se ve en la figura 5, un trabajador entrega el material en proceso al segundo y este devuelve el material con las operaciones subsiguientes realizadas, para que el primero termine el producto.



Célula con dos trabajadores modo secuencial

En este caso a diferencia del anterior los trabajadores trabajan en forma secuencial,



siguiendo la operación subsiguiente. El formato se observa en la figura 6.

Ambos trabajadores realizan todas las operaciones. La ventaja que tiene es que los dos trabajan al mismo ritmo, los dos conocen toda la operación, y si uno falta se puede producir en forma completa aunque a la mitad del ritmo de producción.

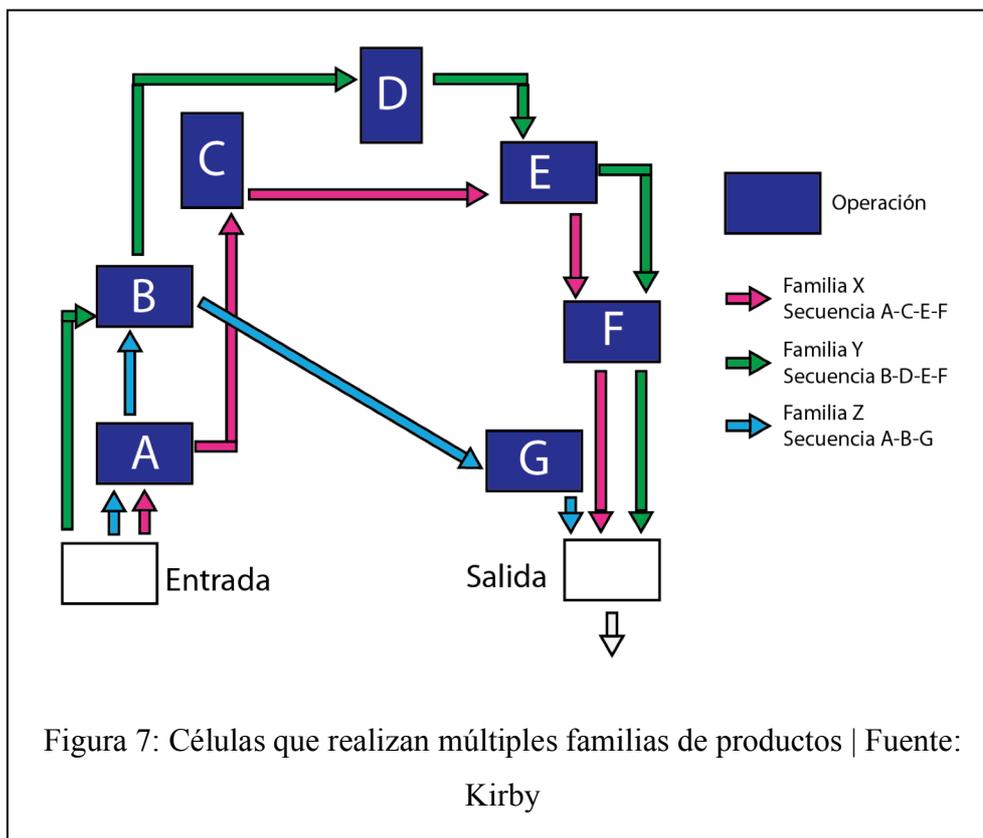
La desventaja es que hay mayor cantidad de movimiento y transporte, que se considera como desperdicio.

La otra desventaja es que se pierde productividad por no ser especialistas en ciertas etapas.

Células que realizan múltiples familias de productos

En este caso se aprovecha el mismo espacio físico para realizar más de una familia de productos. No todas las operaciones son aplicadas a todos los productos tal como se observa en la figura 7.

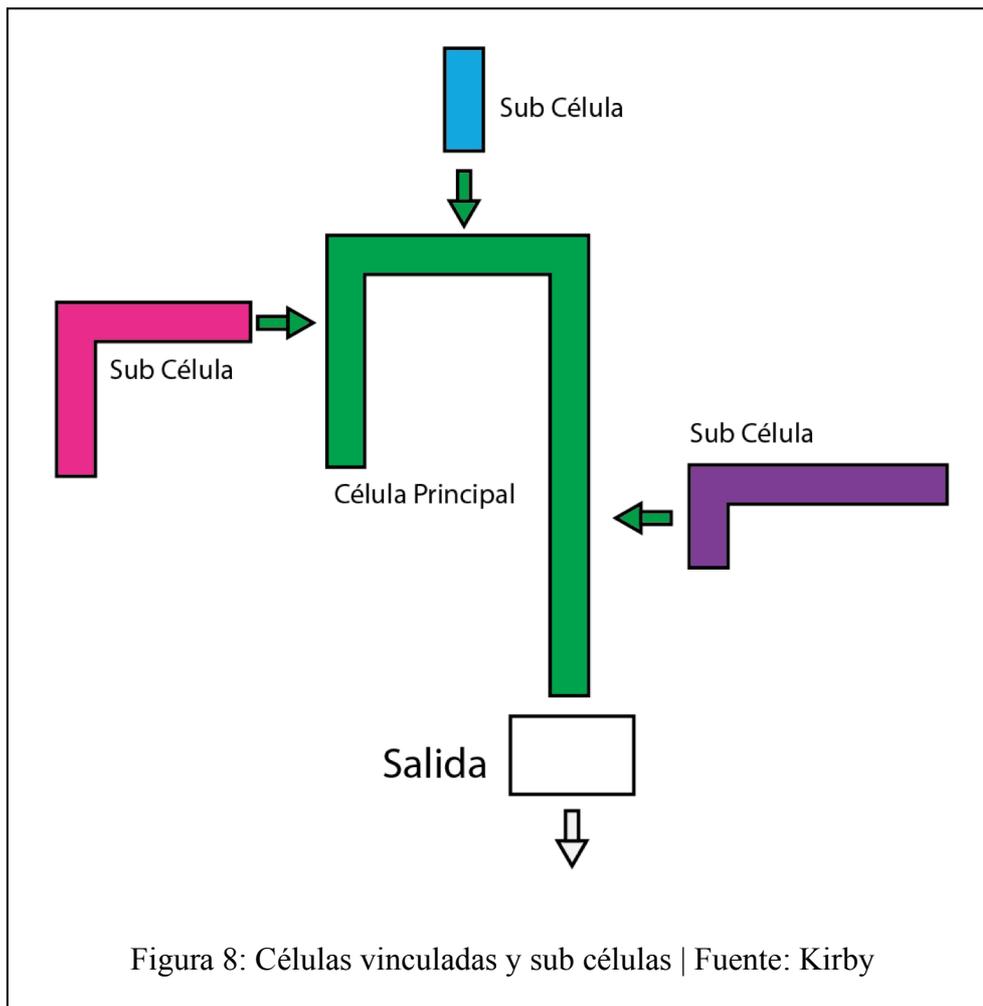
Es fundamental tener un layout que acompañe para que de igual manera se realice el circuito en forma de U.



Células vinculadas y sub células

Cuando es necesario ensamblar un producto de alto grado de complejidad, que requiere muchos pasos de fabricación, se puede hacer una sub célula que alimente la original.

Todas las operaciones se dividen en sub células que se encuentran vinculadas con la original de tal manera, que el ensamble final se coordina teniendo un buen flujo. El detalle se puede observar en la figura 8.

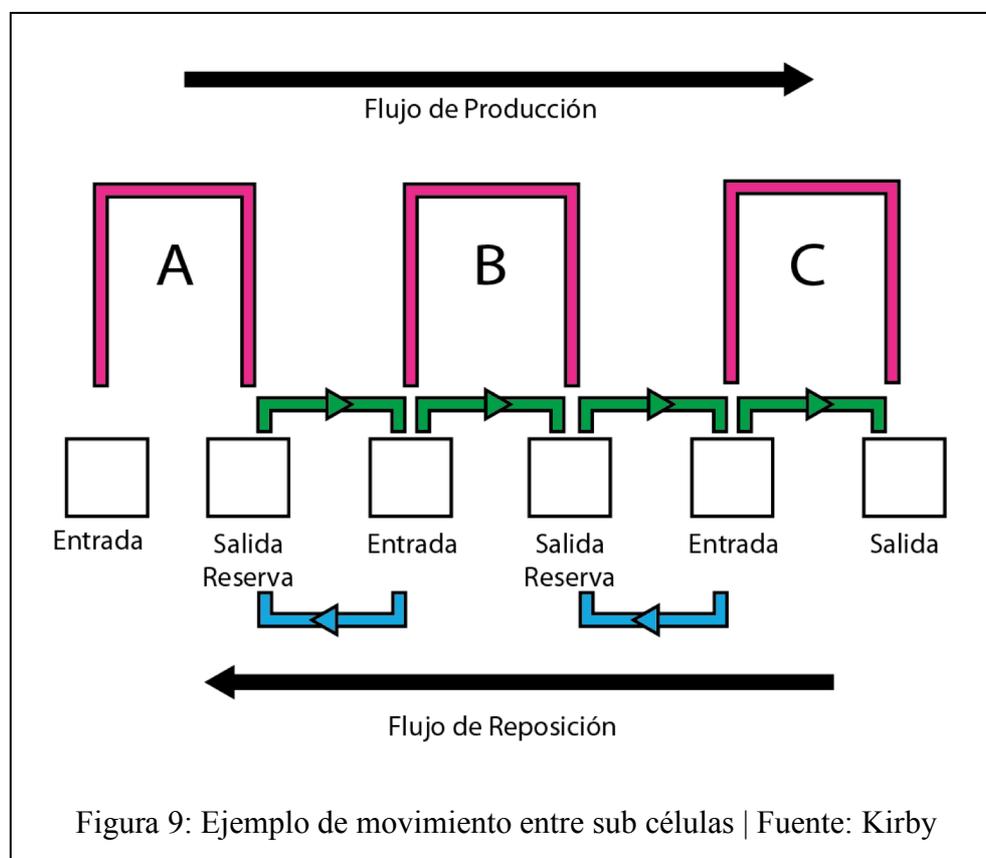


Los materiales se pueden mover entre las sub células y las células con transportes automatizados, alimentadores mecánicos o autoelevadores.

En este tipo de configuración, es altamente recomendable aplicar *Kanban* para la transferencia de materiales a la célula.

Se denomina *Kanban* a un sistema de control y programación sincronizada de la producción, basado en tarjetas, que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores; y estos comienzan a producir solo las piezas que se han retirado, sincronizando todo el flujo de materiales desde los proveedores hasta los talleres de la planta.⁷

En el siguiente ejemplo (figura 9), los productos se mueven entre las células en pequeños lotes utilizando señales que tiran los elementos de la célula (Pull).



Cuando el inventario de entrada (*In*) llega a un cierto nivel, se inicia la señal de *Pull*. En ese momento ese inventario pasa a la siguiente etapa de la producción, para continuar su camino a convertirse producto terminado.

⁷ Rajadell Carreras, M. and Sánchez García, J. (2010). *Lean manufacturing*. 1st ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, p.94.

Siempre se debe dejar un inventario mínimo entre células para que durante el tiempo de entrega de material hacia la etapa siguiente el sistema siga funcionando.

Este último sistema es el clásico sistema *Pull*, pero utiliza el nivel de inventario en los contenedores (*Buffer*) como señal para que se reponga el material nuevo.

Cada célula produce solo lo suficiente para que todo el sistema funcione al Takt time. El objetivo es cumplir con el ritmo de producción de toda la célula, no producir lo máximo de cada célula, porque va a devenir en exceso de inventario de producto semielaborado.

Por lo tanto es fundamental saber cuál es la célula que es cuello de botella para levantar sus restricciones, para aumentar el nivel de producción general.

Células en el contexto de planta

Hay dos formas básicas y conocidas de planificación en planta; una es mediante el MRP (Manufacturing Requirements Planning) y la otra JIT (Just in Time).

La elección de una forma u otra depende claramente del producto y el sistema de producción.

MRP: Manufacturing Requirements Planning

El objetivo del MRP es entregar el componente correcto en el momento exacto para cumplir con el plan.

Para hacer esto el MRP provee planes formales para cada componente, materia prima y producto terminado.

El enfoque dado por el MRP es el de que las ordenes de trabajo se van planificando según su fecha de entrega al cliente, y se basa en los lead times (tiempos de entrega) de cada componente del producto final y del tiempo de ensamble tanto de los subproductos como del producto final.

El objetivo del equipo de planificación es el de coordinar toda esta secuencia de órdenes para cumplir con el plan maestro.

Claramente para lograr esto se necesita una enorme cantidad de información que provee el ERP (Enterprise Resource Planning), que luego debe ser monitoreada por el equipo de planificación.

Con el sistema MRP lo que se busca es tener la mayor utilización de capacidad en cada centro de trabajo. Usualmente los lotes son relativamente grandes de cada componente por lo que deviene en gran volumen de inventarios de material en proceso.

Las órdenes de trabajo se abren como parte del sistema MRP y se cierran cuando el componente se entrega en el almacén de destino. Los problemas aparecen cuando se analizan los reportes de entrada y salida.

JIT: Just in time

El enfoque de Just in Time, es el de buscar el menor tiempo de flujo para todo el proceso. Esto quiere decir que el énfasis está en el producto final.

Las técnicas asociadas a las Células de trabajo van de la mano con JIT, donde la planificación detallada se consigue como parte de las tareas básicas de manufactura.

Se acompañan con tarjetas Kanban, pequeños contenedores, y otro tipo de señales que sirven para disparar la producción desde la célula.

El seguimiento se hace de los artículos finales.

JIT se utiliza mayormente para producción no repetitiva, donde las configuraciones de los productos se mueven dentro del proceso de manufactura con pequeños plazos de producción (lead times), donde la utilización de la capacidad es un resultado, no un objetivo.

CAPITULO 4: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS CÉLULAS DE TRABAJO

Ventajas

- **Se simplifica la programación y la comunicación:** El analista de Planificación y Control de la Producción se comunica directamente con el líder de célula o el supervisor de área, poniendo foco en el producto que fabrica esa célula coordinando la programación. De esta manera también se compromete al líder a cumplir con el compromiso asumido con el equipo de Planificación, lo que hace que mejore la precisión de la programación.
- **Se minimizan los inventarios entre procesos⁸:** El inventario en la célula está ajustado al *Takt time* por lo que no se produce en un sector de la célula mayor cantidad de lo necesario, porque genera un cuello de botella aguas arriba.
- **Aumenta la visibilidad, facilitando la resolución de problemas:** Cuando aparece una no conformidad⁹ en un proceso dentro de la célula, se vuelve visible inmediatamente debido a que el líder que está dentro de la misma alerta y se vuelve responsable de la resolución.
- **Se desarrolla el conocimiento sobre el producto:** Esto se debe a que los trabajadores son entrenados para entender el proceso total de la célula; no solo un sector puntual de la manufactura.
- **Aumenta el compromiso con la calidad:** Un trabajador que procesa un producto no conforme y lo hace pasar a la siguiente etapa, está comprometiendo

⁸ Vollmann (2005).

⁹ Según la norma ISO 9000:2005 una No Conformidad es un incumplimiento de un requisito del sistema, sea este especificado o no. Se conoce como requisito una necesidad o expectativa establecida, generalmente explícita u obligatoria.

la performance del trabajador que tiene en forma inmediata. En el caso de la producción continua, muchas veces el material no conforme es colocado en un almacén intermedio y es usado mucho tiempo después, lo que hace que el trabajador no vea un perjuicio en un compañero, por el hecho de procesar una pieza defectuosa.

- **Bajan los *Lead Times*:** El tiempo de entrega general disminuye debido a bajan los tiempos muertos entre procesos; disminuyen los tiempos de los procesos puntuales debido a las mejoras propuestas por el equipo observando los procesos previos y posteriores a cada tarea, y por último el descenso en los lead times se debe también a la mejor coordinación con planificación.
- **Los lotes son menores y ajustados a la demanda del consumidor.** Debido a que la célula está asociada a una planificación que *tira* desde el punto de vista del consumidor (planificación *Pull*) no se procesa producto que no tenga un cliente final asociado; o sea no se produce para alimentar la demanda de una máquina que viene a posteriori solo por el hecho de que no se quede parada. Aumenta la flexibilidad.

Desventajas

- **Maquinas sub utilizadas:** Muchas veces debido a que se necesita mucha flexibilidad en el proceso, se dejan en la célula maquinas que no están trabajando todas las horas que podrían. La célula no alimenta una máquina por el solo hecho de que tenga producción, por lo que se encuentran habitualmente máquinas trabajando solo en una porción del tiempo disponible.
- **Mayor tiempo de aprendizaje de los operarios:** A diferencia de un proceso continuo donde los operarios son especialistas en una máquina, en la célula los operarios deben de conocer más de un proceso. Por lo tanto esto genera mayores costos en capacitación, mayor cantidad de pérdidas de producto debido a errores en el proceso de aprendizaje.

- **Duplicación de procesos:** En las fábricas armadas con diferentes células se tienen procesos redundantes entre células. Lo que antes hacía una máquina con dos productos, ahora lo deben hacer dos máquinas una en cada célula.

CAPÍTULO 5: FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS CÉLULAS DE TRABAJO

En este capítulo se detallan los factores a tener en cuenta para lograr una exitosa implementación de las células de trabajo, poniendo foco en su capacidad, indicadores y factores humanos.

Capacidad variable

Es muy importante tener en cuenta el concepto de ancho de banda. El diseñar la célula para la capacidad justa, o un ancho de banda que este muy cerca de la producción promedio, no permitirá tener futuros crecimientos. Es más, en caso de tener un proceso que sea estacional, se debe de dejar espacio ocioso en el sector que sea necesario para poder hacer frente al aumento de la demanda en la temporada alta.

Se debe tener claro el objetivo para poder llevar la producción desde un escalón de salida (output) hacia el siguiente. Esta mayor capacidad probablemente redunde en tener aun más equipamiento subutilizado.¹⁰

El otro punto clave es tener en cuenta qué aumento de espacio físico se necesita en la temporada de mayor demanda, para el personal y los inventarios intermedios.

Usualmente las células tienen entre 5 y 7 personas. Tener células de más de 10 personas pueden tener un impacto negativo en el trabajo en equipo.

Elección de la medida de capacidad de la célula

La elección de la medida de la capacidad es clave para el manejo de la misma. Pueden ser horas-máquina, horas-hombre o medidas monetarias. Estas capacidades deben de ser planificadas, controladas y desarrolladas.

Las horas de mano de obra directa (MOD) cada vez se usan menos como medida de capacidad por las siguientes razones:¹¹

¹⁰ Vollmann (2005)

- La relación de la MOD con el total de horas es cada vez menor.
- La distinción entre MOD y Mano de obra indirecta tiene cada vez menos sentido.
- La capacidad para tomar y despedir gente es cada vez menor, por lo que no es tan fácil reducir o aumentar la capacidad de esta forma. En otras palabras, si medimos la capacidad en horas de mano de obra indirecta, reducir o aumentar la capacidad de la célula sería posible tomando o despidiendo gente, lo que con las dificultades del mercado actual, hacer que se vuelva una medida poco flexible.

Otra tendencia actual es la de tercerizar muchos procesos que antes se realizaban internamente (outsourcing) por lo que altera el concepto de capacidad necesaria para cumplir con el plan. Por lo tanto el análisis de capacidad en proveedores se vuelve un factor clave para analizar la capacidad en su conjunto. El otro punto clave es que hay que analizar también la capacidad en el departamento de planificación, abastecimiento e ingeniería.

Para el caso particular de las células de trabajo, usualmente la capacidad máxima está dada por la capacidad del cuello de botella de la célula. Por lo tanto se puede utilizar la medida del cuello de botella para analizar la capacidad de la célula

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, una tarea fundamental es la de identificar los ítems que son críticos para la célula y con abastecimiento restringido. No es eficiente controlar todos los recursos, por eso lo que siempre hay que tener controlados son los cuellos de botella.

La siguiente tarea es la de definir la unidad de medida. Como fue mencionado anteriormente pueden ser Horas-Hombre, toneladas, litros, cantidad de unidades, horas-maquina, metros, llamadas de clientes, líneas de código etc.

Muchas veces se puede tomar también una unidad equivalente, para poder alocar el producto cuando hay mucha variedad o muchos recursos.

¹¹ Vollmann (2005)

Sector de inspección

Dentro de la célula debe existir un sector de inspección. Es una manera física de mostrar la mejora continua (Kaizen). Habitualmente las estaciones de inspección de calidad llevan mucho espacio en la célula que debe ser tenido en cuenta. Este espacio se podría haber utilizado para producción, por lo que de alguna manera esta agregando valor al producto final.

Si aparecen productos defectuosos en el sistema de producción, no solo hay que analizar las causas raíz del problema, sino también aumentar el volumen de producción para que el output de la célula no descienda.

Toda esta pérdida debe ser siempre eliminada.

Mostrar los resultados de la célula

Es fundamental y está dentro de los principios de Lean Manufacturing el mostrar los resultados de la célula. Dependiendo del volumen de trabajo y del Takt time los resultados pueden mostrarse cada hora, cada día o semanales.

Cada resultado se debe colocar con el objetivo de la célula, y marcar no solo el porcentaje de desvío sino cuales fueron las razones principales de la baja en el resultado. También se deben colocar los planes con las acciones correctivas para que toda la planta esté al tanto de en que se está trabajando.

Habitualmente las acciones correctivas salen de la reunión semanal de performance de célula o de los grupos de mejora continua (Kaizen).

Es fundamental recordar que los objetivos de la célula tienen que estar vinculados con los objetivos del CEO: *hoshin kanri*¹².

Hoshin Kanri también llamada el despliegue de la política de la empresa, es un método para asegurarse de que las metas estratégicas de la empresa lleguen a todos los niveles

¹² Kesterson (2015).

de la compañía. Busca eliminar el desperdicio que aparece por tener una dirección inconsistente y un mala comunicación a todos los niveles.

Comunicar y trabajar los resultados hacia fuera

Es fundamental en el proceso trabajar en la comunicación hacia fuera de la célula, debido a que gran parte del equipo va a ser escéptica a los cambios generados por la implementación de la célula Si la búsqueda es extrapolar esta nueva forma de trabajo al resto del equipo es clave mostrar los resultados hacia fuera.

Para esto se recomienda el trabajo con el equipo de comunicaciones de la empresa para utilizar la mayor cantidad de herramientas que se encuentren al alcance.

Inteligencia emocional y las células de trabajo

Pasar de un sistema de producción clásico al de células es un cambio que está basado en la personas. Desde la dirección operativa hasta los operarios.

Para esto hay que sacar a la gente de su zona de confort. Para que se pueda mejorar, seguir aprendiendo y cambiar se deben de cumplir los tres siguientes pasos¹³:

CREER (Que se puede)
QUERER (Hacerlo)
PRACTICAR, PRACTICAR Y PRACTICAR.

Por lo tanto es fundamental elegir a las personas que crean y que quieran realizar el cambio.

La edad de las personas no es un valor para la decisión de sumarlos al equipo núcleo de implementación.

¹³ Bachrach (2016).

El concepto subyacente es que existen dos tipos de personas: las que tienen Fixed Mindset y las Growth Mindset.¹⁴

Fixed Mindset	Growth Mindset
TENGO QUE SER BUENO	MEJORA
No podemos cambiar	Podemos Cambiar
El esfuerzo no ayuda	El esfuerzo es central
El feedback es peligroso	Feedback es central
Los objetivos difíciles son malos	Los objetivos difíciles son buenos
El éxito de los otros es un problema	El éxito de otros es una oportunidad de aprender

Por lo tanto para las primeras implementaciones es bueno identificar a las diferentes personas para que el cambio sea efectivo, e incluirlos en la implementación de las células de trabajo.

¹⁴ Bachrach (2016)

CAPITULO 6: PASOS PARA EL DISEÑO DEL PROCESO CELULAR

Para diseñar la célula de trabajo y que sea efectiva se recomienda seguir con una serie de pasos para que el proceso de implementación sea exitoso. La secuencia de los pasos es la siguiente:

Pasos para el diseño de la célula de trabajo	
Paso 1: Agrupar productos.	Es el paso principal y está asociado a la alineación entre la estrategia empresarial y los productos que van a participar de la célula. Se evalúa tanto el entorno externo como el interno. Luego los lineamientos estratégicos y los planes de transformación.
Paso 2: Establecer el Takt Time	El Takt time es el ritmo productivo de la célula, pero está vinculado a la demanda del cliente.
Paso 3: Secuencia de trabajo	División de las tareas en diferentes secuencias, para luego armar el nuevo diseño de trabajo
Paso 4: Layout de la célula	La distribución en el espacio físico y la selección dentro de las diferentes tipologías de célula, es el paso final

En este capítulo se van a desarrollar las herramientas utilizadas en cada paso del cuadro anterior.

Paso 1: Agrupar los productos

Este punto es el más importante del diseño y es el que debe de tomar más tiempo de análisis.

El análisis debe de considerar tanto el mercado como el proceso de fabricación.

El mercado es clave, porque es necesario proyectar su capacidad y la combinación de productos a producir para que exista un buen balance. Si bien la célula da mayor flexibilidad, es muy importante que la selección sea armónica.

Alineación de los productos de la célula con la estrategia empresarial

Se deben de poner sobre la mesa todos los productos que produce la empresa y analizar las combinaciones de los mismos para armar la célula, pero vistos desde el punto de vista de la estrategia empresarial. Esto implica un análisis tanto de la situación externa (de mercado) como interna a la empresa.

Como metodología de trabajo es recomendable seguir un modelo de planificación estratégica como el de la figura 10.¹⁵

Comienza con el punto 1 que

es la Evaluación del entorno Externo, el punto 2 es la evaluación de la situación interna,

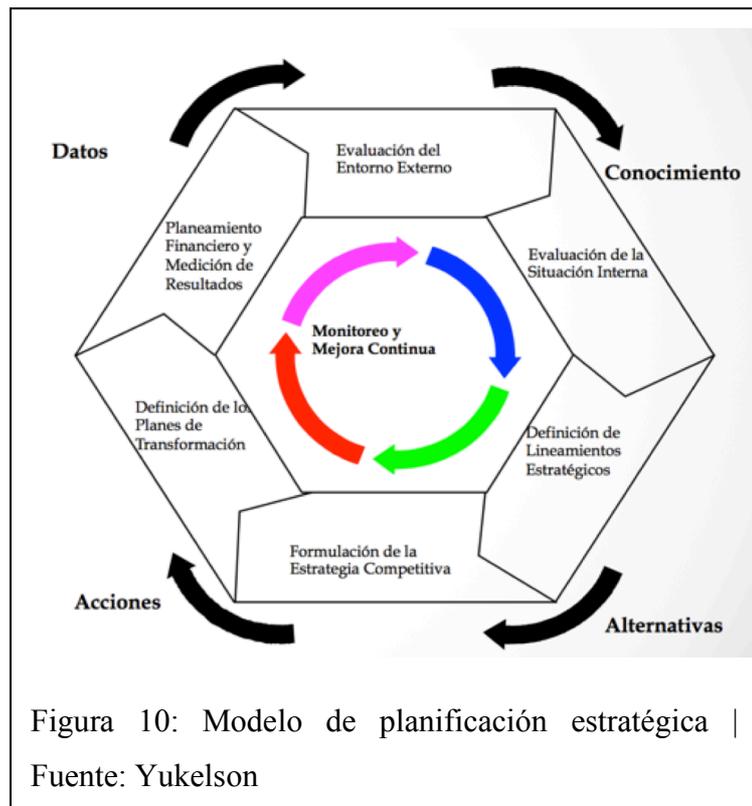


Figura 10: Modelo de planificación estratégica | Fuente: Yukelson

¹⁵ Yukelson (2016).

el punto 3 es la definición de los lineamientos estratégicos y el punto 4 es la formulación de la estrategia competitiva.

Los puntos 5 y 6 refieren a la definición de planes de transformación y al planeamiento y medición de resultados. Es la ejecución y medición de lo planteado en profundidad en los primeros 4 puntos, por lo que son pasos de implementación.

Para analizar la situación actual es fundamental comprometer la participación de la máxima dirección estratégica y la gerencia comercial.

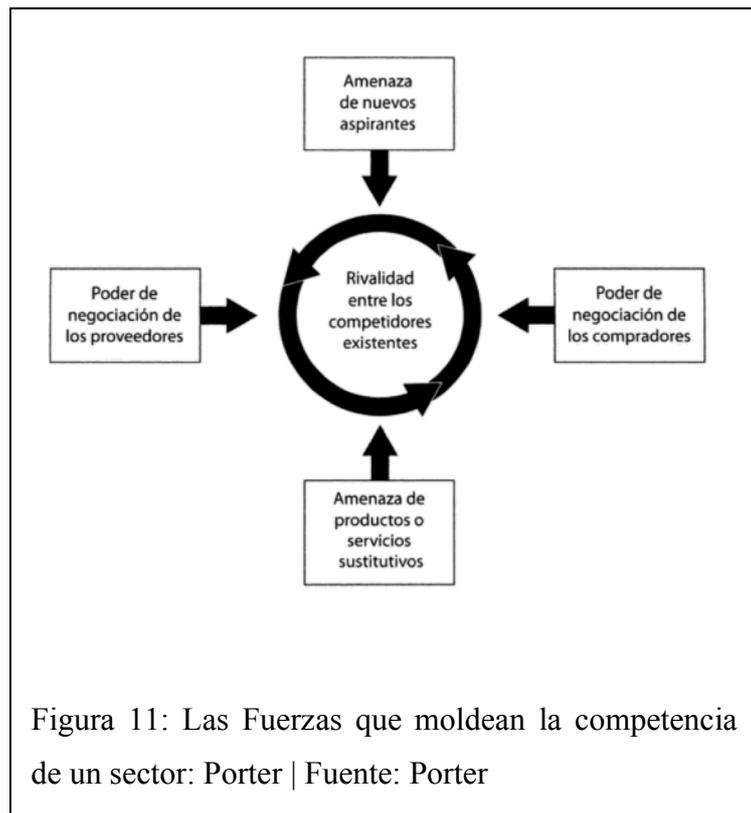
Evaluación del entorno externo

La herramienta más usada para analizar el entorno externo es el esquema de **fuerzas de Porter**.¹⁶

En ella se analizan los potenciales entrantes, el poder de los clientes, los productos sustitutos y el poder de los proveedores.

Estas cuatro fuerzas se encuadran también por su nivel de intensidad (alta, moderada y baja) y la tendencia a futuro (creciente o decreciente). Ver figuras 11 y 12.

Es muy importante entender que el análisis de



Fuerzas de Porter analiza una industria. No analiza producto por producto. Por lo que si todos los productos que fabrica la empresa son de la misma industria con un solo estudio de Fuerzas de Porter es suficiente.

¹⁶ Porter (2009).

Fuerza		Pregunta	Factores que aumentan la intensidad competitiva
1	Rivalidad competitiva	Cómo reaccionaría un competidor una iniciativa de aumentar las ventas por parte de algún participante?	<ul style="list-style-type: none"> • Muchos competidores de igual tamaño • Bajo crecimiento de la industria • Productos no diferenciados (commodities) • Altos costos fijos • Productos perecederos • Sobrecapacidad en la industria
2	Potenciales Entrantes	Cuán fácil es para un nuevo jugador entrar a la industria y tomar una participación del mercado?	<ul style="list-style-type: none"> • Pocas economías de escala • Poco capital necesario para competir • Fácil acceso a canales de distribución
3	Clientes	Cuán fácil es para los clientes cambiar de proveedores?	<ul style="list-style-type: none"> • Productos no diferenciados • Productos no importante en el proceso productivo del cliente • Clientes pueden "integrarse hacia atrás"
4	Proveedores	Cuán dependiente es la organización de sus proveedores?	<ul style="list-style-type: none"> • Pocos proveedores dominan la industria • Los productos son únicos, muy diferenciados o poseen un alto costo de cambio
5	Productos Sustitutos	Se pueden reemplazar los productos por otros similares?	<ul style="list-style-type: none"> • Productos sustitutos similares, se hacen a menor costo o bien son más convenientes

Figura 12: Las Fuerzas de Porter y los factores que aumentan la intensidad competitiva. Fuente: Yukelson.

Mas allá de las fuerzas de Porter, se puede hacer un análisis del **ciclo de vida de la industria**, para entender en que fase se encuentra la misma. Ver figuras 13 y 14.

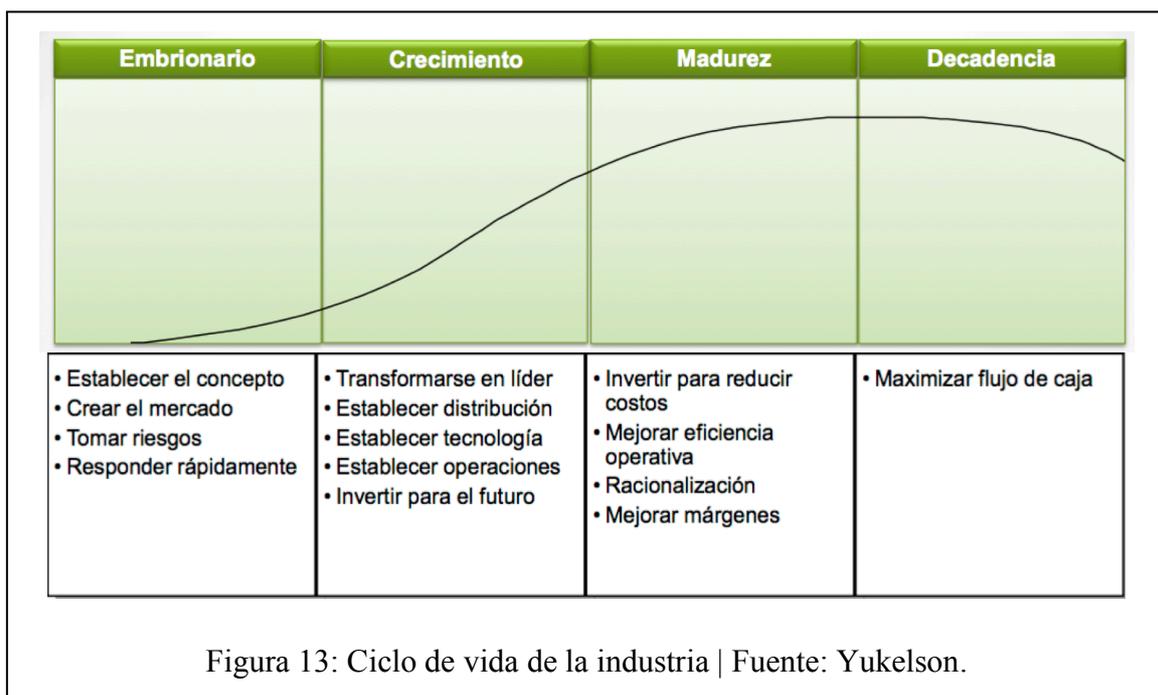


Figura 13: Ciclo de vida de la industria | Fuente: Yukelson.

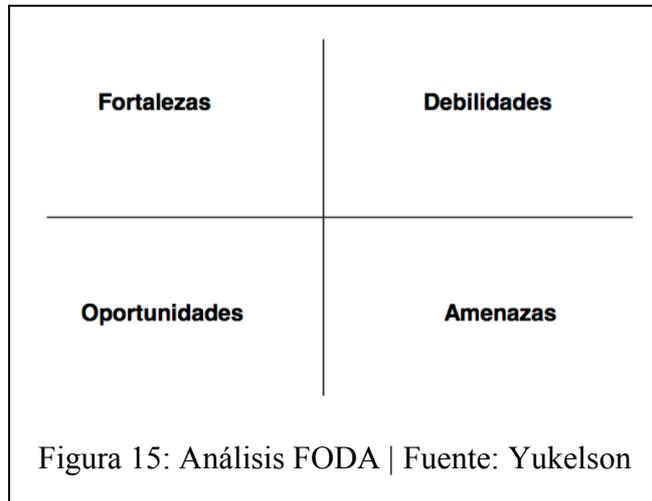
La madurez industrial permite identificar algunos patrones comunes para cada estadio.

Indicadores	Embrionaria	Crecimiento	Madurez	Decadencia
Tasa de crecimiento	En aumento	>PBI	<PBI	<0
Potencial de crecimiento	Desconocida	Incierta >> Volumen actual	Bien conocida > Volumen actual	Bien conocida <Volumen actual
Líneas de productos	Básica	Proliferación	Renovación	Reducción
Rol de la tecnología	Desarrollo de concepto Ingeniería de Producto	Refinamiento y extensión de la línea de producto	Evolución de procesos y materiales. Renovación de línea de producto	Desarrollo de procesos y reducción de costos
Número de competidores	En aumento	Convulsión	Estable	En declive
Estabilidad de participación de mercado	Volátil	Concentración progresiva	Pelea de los líderes. Pelea en precios	Concentrada
Barreras de entrada	Baja	En aumento	Alta	Alta
Lealtad de los clientes	Poca o ninguna	Alta	Alta	Alta y estable
Lealtad de los proveedores	Poca o ninguna	Alta	Alta	Alta y estable
Importancia del costo	Poca	En aumento	Alta	Alta

Figura 14: Ciclo de vida de la industria: Patrones de comportamiento | Fuente: Yukelson

Evaluación de la situación interna

La herramienta mayormente utilizada para este tipo de evaluaciones es el FODA. En la figura 15 se puede ver el esquema gráfico de la herramienta.



- En el análisis se marcan las Fortalezas y Debilidades (internas), las Oportunidades y Amenazas (del mercado).
- Siempre se deben de poner las características distintivas que diferencian a la empresa de su competencia.
- Debe ser basado sobre hechos y respaldado por indicadores.
- Pocos puntos importantes ven lugar de poner una lista larga.
- Ser sincero

Otra herramienta clave para analizar la situación interna es el análisis de **Cadena de Valor**.

Para realizar este análisis se deben de seleccionar las actividades clave de la empresa.

Dentro de esas actividades se marcan las acciones clave y los límites de cada operación para que queden claras las responsabilidades de cada sector.

Se define la necesidad del cliente a la hora de comprar el producto.

Por último se deben detallar los factores clave de éxito (KSF) y mediante diagramas tipo reloj se compara a la empresa contra la competencia principal del mercado.

Definición de lineamientos estratégicos

Para la definición de lineamientos estratégicos es bueno utilizar una matriz **Mercado – Producto**.

En la figura 16 se puede ver el esquema gráfico de la herramienta.

Este paso es muy importante porque se puede aprovechar el armado de una nueva célula para incursionar con un nuevo producto.



Figura 16: Matriz Mercado Producto |

Fuente: Yukelson

La otra matriz extremadamente didáctica para la definición de los lineamientos estratégicos es la de **Atractividad y Posición Competitiva**.¹⁷ Un esquema de la matriz se puede observar en la figura 17.

Esta matriz tiene por un lado el tipo de producto y por el otro la Atractividad y la Posición competitiva. En los productos se colocan los productos

Productos	Atractividad	Posición competitiva
Producto A		
Producto B		
Producto C		

Figura 17: Matriz Atractividad Vs Posición Competitiva
| Fuente: Yukelson

actuales o nuevos productos que hayan surgido del análisis de la matriz de Mercado-Producto.

Luego de armar la matriz se puede graficar el resultado colocando en el eje de las x la Posición Competitiva y en el de las y la Atractividad, tal como se ve en la figura 18.

De esa forma se puede analizar cual producto hay que Desinvertir, Desarrollar y Optimizar. Este resultado es clave para seleccionar por donde comenzar las células.

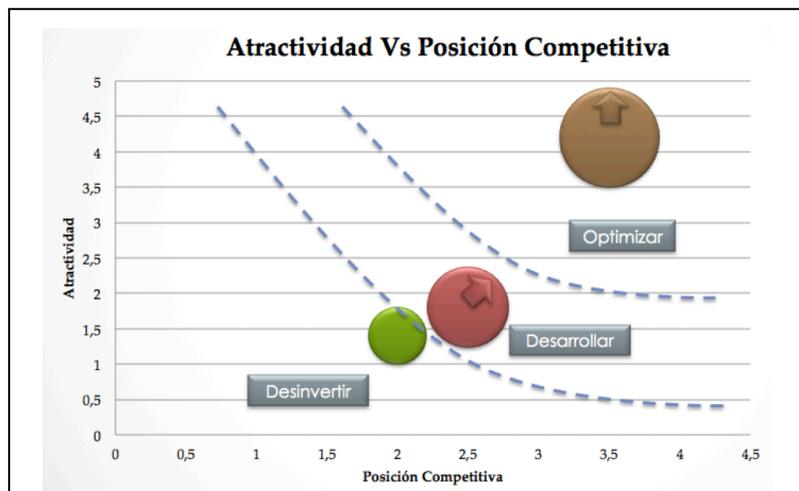


Figura 18: Gráfico Atractividad Vs Posición Competitiva |
Fuente: Yukelson

¹⁷ Yukelson (2016).

Formulación de la estrategia competitiva

Para la formulación de la estrategia competitiva son clave los siguientes cuatro puntos:

- Segmentación del Mercado
- Seleccionar los segmentos objetivo
- Definición de la ventaja competitiva sostenible.
- Estrategia de Marketing

La segmentación es muy importante porque hay que encontrar las ventajas de cada segmento objetivo. Es clave la búsqueda de la ventaja competitiva tanto en costo como en diferenciación.

Lo importante es buscar quien tiene la función clave en cada caso: La Operación o Marketing. Por lo tanto se vuelve un aspecto muy importante a la hora de seleccionar que célula realizar y que estrategia hacia el mercado tomar desde el punto de vista del marketing.

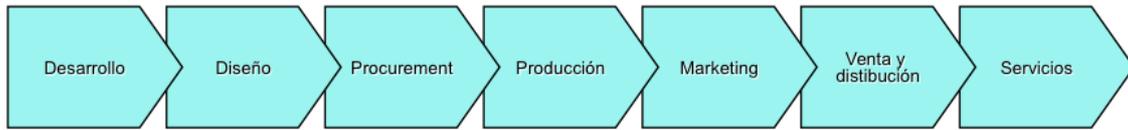
Por último es fundamental la estrategia de Marketing para buscar la diferenciación con la competencia de forma orgánica.

Definición de los planes de transformación

Para la definición concreta del plan de transformación que implica realizar una célula de trabajo se deben de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Recursos necesarios
- Diferencias entre el marco teórico y la práctica
- Resultados esperados y timing
- Fases intermedios.
- Riesgos primarios.

Los aspectos mencionados anteriormente se deben de segmentar en las siguientes funciones:



Luego se debe realizar un plan de acción para cada sector y se debe de analizar la compatibilidad entre los planes de los sectores y armar un plan de seguimiento.

Planeamiento financiero y medición de resultados

El planeamiento financiero es fundamental debido a que las células requieren una inversión en Capex (inversiones de capital) y en Opex (gasto operativo).

El objetivo es el de poder realizar un Estado de Resultados financiero de la célula para poder medir como se está comportando y como aporta al resultado general de la empresa.

El desafío esta en el prorrateo de los gastos fijos y variables tanto sean directos como indirectos de los productos asociados a la célula. Un esquema básico de seguimiento se puede ver en la figura 19.

Indicadores Clave	Año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos (\$)												
Costos (\$)												
Margen Bruto (%)												
Costos Fijos (\$)												
Resultados Operativos (\$)												
Inversiones (\$)												
Flujo de Caja Neto (\$)												
Depreciación (\$)												
ROS (%)												
ROI (%)												

Figura 19: Tabla de Planeamiento Financiero y Medición de resultados | Fuente: Yukelson

Más allá de los aspectos *soft* asociados a la creación de una célula, como puede ser la mejora en la colaboración, el ambiente laboral y la coordinación, para que el proyecto sea viable a futuro el ROI (Retorno de la inversión) debe ser positivo. Por lo tanto se debe realizar un gran esfuerzo para poder hacer un Estado de Resultados preciso y de fácil seguimiento. En la figura 19 se observa un ejemplo de una tabla de seguimiento.

Paso 2: Establecer el Takt Time

El siguiente paso luego de la definición de que producto realizar en la célula, es establecer el Takt time. Es una palabra de origen alemán que hace referencia al ritmo de una composición musical. Así como en una canción todos los músicos deben tocar al mismo pulso, en una célula de trabajo sucede lo mismo. Como en una orquesta, en una célula todos los trabajos deben ir sincronizados para que no aparezca el caos.

Para aclarar y no llevar a confusión en el cuadro siguiente se definen los indicadores de control¹⁸:

<p>Tasa de Producción (<i>Throughput</i>):</p> <p>Es la tasa efectiva a la que un proceso (sistema, área de trabajo, máquina) produce bienes o servicios.</p> <p>Siempre es menor o igual a la capacidad.</p>
<p>Tiempo de Flujo (Flow time, Throughput time):</p> <p>Tiempo que pasa una orden de trabajo, en una actividad o en el sistema entero.</p> <p>Ejemplo: en una línea de ensamblaje de automóviles cada minuto sale un auto.</p>
<p>Tiempo de Ciclo Efectivo (Effective Takt-time, effective cycle time):</p> <p>Tiempo efectivo que transcurre entre que se completan dos unidades consecutivas.</p> <p>Ejemplo: en una línea de ensamblaje de automóviles, cada unidad tarda 70 horas.</p> <p>Tiempo de ciclo efectivo = $1/\text{throughput}$</p>
<p>Takt Time:</p> <p>Es el mínimo tiempo necesario entre que se termina una unidad, y se termina la siguiente para cumplir con la demanda externa.</p> <p>El Takt Time está vinculado con la necesidad del cliente.</p>

¹⁸ Vulcano (2015).

Muchas veces se confunden el tiempo de ciclo con el Takt time. El tiempo de ciclo es el tiempo real de que toma ejecutar una tarea. El Takt time vincula la demanda del cliente con el tiempo disponible para la producción.

El Takt time es el máximo tiempo aceptable para cumplir con la demanda del cliente. Es la velocidad con la que el producto necesita ser producido para que pueda satisfacer las necesidades del cliente.

Tampoco hay que confundir el tiempo de ciclo con el *Lead Time*. El tiempo de ciclo mide desde que empieza el hasta que se termine la producción. El lead time es todo el tiempo de entrega del producto. Por ejemplo, si recibo una orden de compra de un cliente y recién entra en producción 4 días después y el tiempo de ciclo son dos días, el Lead Time son 6 días.

Ejemplo:

El mercado demanda 50 unidades de un producto que fabrico en la célula por día. La célula trabaja en dos turnos de 8 horas cada uno con media hora de descanso.

Tengo disponibles 900 minutos diarios (7,5x2 horas).

$$\text{Takt Time} = \frac{900 \text{ minutos}}{50 \text{ unidades}} = 18 \text{ min/unidad}$$

Paso 3: Secuencia de trabajo

Lo primero que hay que hacer es dividir las tareas en diferentes secuencias. Ver ejemplo de secuencias de trabajo en la figura 20. Poner foco en las secuencias de trabajo es esencial para el desarrollo de la célula y es parte del pensamiento de Lean Manufacturing. Las secuencias de trabajo ponen foco en los trabajadores de producción, no en las partes. Se deben instruir a los empleados para que sepan su tarea a fondo.¹⁹

Los empleados son la fuerza que maneja el proceso; ingeniería y calidad son consultados para realizar el proceso.

El trabajo debe de ser estandarizado y debe usar controles visuales. Las secuencias deben ser definidas primeramente por imágenes. Si se hace bien, el proceso puede ser seguido con las imágenes por alguien que no sea especialista.

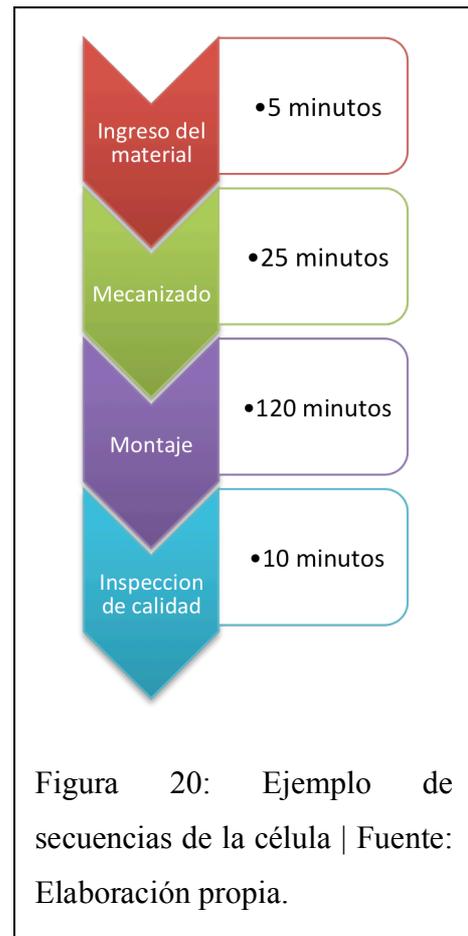
Las secuencias deben de ser controladas y auditadas para asegurar que se estén cumpliendo los parámetros asociados a la ingeniería y calidad.

Medición del tiempo

Si bien hay que enfocarse en el nivel general de performance del sistema, entender y medir los tiempos de cada ciclo es clave para eliminar los tiempos que no agregan valor al proceso y es esencial para la eliminación de desperdicio.

Todos los trabajadores deben de tener aproximadamente igual cantidad de tarea, sino la productividad se va a ver afectada.

También es importante medir los tiempos individuales, ya que siempre debemos de cumplir con el Takt time, porque sino comienzan los atrasos con el cliente.



¹⁹ Krichbaum (2008).

Si el tiempo de ciclo de la célula es menor al Takt time va a resultar en sobreproducción o en una reducción de eficiencia.

También es fundamental saber los tiempos de cada proceso y los tiempos de cambio de formato para poder hacer un buen balanceo de la línea de trabajo.

Por lo tanto la herramienta fundamental es el control de tiempo de cada operación de la célula.

Es importante diferenciar la medición de tiempos tradicional y la asociada a Lean Manufacturing:

- En *Lean* se busca optimizar la célula y bajar el tiempo total del proceso. En la manufactura tradicional se busca establecer un estándar, pero con la mejora continua ese estándar va cambiando todo el tiempo volviéndolo obsoleto.
- El sistema *Lean* busca que los operarios observen sus tiempos. No los supervisores u otra persona externa que venga a juzgar su trabajo o a decirles como hacer su trabajo.
- En *Lean*, se estudian los procesos, no las personas haciendo su trabajo.

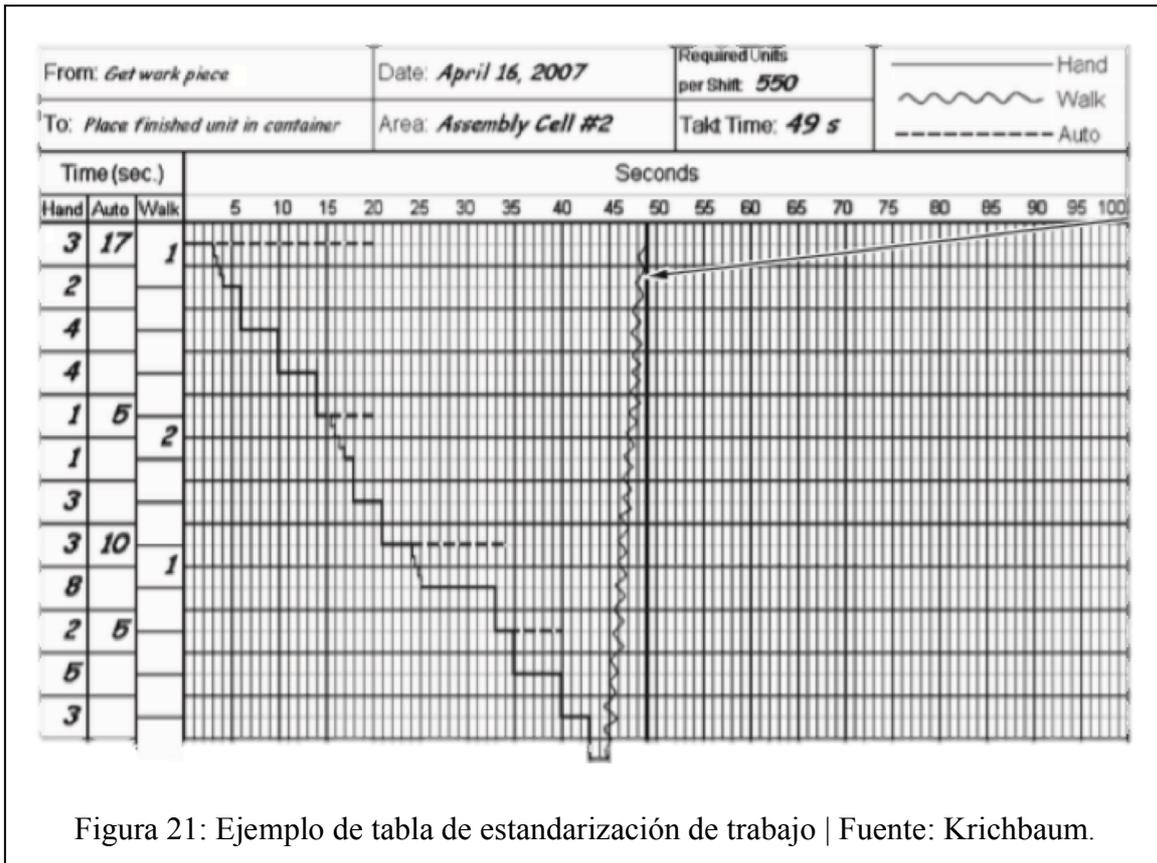
Tabla de estandarización del trabajo

Una herramienta muy útil para el seguimiento de los procesos y medición de tiempos es la tabla de estandarización del trabajo. Ver figura 21.

La tabla muestra el tiempo de trabajo manual, los movimientos (o las operaciones que no agregan valor), y el trabajo de la maquinaria para cada operación.

Es una representación gráfica del proceso que sirve para el control visual, donde se enfatizan las secuencias de operación.

Se diferencia de la tabla con las instrucciones de trabajo ya que no aparece ninguna metodología de cómo realizar el proceso.



Usualmente el trabajo manual se coloca con una línea sólida, el trabajo de máquina con línea punteada y los movimientos o el tiempo que no se agrega valor en rojo. También con una línea solid vertical del lado derecho aparece el Takt time.

Si bien el objetivo final de la herramienta es el de confirmar que se esté trabajando en el tiempo previamente estandarizado, se usa también para identificar desperdicios ya sea en movimientos, tiempos de espera y sobrecarga del sistema.

Clasificación de operaciones: Valor agregado y necesidad

Luego de analizar y discriminar todas las tareas asociadas a la célula, el paso siguiente es clasificar las tareas en las que tienen valor agregado para el cliente y las que no.

Las actividades con valor agregado en su forma más simple y directa son aquellas actividades dentro de un proceso que el cliente está dispuesto a pagar.

Estas actividades transforman o cambian el producto.

Por el contrario, aquellas actividades que se ejecutan como parte del proceso o en la elaboración del producto pero no contribuyen directamente al producto son consideradas actividades que no agregan ningún valor.

De igual manera existen actividades que claramente no agregan valor, pero son necesarias realizar, como por ejemplo el transporte de la materia prima al centro de trabajo. Estas actividades hay que minimizarlas.

Para tomar una acción con las actividades, se puede utilizar el siguiente cuadro:

		Agrega Valor	
		Si	No
Necesaria	Si	Mejorar	Minimizar
	No	-Transferir - Vender al cliente	Eliminar

Ejemplos de cada uno de los cuadrantes:

- Es necesario y Agrega Valor: Montaje del producto → Mejorar
- Es necesario y No Agrega Valor: Transporte → Reducir
- No es necesario y Agrega Valor: Nuevo empaque → Vender
- No es necesario y No agrega Valor: No conformidades de calidad → Eliminar

En términos de Lean Manufacturing todas las actividades que no agregan valor son desperdicios.

Existe un concepto dentro de *Lean* que es *Hosihin*.²⁰ Se define como el conjunto de actividades que buscan la eliminación sistemática del despilfarro. La idea de Hoshin es la de aplicar soluciones de inmediato en el puesto de trabajo y buscando la eliminación de las causas raíz. Uno de los puntos clave es sumar a los operarios en la búsqueda de las propuestas.

²⁰ Rajadell Carreras and Sánchez García (2010).

Algunas recomendaciones para tener una operación Hoshin:

- Tener la apertura mental para encontrar soluciones no estereotipadas.
- Tratar inmediatamente y buscando la causa raíz de las situaciones que no agregan valor.
- Incentivar las reuniones de calidad que buscan la eliminación de los desperdicios.
- Implementar elementos de control visual.
- Entregar la responsabilidad a los operarios y líderes directos.

Otro punto clave es el de clasificar correctamente las actividades que no agregan valor o los desperdicios. En términos de Lean Manufacturing, los desperdicios se pueden clasificar en 8²¹, tal como se ve en la figura 22:

Transporte:

Refiere a los movimientos innecesarios tanto de producto terminado como en proceso; y papeleo asociado a la producción.

Inventario:

Exceso de productos y de materia prima que no es procesado.

Movimiento:

Movimientos innecesarios de gente y documentos dentro de la planta.



²¹ Rajadell Carreras and Sánchez García (2010).

Mala Calidad:

El desperdicio esta asociado a los retrabajos, scrap y perdida o mala información.

Sobreproceso:

Mas trabajo o mayor calidad de la que solicitó el cliente.

Sobreproducción:

Producción que es mas de los necesario o que se realizó antes de lo previsto.

Espera:

El tiempo perdido esperando a la siguiente etapa del proceso.

Talento:

Refiere a la subutilización del conocimiento, talento o fortalezas de una persona

Paso 4: Layout de la célula

El layout de la célula define el estándar ya que el equipo hace referencia al mismo desde la organización hasta para la limpieza.

El tipo de célula se debe de seleccionar dentro de las opciones comentadas en la sección *Diferentes tipos de Células*.

Así como existen controles de calidad y tiempos de procesos, también debe existir un control del layout para asegurar que se mantenga tal cual fue diseñado.

Es muy importante poner absolutamente todo con su ubicación detallada. Esto incluye mesas de ensamble, herramientas, máquinas, estanterías, pallets y zona de producto terminado. En caso de que exista un área con material contaminado también debe de mostrarse en el layout.

Ejemplo

Se parte de la suposición de que luego del análisis del Paso 1 se selecciona para la célula el producto A.

La necesidad del mercado son 240 unidades diarias.

Para ello se construye una célula donde trabajaran 5 personas en un turno con un descanso de 30 minutos.

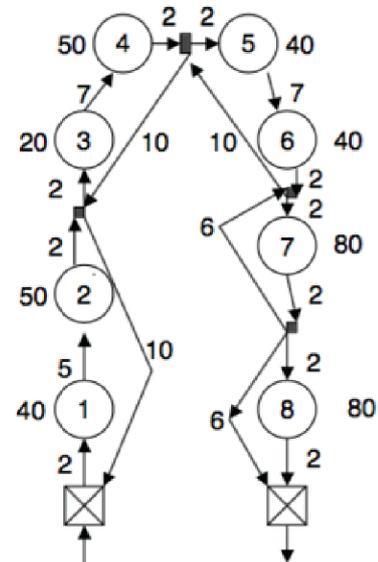
El trabajador 1 opera las estaciones 1 y 2, el 2 opera las estaciones 3 y 4, el 3 opera las 5 y 6, el 4 la 7 y el 5 la 8.

Solución:

Tengo disponibles 27.000 segundos diarios (7,5 horas) para producir

$$\text{Takt Time} = \frac{27.000 \text{ seg}}{240 \text{ unidades}} = 113 \text{ seg/unidad}$$

En el grafico se detallan los tiempos de proceso y los tiempos que tardan los operarios en pasar el material de una estación a la otra. También se detallan los tiempos que tardan en volver a su posición inicial.



Operario	Estación	Tiempo de Operación	Tiempo de transporte	Tiempo total
1	1 y 2	90	19	109
2	3 y 4	70	21	91
3	5 y 6	80	21	101
4	7	80	10	90
5	8	80	10	90

Como se puede ver en el resumen el cuello de botella se da en las estaciones 1 y 2. Por lo tanto el tiempo de ciclo es 109 segundos.

$$TC = 109 \frac{s}{Un}$$

El tiempo de ciclo es menor que el Takt time, por lo que estamos cumpliendo con la necesidad del mercado.

El tiempo disponible son 27.000 segundos por día.

$$\text{Capacidad de la celula} = \frac{27.000 \text{ s/dia}}{109 \text{ s/Un}} = 248 \text{ Un/dia}$$

El otro punto interesante para analizar es el tiempo que se espera en las estaciones que no son cuello de botella:

Si sumamos todos los tiempos de espera desde la estación 3 en adelante el total son 64 segundos por unidad de las 248 unidades que se pueden fabricar por día.

Operario	Estación	Tiempo de espera
1	1 y 2	0
2	3 y 4	18
3	5 y 6	8
4	7	19
5	8	19
		64

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El objetivo de esta sección es detallar el trabajo de campo, y explicar la metodología de trabajo.

La metodología de investigación sigue el mismo orden que el marco teórico, y se analizan y seleccionan las opciones propuestas en el mismo.

El planteamiento de la investigación es explicativo y experimental, y fue utilizado un caso de estudio donde se implementó una célula de trabajo desde cero.

En este caso de estudio se profundizó sobre cada aspecto de la implementación y se puso foco en el análisis de los resultados, para poder comprender si el colocar una célula de trabajo en el proceso productivo de una PYME metalmecánica produce o no una mejora en el proceso, la productividad y el cumplimiento de los plazos de entrega.

Lo que se busca es tener una investigación directa más que exploratoria, ya que las hipótesis son concretas y los resultados son numéricos.

Como instrumento para la investigación, se tomaron los resultados históricos sobre las entregas a clientes, o sea, previos a la implementación de las células de trabajo. Además, se tomaron los datos posteriores a la implementación. Para el análisis del mercado, se realizaron diferentes reuniones con los líderes de la empresa, donde cada uno fue detallando su visión de la situación tanto interna como externa a la misma.

En los capítulos subsiguientes se desarrolla la forma de implementación, que esta directamente asociada al marco empírico detallado en la sección anterior.

CAPITULO 7: ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL CASO DE ESTUDIO

Elección de la empresa donde aplicar la célula

El primer punto es elegir una empresa donde se puedan aplicar las células de trabajo.

Como fue explicado en el capítulo “Cuando aplicar Células de trabajo” del marco teórico, para saber si la célula es la solución adecuada se debe tomar la matriz Producto – Proceso y buscar si la empresa esta dentro de la figura marcada en rojo.

Para realizar la investigación se tomo el caso de una fabrica de válvulas manuales que trabaja en el sector de petroleo y gas.

La empresa se encuentra en la zona marcada con el círculo verde en la figura 23, que es el sector de la matriz de mayor variedad y menor volumen.

Tal como esta descripto en la matriz, hay una gran variedad de productos, y las tiradas

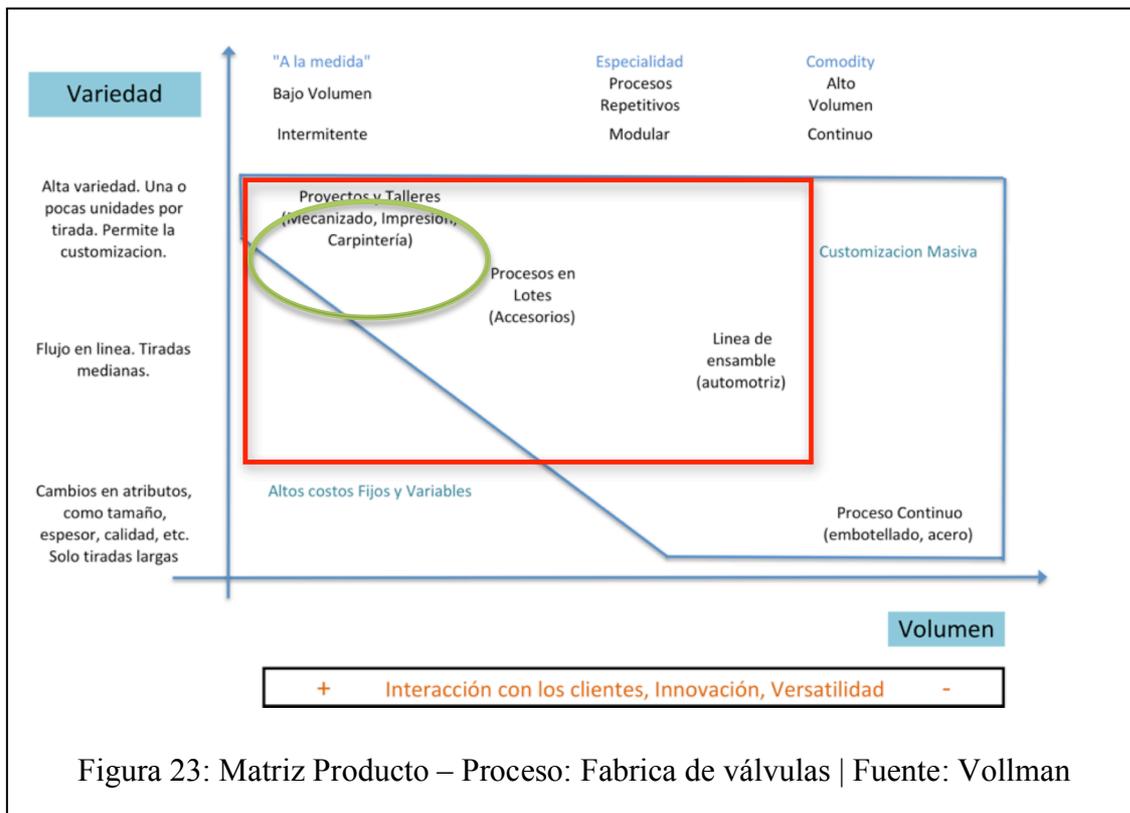
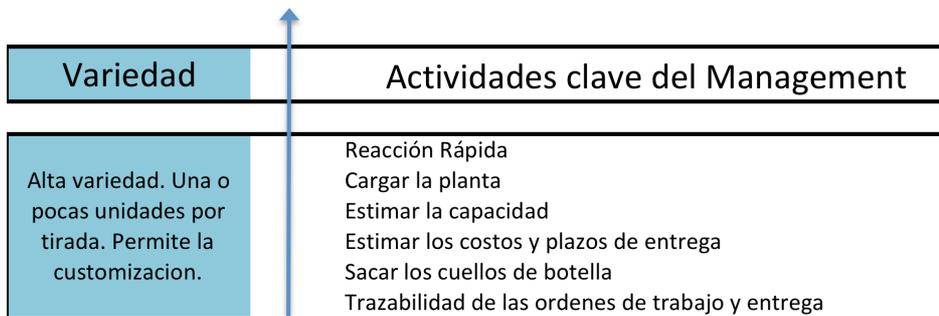


Figura 23: Matriz Producto – Proceso: Fabrica de válvulas | Fuente: Vollman

son muy bajas partiendo de una unidad a un máximo de cincuenta unidades iguales. Tiene alta personalización de los productos y una gran interacción con el cliente.

En este caso, como hay una alta variabilidad, las actividades clave del management son las siguientes:



La empresa

La empresa donde se aplicaran las células produce válvulas manuales y válvulas de seguridad, que se utilizan en las líneas de petróleo, gas, centrales termoeléctricas y minería.

La línea de válvulas cubre un amplio rango que incluye los siguientes tipos: Esclusa, Globo, Retención a Clapeta (figura 24), Retención Tilting-Disc, Retención de Doble Obturador, Tapón Lubricado, Seguridad y Alivio, Cuchilla, Filtros "Y" y diseños especiales en función de las necesidades del cliente.

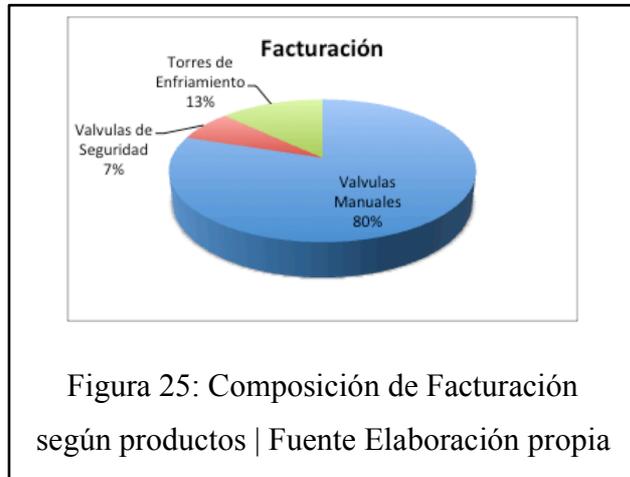


Es una PYME de Argentina con 75 años en el mercado, con 180 empleados que trabaja tanto para el mercado doméstico como para exportación a los países de la región.

La planta principal se encuentra en Wilde, provincia de Buenos Aires, y está certificada ISO 9001 por el Det Norske Veritas. A su vez, posee una sólida red de distribución en las principales ciudades del país, y en Uruguay.

La empresa también fabrica torres de enfriamiento de agua desde 1946, pero el 80% de la facturación se lo llevan las válvulas manuales tal como se muestra en la figura 25.

Por lo tanto el foco de la investigación estará en las válvulas manuales.



Pasos para el diseño y selección de la célula

Para elegir y diseñar la célula se seguirán punto a punto los pasos descritos en la sección del marco teórico “Pasos para el diseño del proceso celular”.

En este capítulo se describen los pasos con el siguiente cuadro:

Pasos para el diseño de la célula de trabajo	
Paso 1: Agrupar productos.	Es el paso principal y está asociado a la alineación entre la estrategia empresarial y los productos que van a participar de la célula. Se evalúa tanto el entorno externo como el interno. Luego los lineamientos estratégicos y los planes de transformación.
Paso 2: Establecer el Takt Time	El Takt time es el ritmo productivo de la célula, pero está vinculado a la demanda del cliente.
Paso 3: Secuencia de trabajo	División de las tareas en diferentes secuencias, para luego armar el nuevo diseño de trabajo
Paso 4: Layout de la célula	La distribución en el espacio físico y la selección dentro de las diferentes tipologías de célula, es el paso final

Por lo tanto comenzamos con el primer paso.

Paso 1: Agrupar los productos

En este comienzo se evaluará tanto el mercado como el proceso de fabricación.

Lo primero que hay que poner sobre la mesa son todos los productos que están dentro de la clasificación de válvulas manuales, y analizar las combinaciones de los mismos para armar la célula, pero vistos desde el punto de vista de la estrategia empresarial. Esto implica un análisis tanto de la situación externa (de mercado) como interna a la empresa.

Las válvulas manuales son las siguientes:

Válvulas Manuales
Esclusa
Globo
Retención a Clapeta
Retención Duo Check / Duo
Lug
Tapón
Filtro

En el anexo 1 se encuentra una explicación del funcionamiento de cada una y sus aplicaciones.

La industria asociada a la producción es el *Downstream* y *Upstream* (Oil & Gas), *Piping* para el transporte de Petróleo, Gas y sus derivados en Argentina.

Dentro de esta industria se encuentran los principales clientes de la empresa, que son empresas numero uno de Argentina como YPF, TGS y TGN o multinacionales como Pan American Energy (PAE) y Total.

También dentro de esta industria se encuentran las empresas constructoras especialistas en el sector de obras de *piping* como Tecna, AESA, Odebretch o Isolux.

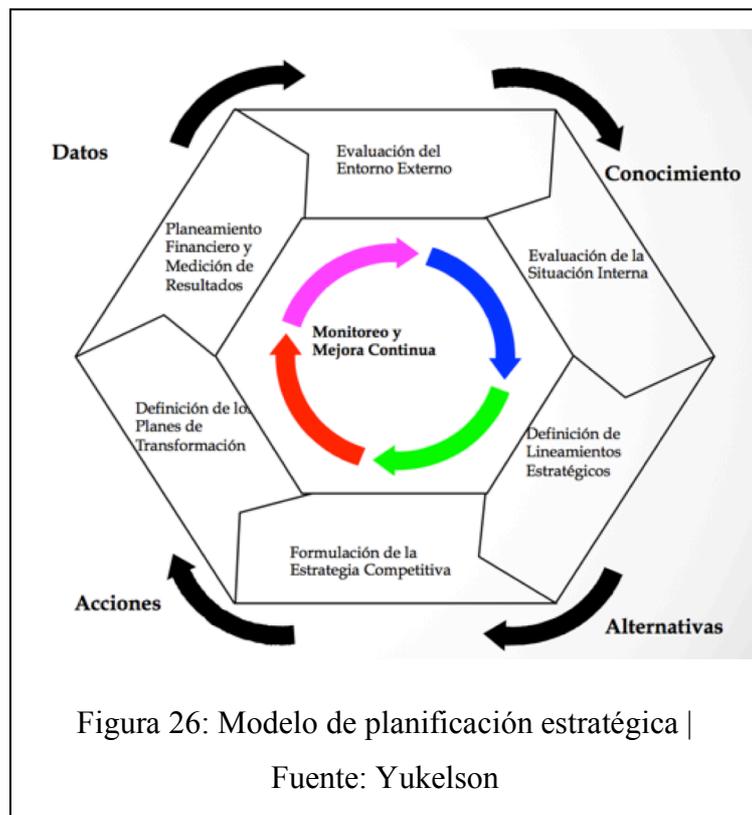
Por último en la industria también aparecen los fabricantes de maquinaria original (OEM) que producen skids para las mismas empresas principales y tienen como componentes las válvulas

manuales. Son fabricantes argentinos con mucha historia y peso como Lito Gonella o J.F. Secco.

Tal como fue mencionado en el marco teórico se toma como modelo el de planificación estratégica de la figura 26.

Para el análisis de la situación actual se realizaron entrevistas a el CEO, Gerente comercial, Gerente de Marketing y jefes de producto de la empresa. En esas entrevistas se fueron completando con cada uno de ellos las tablas que se observan en las figuras 28 a la 38.

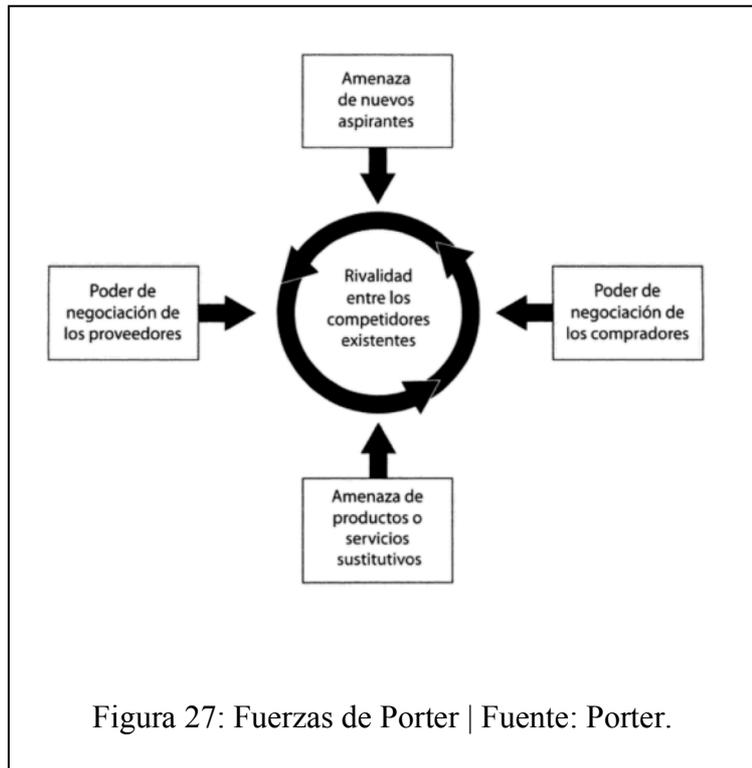
En el caso de tener evaluaciones diferentes de los entrevistados, se eligió poner el resultado propuesto por la mayoría de los entrevistados.



Evaluación del entorno externo

Para la evaluación del entorno externo se utilizó el esquema de fuerzas de Porter (figura 27). Es muy importante recordar que el análisis de Fuerzas de Porter analiza una industria. No analiza producto por producto.

Por lo tanto como todos los productos que fabrica son de la misma industria (Oil&Gas) con un solo estudio de Fuerzas de Porter es suficiente.



Amenaza de nuevos aspirantes (potenciales entrantes)

En el siguiente cuadro se resume el resultado del análisis de los potenciales entrantes:

Potenciales entrantes	
Alto nivel de inversión inicial, debido a que se necesita por cada pieza clave un modelo para realizar la fundición y es de alta inversión en la Ingeniería y en el producto en si.	+
Alta inversión en activos fijos (maquinaria de mecanizado).	+
Baja inversión en publicidad y en el mantenimiento de marca	-
Existen muchas normas (ISO, ASME, API, Etc) que funcionan como regulación y control	+
La industria es muy madura	+
Know how para el desarrollo de los productos muy específico, y para el cumplimiento de la documentación del producto necesaria para la instalación en campo	+
Los productos finales entre los fabricantes son muy similares entre si, por lo que no existe una diferenciación clara.	-

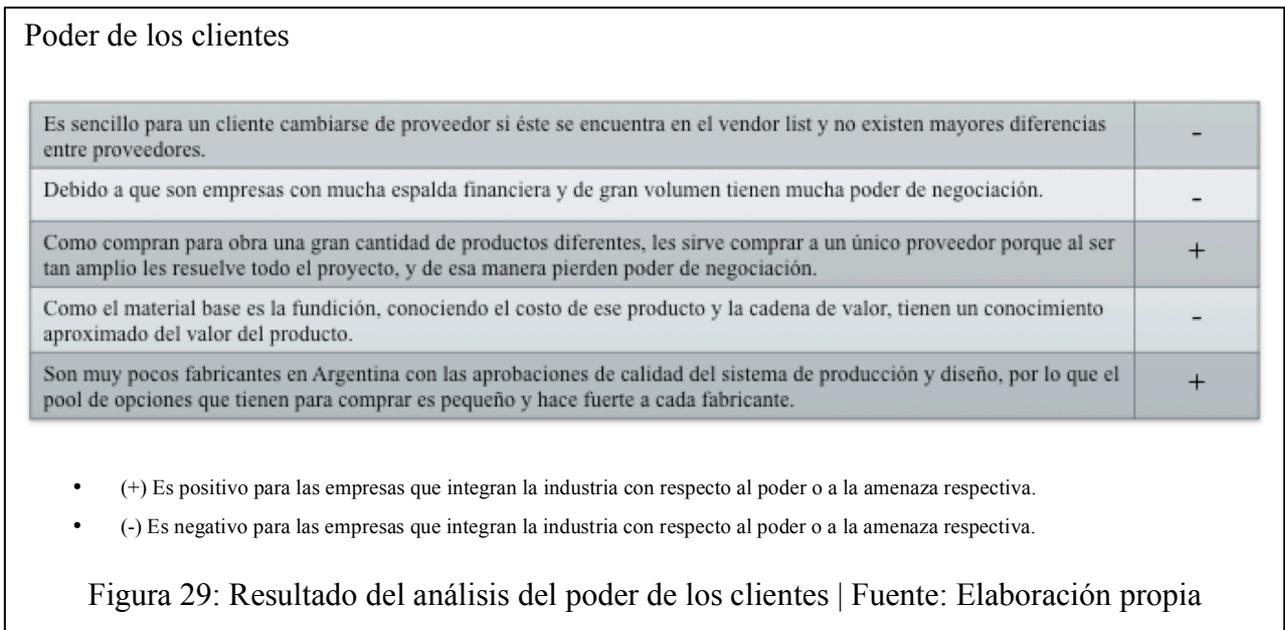
- (+) Es positivo para las empresas que integran la industria con respecto al poder o a la amenaza respectiva.
- (-) Es negativo para las empresas que integran la industria con respecto al poder o a la amenaza respectiva.

Figura 28: Resultado del análisis de los potenciales entrantes | Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto se concluye que la amenaza es baja y la tendencia es estable.

Poder de negociación de los compradores (Poder de los clientes)

En la figura 29 se resume el resultado del poder de los clientes.



Por lo tanto se concluye que el poder es Moderado-Alto y la tendencia es Estable.

Amenaza de productos sustitutos

En la figura 30 se resume el resultado de la utilización de los productos sustitutos.

Productos sustitutos

Los productos sustitutos son:	
<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas Esféricas • Válvulas Mariposa • Válvulas Forjadas 	
No todos los productos sustitutos se pueden utilizar en todas las aplicaciones. Son solo algunos casos entre tipos de válvulas.	+
La gran mayoría de los productos sustitutos (cuando la aplicación lo permite), se pueden cambiar por el equivalente y habitualmente es mas barato.	-
Los proveedores de los sustitutos no siempre tienen desarrollada la ingeniería de la documentación.	+
Los sustitutos son fácilmente encontrados en el mercado.	-

- (+) Es positivo para las empresas que integran la industria con respecto al poder o a la amenaza respectiva.
- (-) Es negativo para las empresas que integran la industria con respecto al poder o a la amenaza respectiva.

Figura 30: Resultado del análisis de Productos sustitutos | Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto se concluye que la amenaza es Moderada-Baja y la tendencia es Estable.

Poder de negociación de los proveedores

En la figura 31 se resume el análisis realizado sobre el poder de los proveedores.

Poder de negociación de los proveedores

Los proveedores se pueden dividir en 3 grandes grupos	
<ul style="list-style-type: none"> • Fundición • Otras materias primas • Servicios de mecanizado 	
El poder de la fundición (¡60% del costo total del producto!) es alto, no solo porque hay pocos proveedores con buena relación calidad – precio, sino porque es muy difícil cambiarse de uno a otro, porque el fundidor guarda en su taller los modelos y es sumamente complejo sacarlos.	-
Para desarrollar un proveedor nuevo de fundición no solo se necesita fabricar nuevos modelos, sino muchas idas y vueltas de calidad hasta llegar a un producto bueno y mecanizable.	-
Habitualmente los proveedores de fundición están asociados con los modelistas (fabricantes de los modelos) y tienen información de primera mano, lo que hace que el poder de negociación del fabricante de válvulas se reduzca ya que el fundidor sabe todas las características de la pieza y se adelanta al negocio.	-
Los proveedores de mecanizado de terceros y de otras materias primas tienen más limitado su poder de negociación porque teniendo los planos de mecanizado (que pertenecen al fabricante de válvulas) se puede cambiar fácilmente de proveedor.	+
Como los fabricantes de válvulas tienen procesos internos de mecanizado, en caso de que necesiten por temas de costos o capacidad, no sacar trabajo a proveedores lo pueden hacer sin inconveniente.	+

- (+) Es positivo para las empresas que integran la industria con respecto al poder o a la amenaza respectiva.
- (-) Es negativo para las empresas que integran la industria con respecto al poder o a la amenaza respectiva.

Figura 31: Resultado del análisis del poder de negociación de los proveedores | Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto se concluye que el poder es Alto-Moderado y la tendencia es Estable.

Rivalidad entre los competidores actuales

En la figura 32 se resume el análisis realizado sobre la rivalidad de los competidores.

Rivalidad competitiva

Es un mercado homogéneo con pocos competidores	+
A nivel local son todas PYMES.	+
Productos poco diferenciados	-
Mercado de buen volumen y ventas (en comparación con otros metalúrgicos)	+
Productos no perecederos con alta vida útil.	+
Altos costos con respecto a países asiáticos.	-
Busqueda de menores plazos de entrega para cumplir con proyectos de clientes	-

- (+) Es positivo para las empresas que integran la industria con respecto al poder o a la amenaza respectiva.
- (-) Es negativo para las empresas que integran la industria con respecto al poder o a la amenaza respectiva.

Figura 32: Resultado del análisis de la rivalidad competitiva | Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto se concluye que la amenaza es **Moderada y la tendencia es Estable.**

Resumen de Fuerzas de Porter

Luego de profundizar en cada una de las fuerzas de Porter se puede resumir el análisis en el cuadro de la figura 33.

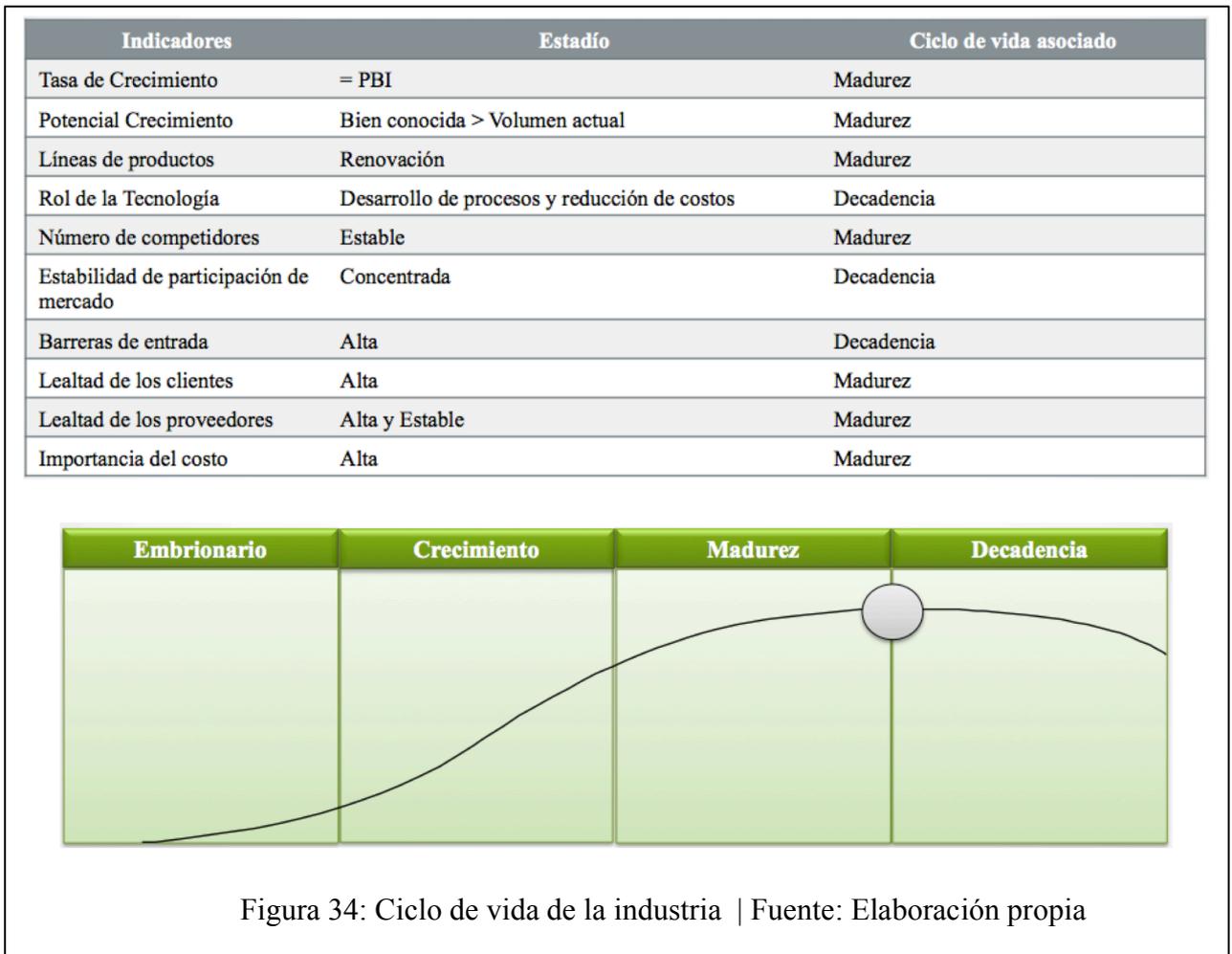
Resumen Porter			
Fuerzas	Intensidad	Tendencia	Conclusiones
Potenciales entrantes	Baja		Se necesitan grandes inversiones tanto en materias primas como en activos fijos. Alto know how del proceso de fabricación e ingeniería.
Poder de los clientes	Moderado - Alto		Los clientes tienen alto poder porque son empresas número 1 multinacionales o las más importantes a nivel nacional y en comparación con las Pymes que manejan el negocio son monstruos. Les es, dentro de ciertas limitantes de calidad, fácil cambiar de proveedor.
Productos sustitutos	Moderada - Baja		Solo algunos productos se pueden sustituir técnicamente por lo que solo una parte del negocio se puede ver afectada por la sustitución de algún producto; pero en el caso de que sea posible hay una amenaza por el costo.
Poder de los proveedores	Alto - Moderado		Existe una relación con la fundición muy estrecha y es extremadamente difícil cambiar de proveedor por lo que es una relación dispar. Por otro lado la relación con los proveedores de mecanizado es de menor nivel de dependencia.
Rivalidad competitiva	Moderada		Son pocos competidores y bastante homogéneos que luego de cumplir con las especificaciones se diferencian por el plazo de entrega y el precio.

Figura 33: Resumen Fuerza de Porter | Fuente: Elaboración propia

Análisis del ciclo de vida de la industria

Más allá de las Fuerzas de Porter, para analizar la situación externa se puede analizar en que momento del ciclo de vida de la industria se encuentra la empresa.

En la figura 34 se observa el resultado del análisis del ciclo de vida de la industria.



Lo que se concluye es que la industria se encuentra en un punto entre madurez y decadencia.

Las recomendaciones asociadas a una industria entre madurez y decadencia son:

- Bajar los costos mediante la inversión
- Mejorar la eficiencia operativa
- Mejorar los márgenes
- Maximizar el flujo de caja

Implementando células de trabajo ya sea directa o indirectamente se cubren las recomendaciones antedichas.

Evaluación de la situación interna

Para evaluar la situación interna se realizó un FODA y una análisis de la cadena de valor.

En el caso del FODA tal como se comentó en el marco teórico, en el análisis se marcan las Fortalezas y Debilidades (internas), las Oportunidades y Amenazas (del mercado).

Fortalezas	Debilidades
Oportunidades	Amenazas

El análisis FODA fue realizado para la empresa pensando en la competencia local.

Las características no distintivas, que no diferencian a la empresa de su competencia sean fortalezas, debilidades, oportunidades o amenazas no han sido incluidas.

Fortalezas	Debilidades
Calidad del producto	Productividad medida en kg por persona
Trayectoria en el mercado	Plazo de entrega
Trazabilidad total de componentes de fabricación	Fuerza de ventas poco experiente
Vida util del producto en las instalaciones del cliente	Gestion del abastecimiento de materiales y mecanizado de terceros
Capacidad de Ingeniería	
Abastecimiento de proyectos desde la especificación hasta la documentación	
Oportunidades	Amenazas
Incorporación de válvulas de mayor tecnología	Sobre oferta de productos terminados provenientes de China
Ser la mas eficiente de latinoamerica	Crecimiento en productividad de uno de los competidores
Importación de materia prima de menores costos	Importación de materia prima de menores costos por un competidor
Exportación de válvulas terminadas a paises limítrofes	Precios bajos de los commodities (sobre todo petróleo y gas)

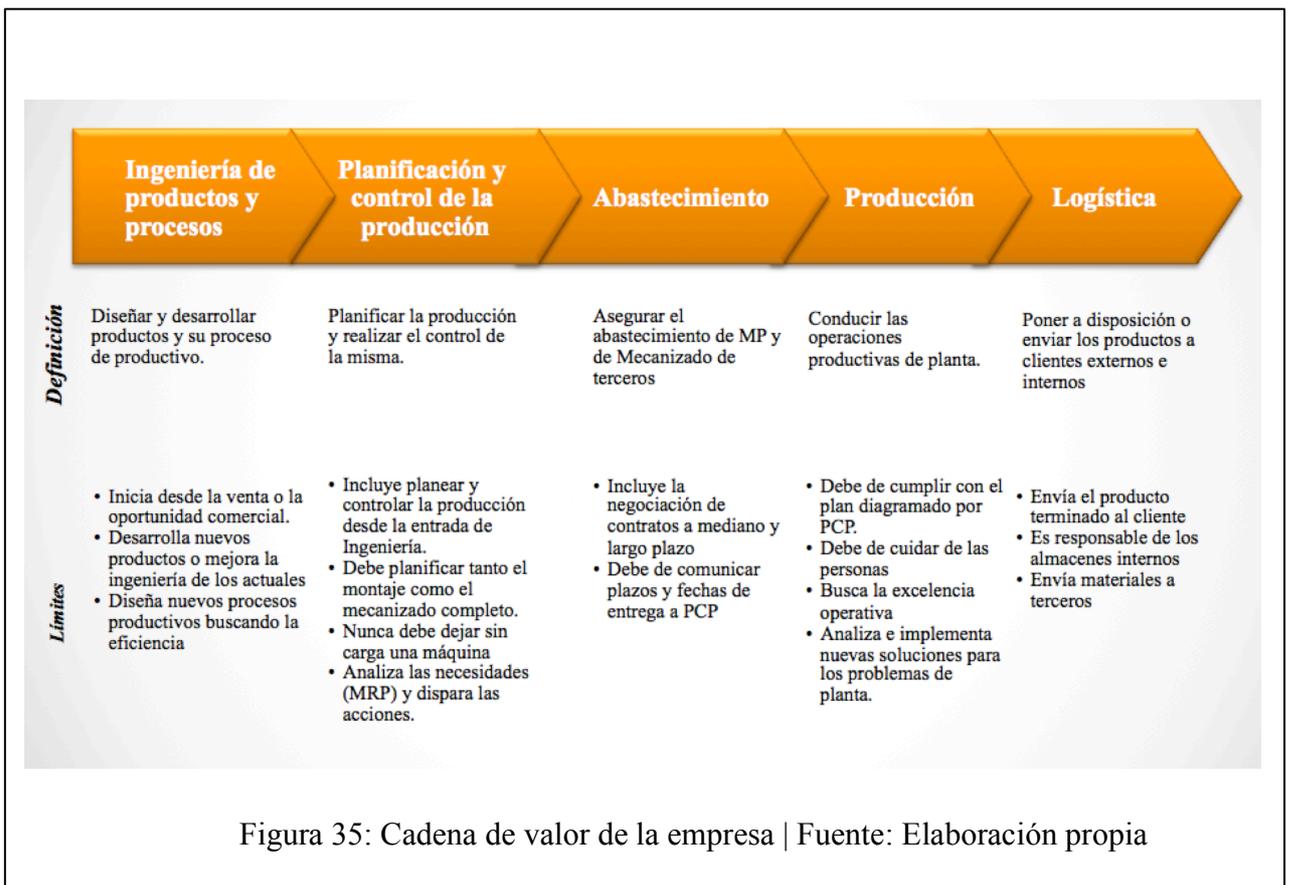
La empresa tiene las fortalezas muy marcadas en lo que tiene que ver con la calidad del producto tanto en lo que tiene que ver con la confianza en que tienen los clientes en el producto cuanto está instalado, como en la documentación y la ingeniería.

Por lo tanto la instalación de una célula de trabajo si bien puede traer mejoras en ese aspecto, para este caso no tiene un gran agregado de valor.

Con respecto a las debilidades una de las mejoras que se ven claramente está en la mejora de la productividad. Por lo tanto la instalación de la célula está plenamente asociada a la búsqueda de la mejora en la productividad.

La otra oportunidad es la de traer procesos que hoy se hacen en proveedores terceros (como por ejemplo mecanizado) que se puedan eficientizar dentro de planta para bajar costos y mejorar productividad. En este punto, si estos procesos se incluyen en la célula en lugar de sacarlos a un tercero se logra mejorar la operatoria general.

Como segunda forma de análisis de la situación interna se estudia la cadena de valor seleccionando las actividades clave de la empresa. El resumen se observa en la figura 35.



Dentro de esas actividades se marcaron las acciones más importantes y los límites de cada operación para que queden claras las responsabilidades de cada sector y además se define la necesidad del cliente a la hora de comprar el producto.

Por último se detallaron los factores clave de éxito (KSF) y mediante los diagramas de reloj se comparo a la empresa contra la competencia principal del mercado argentino. En la figura 36 se detalla el esquema de los KSFs.

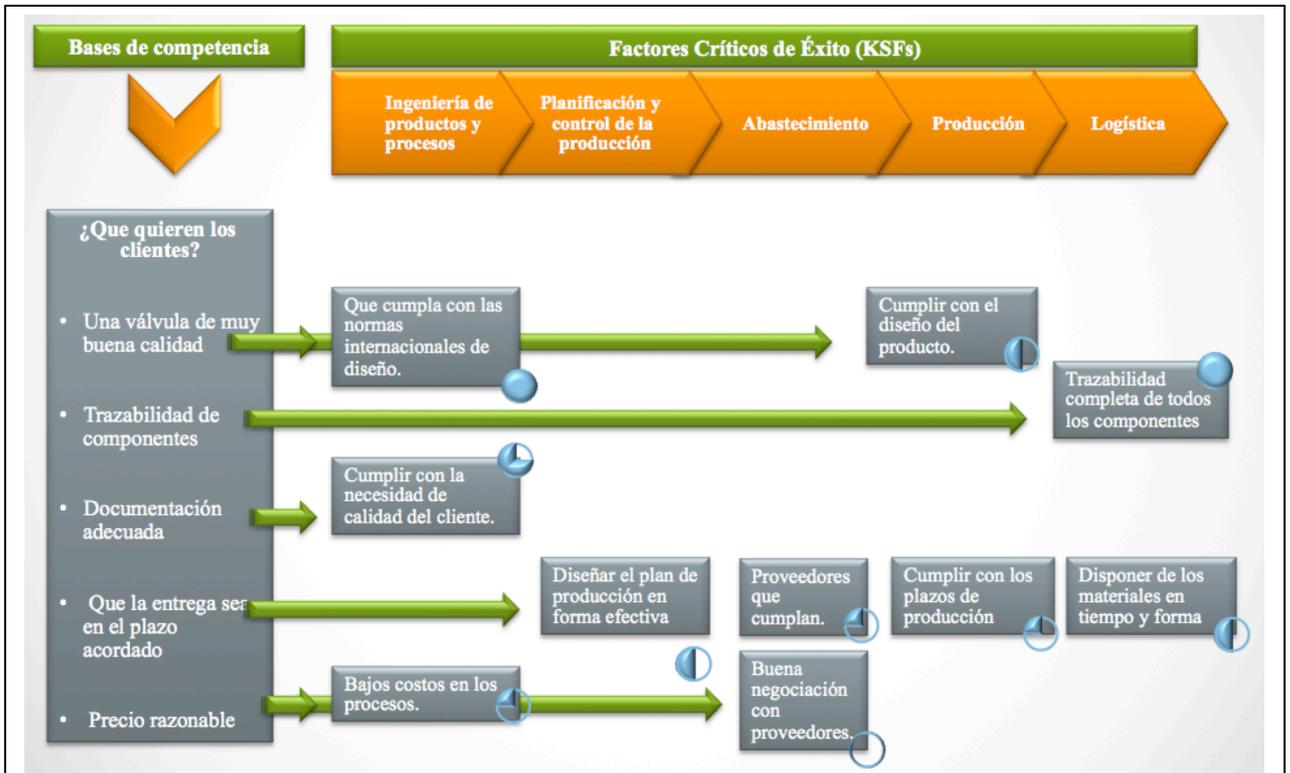


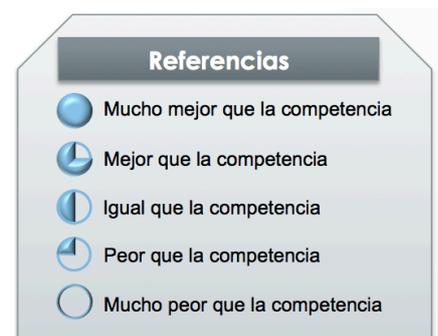
Figura 36: Factores claves de Éxito (KSF) | Fuente: Elaboración propia

El análisis de cadena de valor tiene una gran fortaleza que es la de ser claro y didáctico.

Plantea claramente donde se agrega valor y se enfoca en lo que el cliente piensa y necesita a la hora de elegir el producto.

Conclusiones:

- 1) Dentro de la cadena de valor, en el plazo de entrega tienen impacto todos los actores y es hoy en día el factor principal de toma de decisión del cliente. No hay uno de los factores dentro del plazo de entrega que sea mejor la empresa que la competencia. O es igual o peor. En este caso la implementación de células de trabajo es de alto impacto con el cliente.



- 2) Hay dos fortalezas claras frente a la competencia. Una es la Ingeniería del producto y la otra es la trazabilidad total. En este caso la implementación de la células agregaría valor a lo que hoy ya es una fortaleza, porque mejora el vínculo con ingeniería al haber un líder en la comunicación desde la producción (Líder de célula); y para el caso de la trazabilidad total, mejora el control desde la célula.
- 3) Analizando en forma vertical se puede ver que en el abastecimiento se encuentra una gran debilidad. Es de altísimo impacto y hay un espacio muy grande con la competencia. Parte del rol del líder de célula debe ser poner foco en este aspecto, para que los materiales lleguen en tiempo y forma.

Definición de lineamientos estratégicos

Este punto es el mas importante del Paso 1 porque aquí se definen cuales son los productos candidatos para la célula de trabajo.

Matriz Mercado-Producto

La matriz de Mercado – Producto se utiliza como disparador de oportunidades para nuevos productos y mercados.

Al igual que en el caso de cadena de valor, tiene la gran fortaleza de ser concreta y didáctica.

	Productos Actuales	Nuevos Productos
Mercados Actuales	<ul style="list-style-type: none"> • Valvulas: ➤ Esclusa ➤ Globo ➤ Retención a clapeta ➤ Dúo Check / Lug ➤ Tapon ➤ Filtro 	<ul style="list-style-type: none"> • Tapon para fractura • Valvulas Forjadas • Valvulas Mariposa
Nuevos Mercados	<ul style="list-style-type: none"> • Paises limítrofes petróleo y gas • Minería 	<ul style="list-style-type: none"> • Valvula de cuchilla pasante para Minería

Figura 37: Matriz Mercado-Producto | Fuente: Elaboración propia

Aquí aparecen nuevos candidatos para la célula que no estaban en el listado de opciones que son los cuatro nuevos productos: Tapón para fractura, Válvulas Forjadas, Válvulas Mariposa y Válvulas cuchilla pasante.

Por eso de mucho valor esta matriz, porque en caso de que se vea un buen potencial para un producto nuevo, se puede comenzar su producción directamente en forma celular.

Matriz Atractividad Vs Posición competitiva

La matriz Atractividad Vs Posición competitiva analiza comparativamente los productos que se fabrican actualmente y los nuevos productos que han surgido del análisis de la matriz Mercado-Producto.

Se coloca por un lado la atractividad, ponderada en tres aspectos que son Facturación, Rentabilidad y Crecimiento; y la posición competitiva, ponderada entre el Market Share y el Fit con los KSFs (que tanto se acercan los factores clave de éxito con el producto).

El resultado de este análisis se ve en la figura 38, donde en color verde se detallan los productos actuales y en azul las nuevas propuestas de productos.

	Facturacion	Rentabilidad	Crecimiento	ATRACTIVIDAD	Market Share	Fit con KSFs	POSICION COMPETITIVA
Peso (%)	40%	40%	20%	Ponderado	50%	50%	Ponderado
Esclusa	5	2	1	3,0	3	3	3,0
Globo	2	3	1	2,2	3	3	3,0
Retención a clapeta	2	2	1	1,8	3	3	3,0
Retención Dúo	2	5	3	3,4	4	3	3,5
Tapon	3	5	5	4,2	5	2	3,5
Flitro	1	2	1	1,4	2	3	2,5
Tapon de fractura	3	5	3	3,8	5	2	3,5
Valvula Mariposa	3	3	1	2,6	1	2	1,5
Valvula forjada	5	4	3	4,2	3	4	3,5
Cuchilla pasante	3	1	2	2,0	3	3	3,0

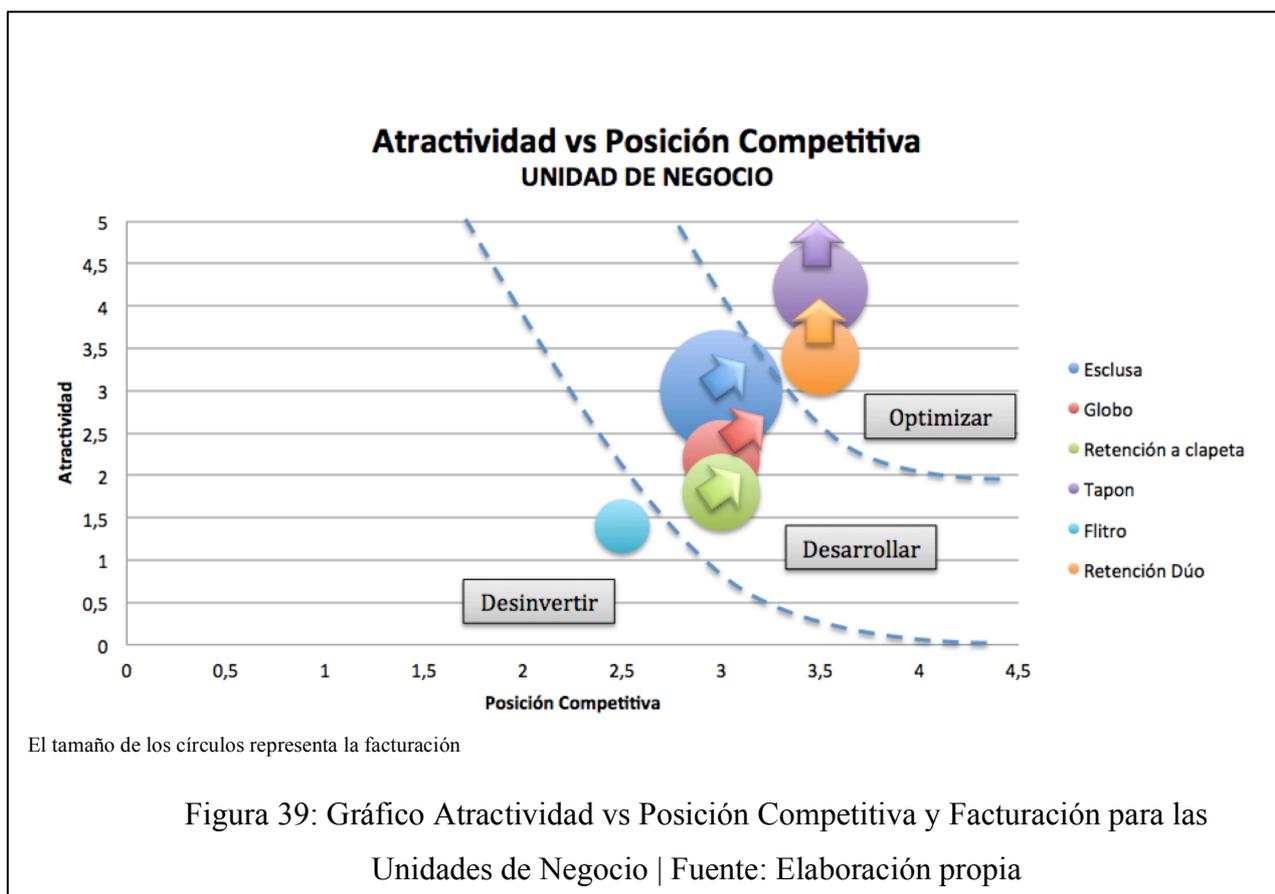
UNIDAD DE NEGOCIO

OPORTUNIDAD

Figura 38: Matriz Atractividad vs Posición Competitiva | Fuente: Elaboración propia

Para hacer mas didáctico el análisis, se grafica el resultado donde en el eje de las absisas se coloca la Posición Competitiva, en el de las ordenadas la Atractividad, y el tamaño del circulo es indicador de la Facturación.

El gráfico de la figura 39 es el de las unidades de negocio actuales y la figura 40 es el de las nuevas oportunidades.

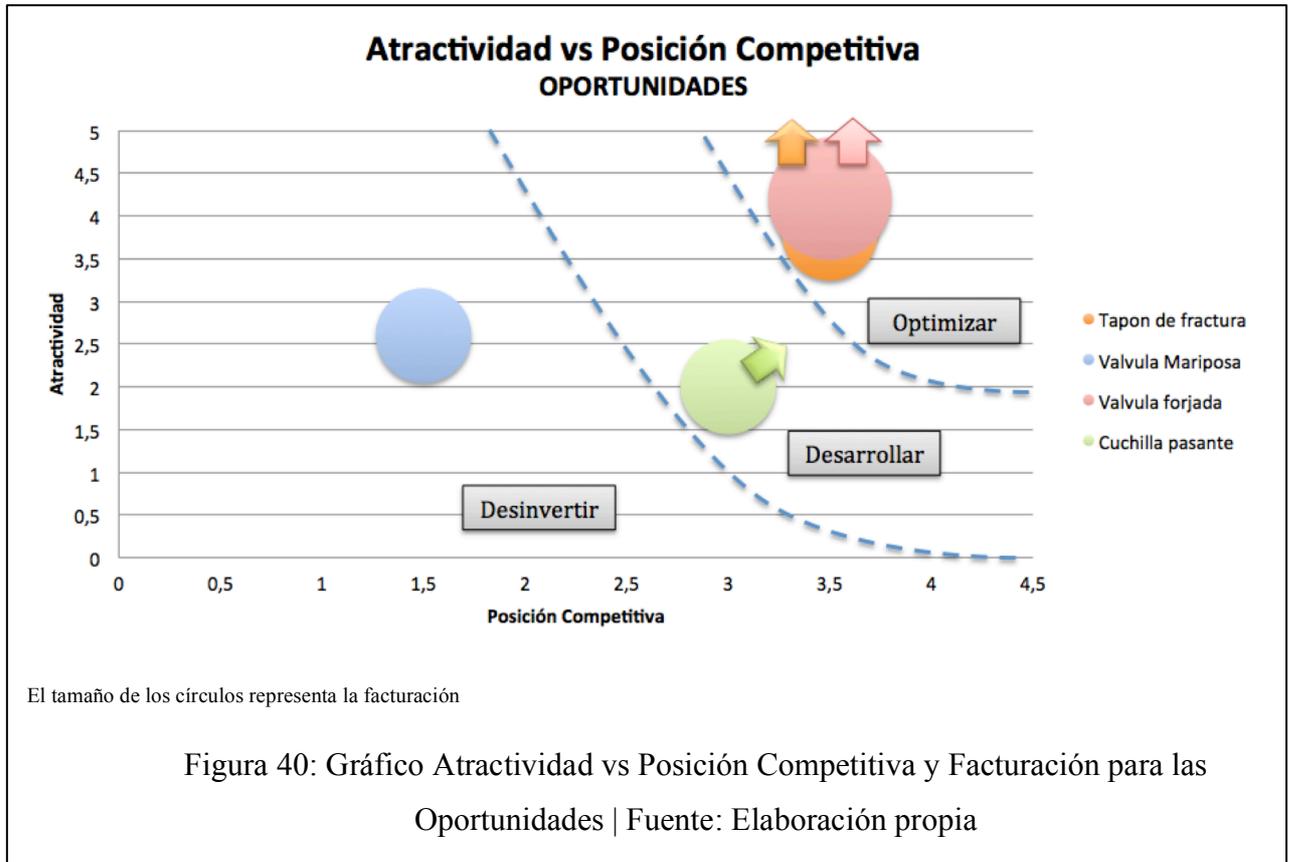


Este es el primer resultado importante para la selección de las Células. En el caso de los productos actuales la válvula Tapón y la Dúo Check/Lug son las candidatas a tener una célula de trabajo.

Para el caso de los tapones, es un resultado esperable viendo las condiciones favorables del mercado debido a la fuerte inversión en gas y a que la empresa es el único fabricante de este producto en la Argentina.

En el caso de las Dúo, la necesidad del mercado ha crecido, pero es necesario bajar plazos de entrega y mejorar el vínculo con el cliente.

En el caso los nuevos productos el tapon para fractura y la válvula forjada son los candidatos a las células.



El tapón para fractura esta siendo solicitado y no tiene producción en Argentina. A partir de un análisis de las importaciones se detectó la oportunidad y se acerca mucho al producto que realiza la empresa. Hay un equipo de Ingeniería capaz de diseñarla y mercado para colocarla.

En el caso de las válvulas forjadas, los proveedores actuales de Argentina no tienen muchas de las fortalezas que hoy la empresa si tiene, como la ingeniería y la documentación. El mercado es amplio y conocido ya que hoy en día se comercializan comprándolas a un proveedor que no tiene grandes capacidades y tampoco buenos precios.

Formulación de la estrategia competitiva

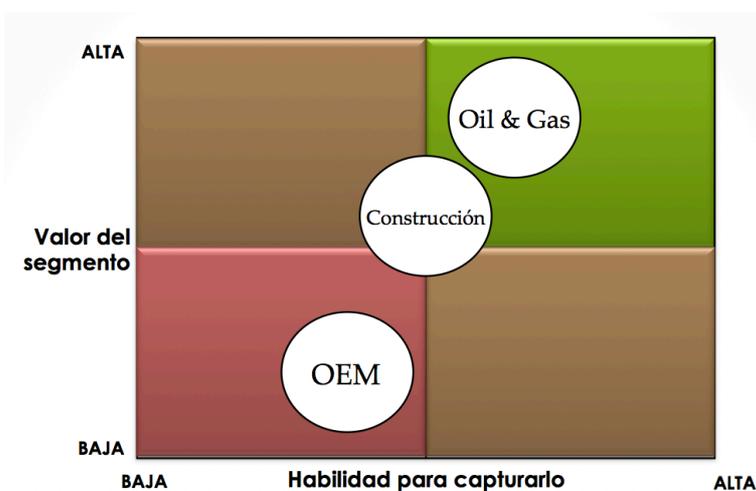
Para la formulación de la estrategia competitiva, tal como fue mencionado en el marco teórico, son clave los siguientes cuatro puntos:

- Segmentación del Mercado
- Seleccionar los segmentos objetivo
- Definición de la ventaja competitiva sostenible
- Estrategia de Marketing

Segmentación del mercado

	Oil & Gas	Construcción	OEM (Original Equipment Manufacturer)
Mercado	Control de fluidos en la Operación de Petroleras y Transportadoras de Gas.	Obras para petroleras o transportadoras de gas. Generación de energía	Componentes de maquinaria original hecha en Argentina para skid dentro de la producción de Oil & Gas
Clientes Principales	YPF, Total, PAE, TGS, TGN	AESA, Odebretch	Lito Gonella, J. F. Secco
Características	Alto volumen de ventas con buen margen. Alta exigencia documental y de ingeniería.	Volumen medio de ventas. Productos de alto margen y específicos. Bajo plazo de entrega.	Alta repititividad de compra, permite buen forecasting. Poco margen y bajo volumen.

Seleccionar los segmentos objetivo



Definición de la ventaja competitiva sostenible

La ventaja está en la diferenciación: El cliente paga mas por un producto mejor. Por lo tanto la función de Marketing es clave. Pero esto se da para los segmentos Oil & Gas y Construcción. Para los OEM buscan producto similar, pero a menor costo. Para los OEM la Operación reduciendo costos es clave.

Estrategia de Marketing

Se analizará mediante la herramienta de las 4 Ps de Marketing las estrategias, para cada segmento detallado en la segmentación:

- Precio
- Producto
- Plaza (Distribución)
- Promoción

Segmentos	Oil & Gas	Construcción	OEM
Precio	Descuentos por contratos marco.	Descuentos por paquetes completos de obra	Muy agresivo para ser competitivos.
Producto	<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciación por Ingeniería • Materiales especiales • Servicios complejos • Desarrollos a medida 	<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciación por Ingeniería • Materiales especiales • Servicios complejos • Desarrollos a medida 	Producto base sin complejidad pero con stock en planta para entrega inmediata.
Plaza (Distribución)	Inspecciones de cliente antes del despacho. Distribución en los lugares donde serán instaladas las válvulas de Argentina.	Envío directo a obra del producto	Envío directo a los talleres del cliente.
Promoción	Participación en la feria de Oil & Gas	Cursos y seminarios para los equipos de Ingeniería sobre las aplicaciones del producto y su selección en las instalaciones del cliente.	Cursos y seminarios para los equipos de Ingeniería sobre las aplicaciones del producto y su selección en las instalaciones del cliente.

Conclusiones sobre la formulación de la estrategia competitiva

Es fundamental realizar una buena segmentación para poder entender al cliente. En este caso cada una de las 3 segmentaciones (Oil&Gas, Construcción y OEM) tiene particularidades que permiten tomar acciones determinadas con cada una.

La segunda conclusión viene de la mano de la segmentación ya que se diferencia perfectamente que para los sectores de Oil & Gas y Construcción la clave está en la

focalización en el Marketing del producto y para los OEM la clave se encuentra en el precio; por lo tanto en la operación siendo productiva y de bajos costos.

Continuando con el resultado obtenido en la definición de lineamientos estratégicos, **luego de analizar la estrategia competitiva, se fortalece la propuesta de las células de trabajo de tapón y Dúo** ya que para los tres segmentos es necesario que el producto tenga mayor diferenciación, menor costo y menor plazo de entrega. Los tres segmentos consumen estos dos tipos de válvulas.

Resultado del Paso 1: Agrupar los productos

Tal como se mencionó al comienzo de este capítulo, la selección de cómo agrupar los productos, es el paso principal y esta asociado a la alineación entre la estrategia empresarial y los productos que van a participar de la célula.

Se evaluaron tanto el entorno externo como el interno y luego se analizaron los lineamientos estratégicos.

El resultado de toda esta evaluación es que los productos seleccionados para la realización de la célula de trabajo son:

La válvula Tapón
La válvula Dúo Check/Lug

Paso 2: Establecer el takt time

Tal como se comentó en el marco teórico, el Takt time refiere a la necesidad del mercado.

Para este caso es necesario estudiar la demanda del mercado de Tapones y Dúo.

Demanda		
Año	Tapón	Duo
2008	270	1503
2009	300	1007
2010	328	1100
2011	615	1180
2012	280	610
2013	144	459
2014	212	1256
2015	329	834

Como se puede observar, la demanda desde el año 2008 a 2015 ha sido extremadamente variable, por lo que lograr una buena predicción es un gran desafío.

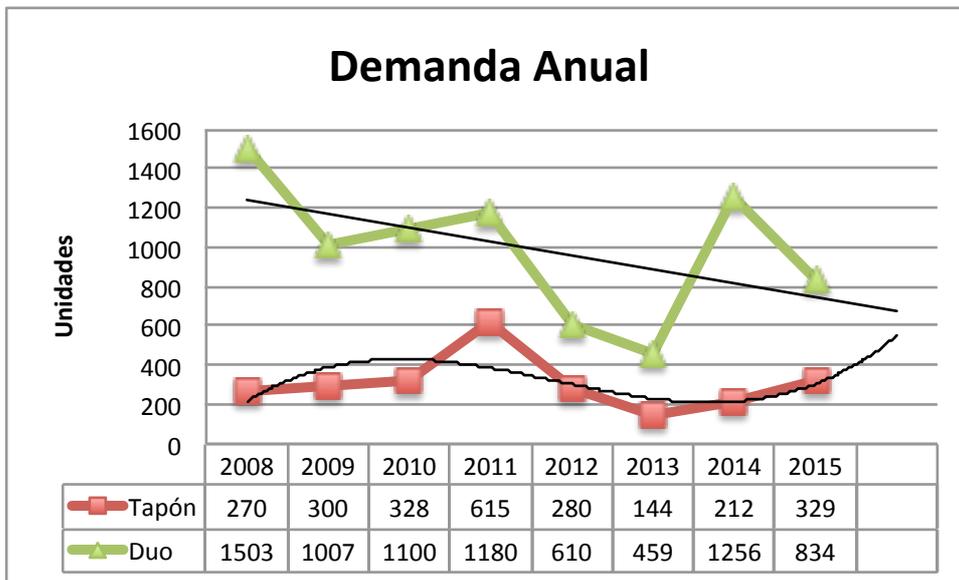
La operación mas sencilla sería la de promediar el consumo anual para obtener el de 2016.

	Tapón	Duo
Promedio anual	328	968

Pero esta forma de calculo no toma la información de cómo se comporta la demanda, sino que iguala los valores independientemente del año.

Una manera de tener un resultado de la predicción de la demanda mas asertivo, es el de usar una regresión.

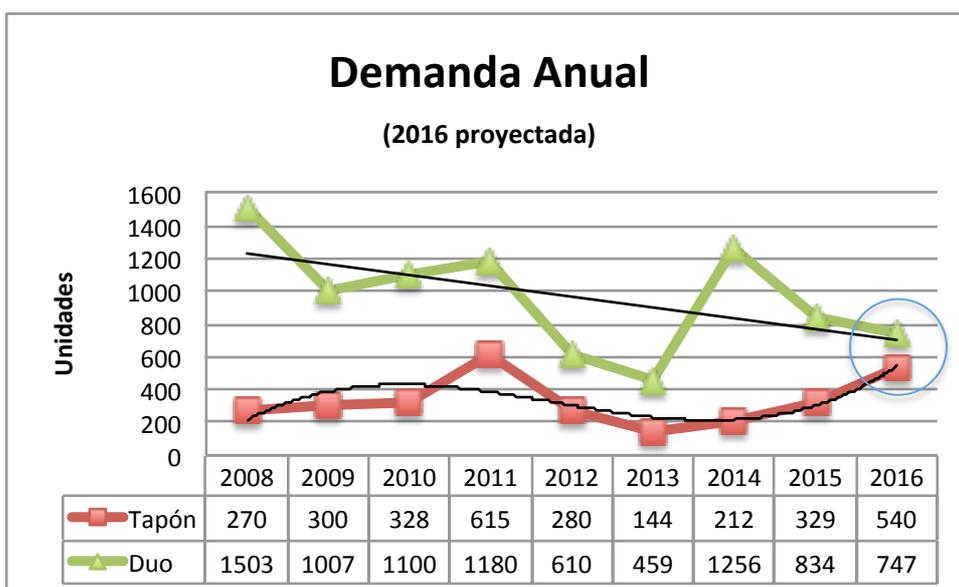
En el siguiente gráfico se observan las regresiones para cada válvula.



Para el caso de la Dúo se eligió una regresión lineal y para la tapón una polinómica de orden 3 ya que la función lineal presentaba un decrecimiento en demanda que no se acercaba a la realidad.

Por lo tanto la demanda proyectada para 2016 es la siguiente:

	Tapón	Duo
Proyección anual	540	747



Por lo tanto si llevamos la demanda proyectada de anual a diaria, necesitamos fabricar 2,3 tapones por día y 3,1 dúo. Como no se pueden hacer fracciones de válvulas, la demanda se redondea hacia arriba, resultando 3 tapones y 4 Dúos por día.

	Tapón	Duo
Proyección anual	540	747
Proyección Diaria	2,3	3,1
Takt time (Un/Dia)	3	4

De esta manera quedo con una capacidad de diseño excedente del 33% en tapones y 29% en dúos para el caso que comercialmente se realicen campañas para el aumento de la demanda de clientes sin tener que agrandar la célula.

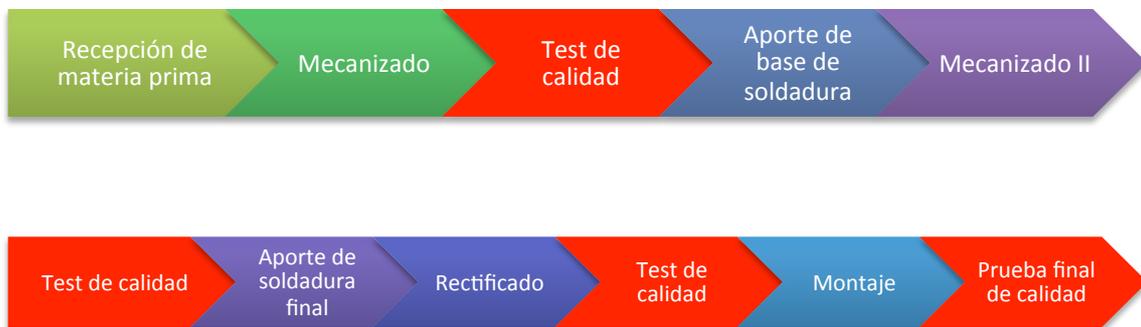
Paso 3: Secuencia de trabajo

En este paso se dividen las tareas en diferentes secuencias, para luego armar el nuevo diseño de trabajo.

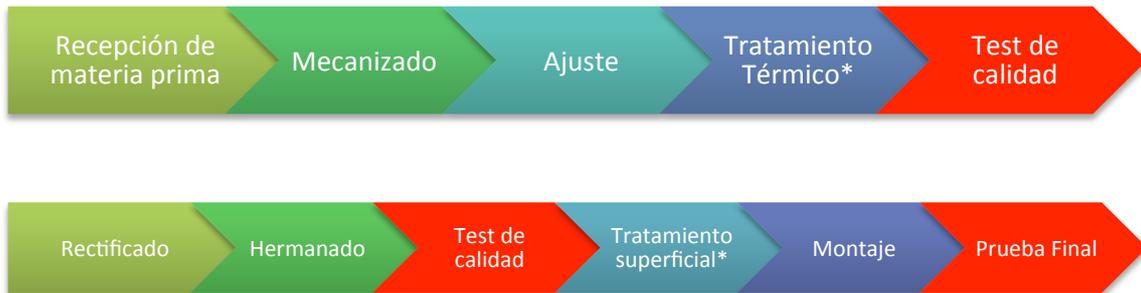
Como el proceso productivo es diferente entre las válvulas Tapón y las Dúo se separan los procesos para realizar la secuencia.

Se marcan en rojo las secuencias que son inspecciones de calidad.

Secuencia de trabajo de Dúo



Secuencia de trabajo de Tapón



* Procesos que se realizan fuera de planta.

Paso 4: Layout de la célula

En primer lugar lo que se observó luego de armar la secuencia de trabajo es que las máquinas que mecanizan (Tornos, agujereadoras y centros de mecanizado) estaban muy lejos de las siguientes operaciones.

Por lo tanto en términos de desperdicio, el Movimiento de materiales y Tiempo de espera era enorme.

Por otro lado hay dos operaciones en el ciclo de producción del tapón que se realizan en un proveedor (Tratamiento térmico y tratamiento superficial), que no cambian la secuencia, simplemente porque cuando se envían materiales hacia el proveedor, también están entrando nuevos que vuelven de ese ciclo. Por lo tanto ingresan al circuito.

Una de las decisiones mas difíciles fue la elegir entre realizar dos células, una para tapón y la otra para dúo; o realizar una célula que realice las dos válvulas (del marco teórico *Células que realizan múltiples familias de productos*).

En este caso particular observamos que teníamos ventajas en que sea una única célula con dos productos:

- Había máquinas de mecanizado que trabajaban para ambas familias.
- El espacio físico no era suficiente para separar las dos células
- Identificamos una persona del equipo claramente Growth Mindset que tenía como especialidad montar estos dos productos y era el candidato claro para ser el líder de célula.

Por lo tanto se decidió realizar una única Célula con dos productos.

En la figura 41 se observa un Layout con las secuencias del proceso.

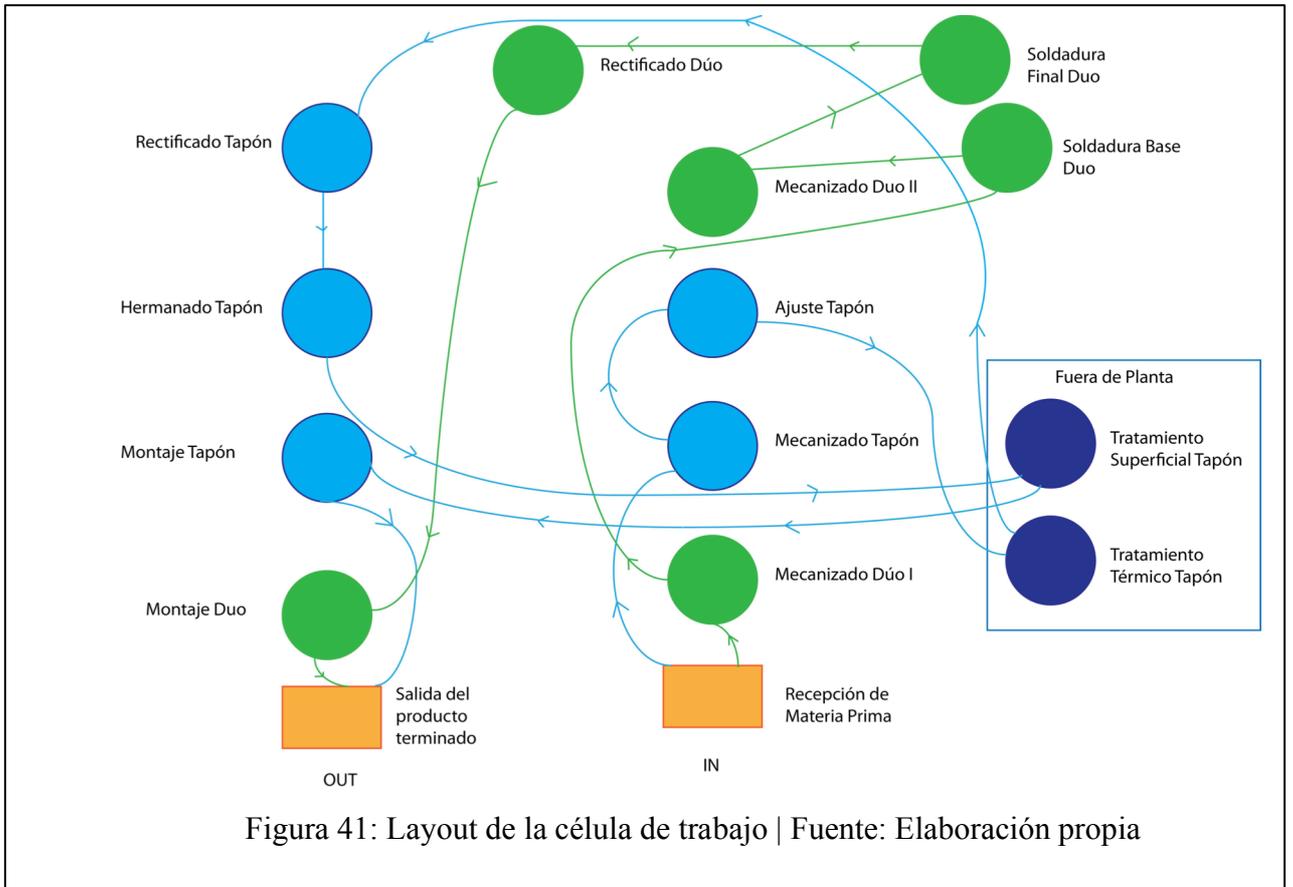


Figura 41: Layout de la célula de trabajo | Fuente: Elaboración propia

Análisis de resultados de la implementación

Para concluir si fue efectiva la implementación de la célula es importante analizar los indicadores de cumplimiento con el cliente.

Para ello se analizaron los datos desde 2008 a 2016, desde el punto de vista del cumplimiento de la fecha acordada con el cliente.

En el momento que el cliente realiza la orden de compra se genera un compromiso con la fecha en la cual el cliente tiene a disposición su producto para inspección. Esa fecha es la que se coloca la Orden de trabajo de montaje.

El siguiente análisis toma como indicadores clave los siguientes:

- **Atraso:** Es el atraso Promedio entre la fecha de la Orden de trabajo pactada con el cliente y la entrega real del producto.
- **Desviación estándar:** Es la desviación estándar del atraso definido en el punto anterior.
- **Plazo de entrega:** Es el intervalo de tiempo entre que el cliente pone la orden de compra y se entrega el producto.

Precisión del pronóstico

Para el cálculo del Takt time, se realizó una predicción de la demanda utilizando una regresión lineal. Con los resultados de la producción del año 2016 se pueden observar que tan precisa fue la predicción. En el caso de los tapones la producción real fue un 15% menos que la realidad y para el caso de las Dúo un 2% mas que la realidad.

	Tapón	Duo
Predicción 2016	540	747
Realidad 2016	470	760
Error	-15%	2%

Si se hubiera hecho el pronóstico con los promedios el error hubiera sido del 30% menos que la realidad en los tapones y 21% menos que la realidad en dúo. Por lo tanto no solo que el error es mayor, sino que además es en sentido contrario al de la regresión lineal.

Por lo tanto la regresión como método de predicción de la demanda entregó un muy buen resultado.

Análisis del atraso

Para analizar el atraso con el cliente, se promediaron los valores de atraso de cada línea pedida por los clientes.

Como se puede observar el atraso fue creciendo tocando su máximo para la Dúo en 2012 y para el tapón en 2013.

En el año 2012 hubo un cambio de equipo de equipo gerencial y en 2014 comienza la implementación de Lean Manufacturing en sus primeras etapas estandarizando el trabajo y aplicando 5S.

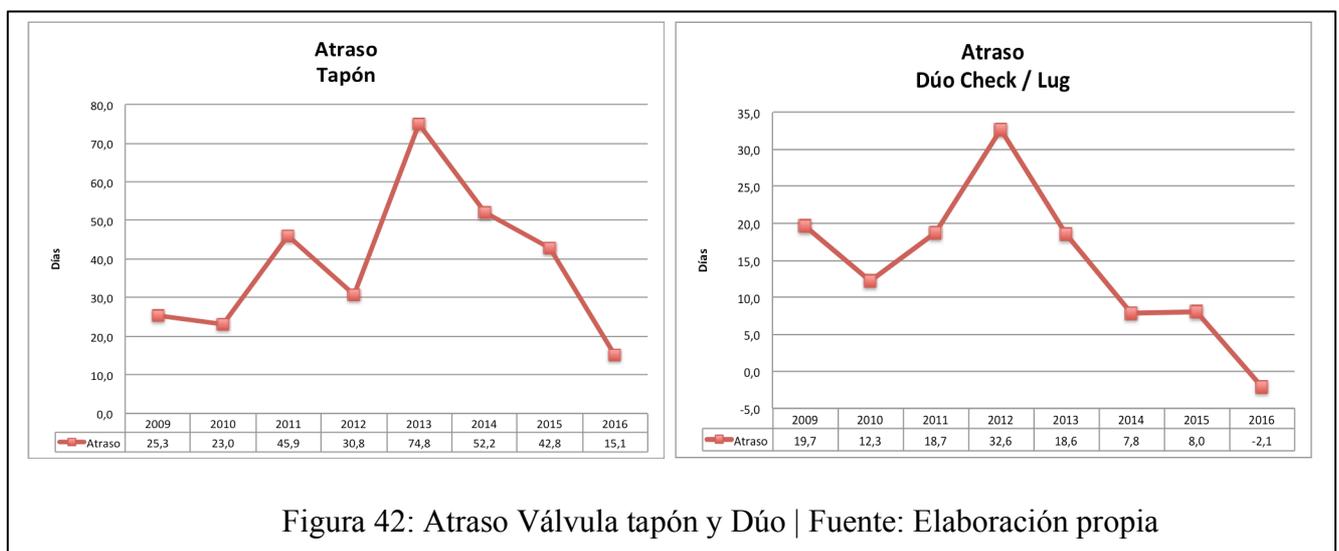
El atraso baja desde esos años con una pendiente aproximadamente constante hasta la implementación de las células en 2016, que se observa una pendiente de mejora aun mayor.

Para el caso de la válvula tapón, la mejora en los años 2014 y 2015 fue en promedio de 24% por año, y la del año 2016 luego de la instalación de la célula la mejora fue del 65%. Ver figura 42.

En el caso de la Dúo, la mejora entre los años 2013 y 2015 fue en promedio un 33%

Tapón	
Año	Atraso
2009	25,3
2010	23,0
2011	45,9
2012	30,8
2013	74,8
2014	52,2
2015	42,8
2016	15,1

Dúo Check/Lug	
Año	Atraso
2009	19,7
2010	12,3
2011	18,7
2012	32,6
2013	18,6
2014	7,8
2015	8,0
2016	-2,1



anual y en 2016 un 126% dejando un atraso negativo, o sea en promedio el producto se adelantó 2,1 días la fecha de entrega. Ver figura 42.

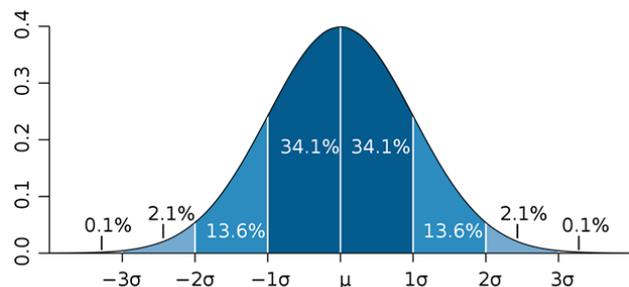
Análisis de la desviación estándar

A priori con el análisis anterior de la media del atraso se ve una mejora, pero falta complementar este análisis con una medida de dispersión. Porque se puede tener una media en el atraso mejor, pero si existe mucha dispersión, hay clientes que reciben el producto muy temprano y otros muy tarde. Por lo tanto es importante tener la menor dispersión.

Por lo antedicho para comprender con detalle un conjunto de datos, no basta con conocer las medidas de tendencia central, sino que necesitamos conocer también la desviación que presentan los datos en su distribución respecto de la media, buscando obtener una mejor toma de decisión.

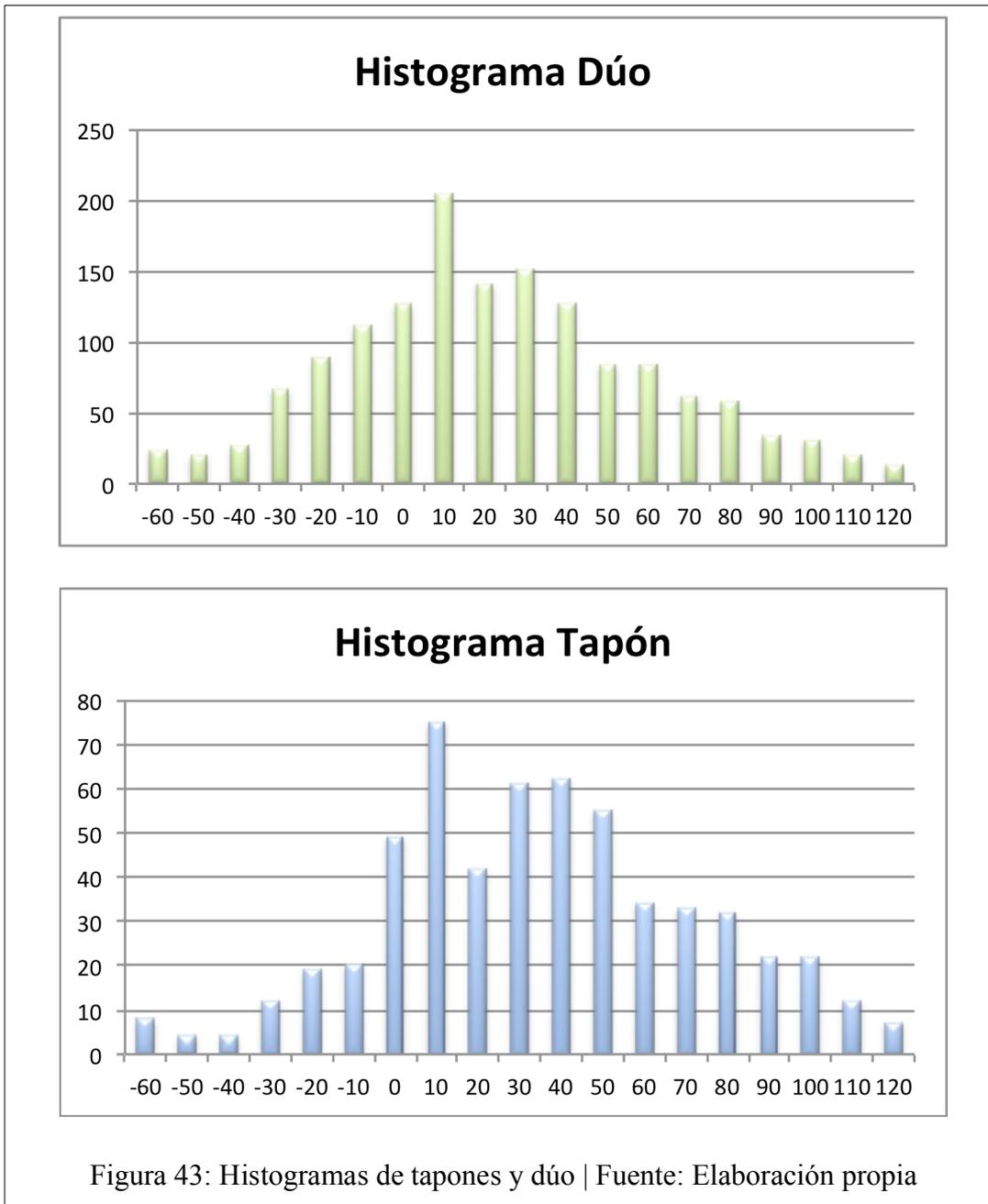
La desviación estándar (σ) sobre el promedio es una medida de la dispersión que nos permite analizar que tan cerca de la media están los datos.

Por otro lado si la distribución es Normal (Gaussiana) el 68,2% se encuentran en un intervalo de $\pm 1\sigma$.



Para analizar si los datos son normales se debe realizar un histograma con la información del atraso. En el histograma se dividen los datos de atraso por segmentos (intervalos de 10 días) y se cuenta la frecuencia con la que aparecen los resultados en ese intervalo.

En la figura 43 se observan los histogramas de tapones y dúo que permiten observar su comportamiento.



Como se puede observar en ambos gráficos, la distribución tiene forma de campana de Gauss para el caso de tapones y de Dúo.

Por lo tanto como resultado se obtiene que la distribución es Normal para ambos productos.

El paso siguiente es el de analizar la desviación por producto y por año para analizar el comportamiento.

El resultado es el siguiente:

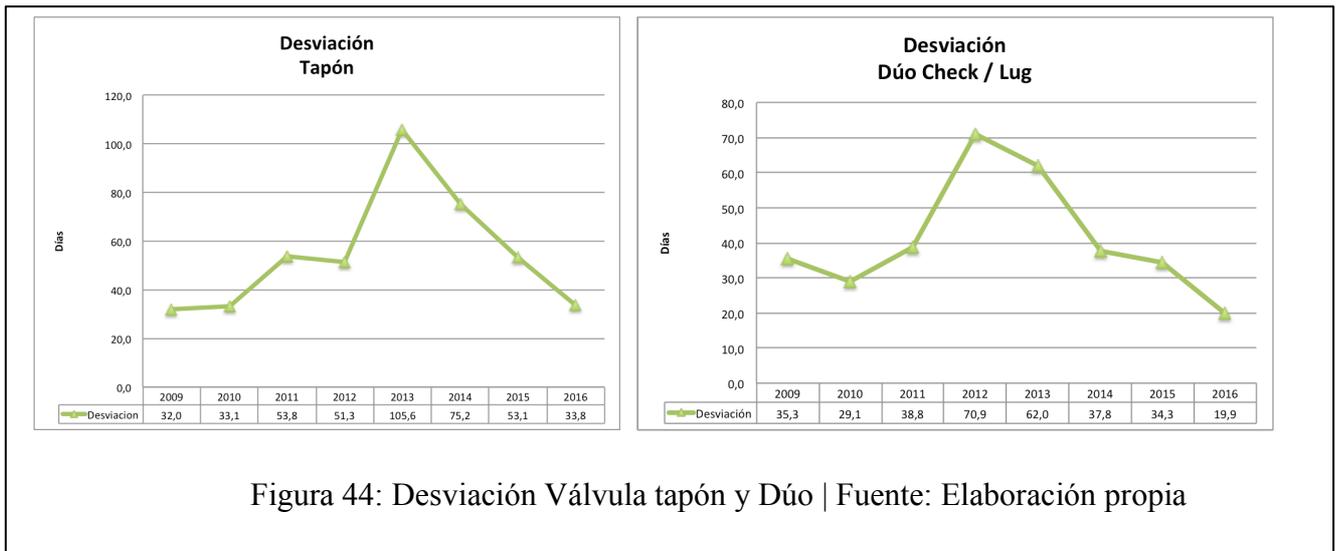
Tapón		Dúo Check/Lug	
Año	Desviacion	Año	Desviación
2009	32,0	2009	35,3
2010	33,1	2010	29,1
2011	53,8	2011	38,8
2012	51,3	2012	70,9
2013	105,6	2013	62,0
2014	75,2	2014	37,8
2015	53,1	2015	34,3
2016	33,8	2016	19,9

Como se puede observar mejora la desviación con la instalación de la célula en 2016 en ambos productos logrando que la dispersión en el atraso sea menor que en los años previos.

En los gráficos de la figura 44 se puede observar el descenso en la desviación desde los años 2012 y 2013; y como en 2016 la pendiente sigue en descenso.

Para el caso de la válvula tapón, el descenso en la desviación en los años 2014 y 2015 fue en promedio de 29% por año, y la del año 2016 luego de la instalación de la célula la mejora fue del 36%.

En el caso de la Dúo, el descenso entre los años 2013 y 2015 fue en promedio un 20% anual y en 2016 de 42%.



En la figura número 45 se observan los promedios del atraso por año, y un intervalo de $\pm 1\sigma$ a partir de la media de cada año para que se pueda observar donde caen el 68,4% ($\pm 1\sigma$) de los resultados (marcado en segmentos de color negro por encima de las barras).

Viendo este grafico combinado, se puede concluir que el impacto es doble, porque no solo se descende con el atraso con el cliente, sino que disminuye la dispersión del mismo.

Por lo que la confiabilidad del cliente final aumenta enormemente gracias a la implementación.

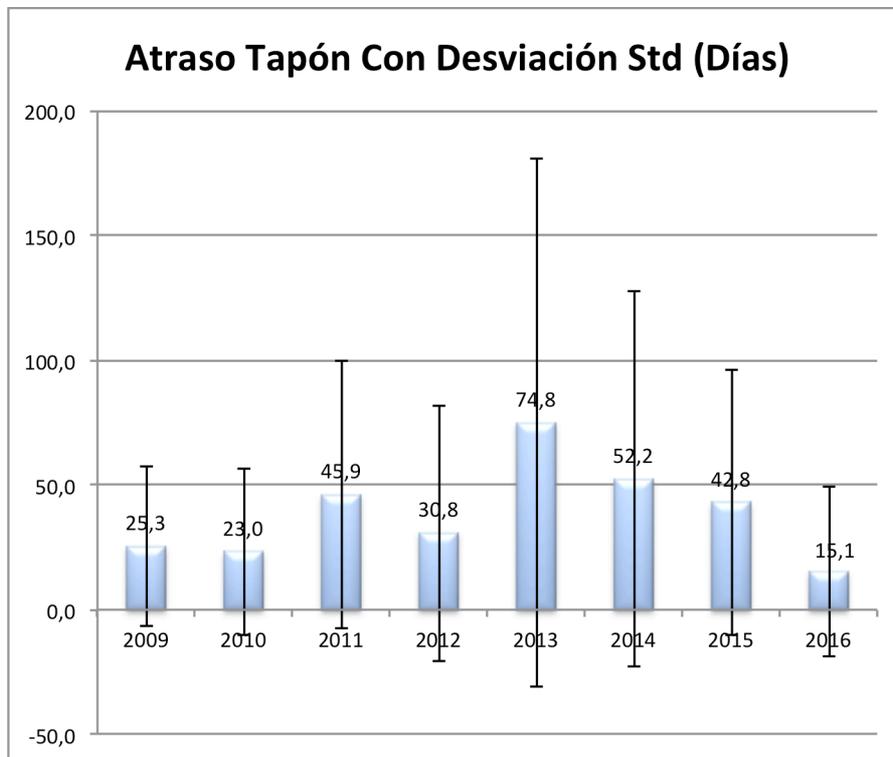
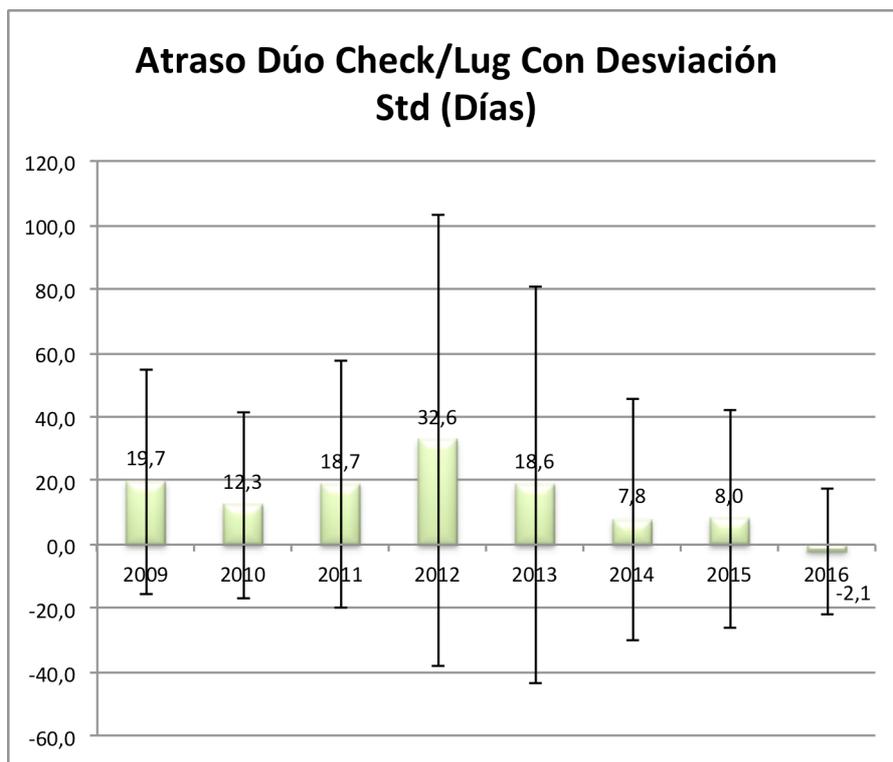


Figura 45: Atraso con Desviación estándar de tapones y dúo | Fuente:
Elaboración propia

Plazo de entrega

Si bien es claro que el cumplimiento con el cliente mejoró desde el punto de vista de que el atraso se redujo y que la variabilidad también; si los plazos de entrega aumentaron lo que pudo haber pasado es que haya habido un sinceramiento de los plazos de entrega con el cliente y no una mejora.

Por lo tanto es fundamental que se sigan manteniendo los plazos de entrega o que hayan disminuido para que la mejora con el cliente sea total.

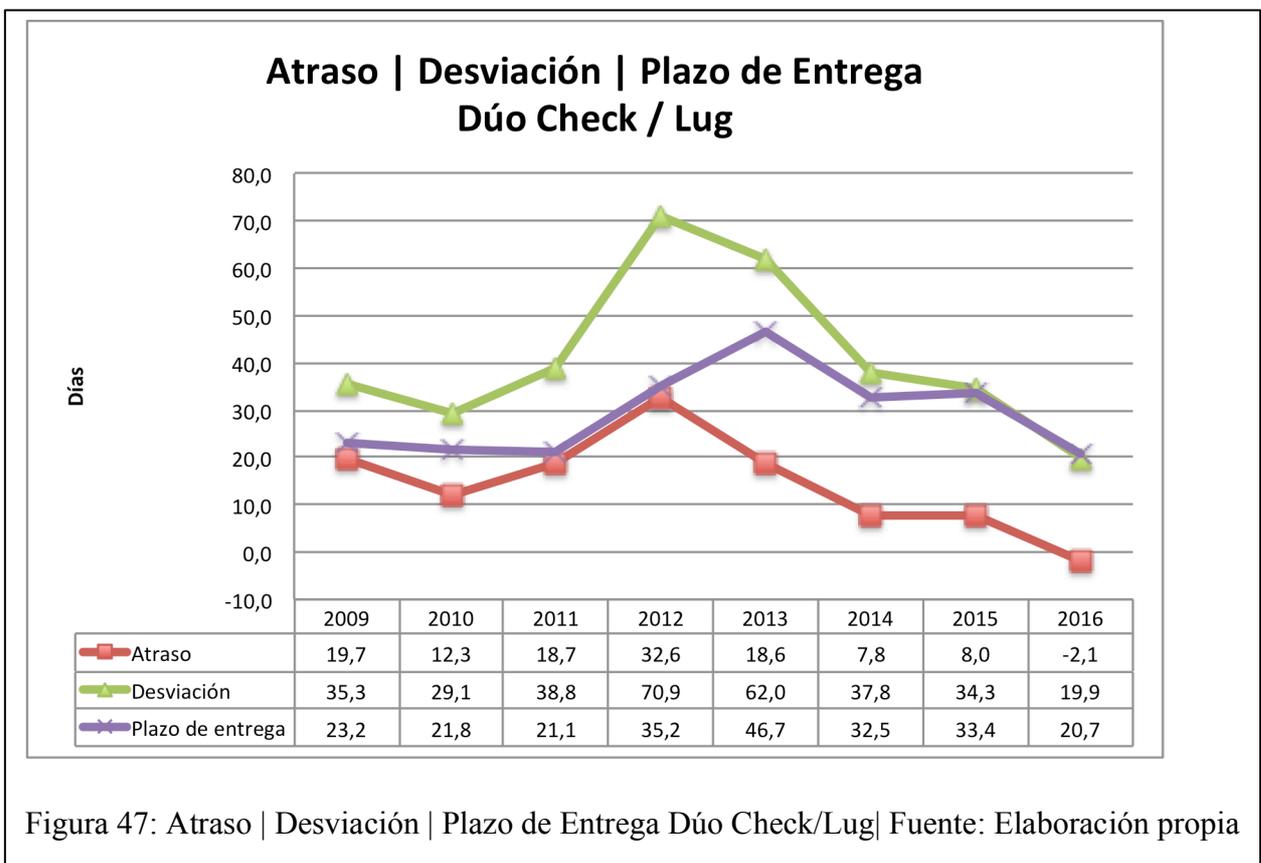
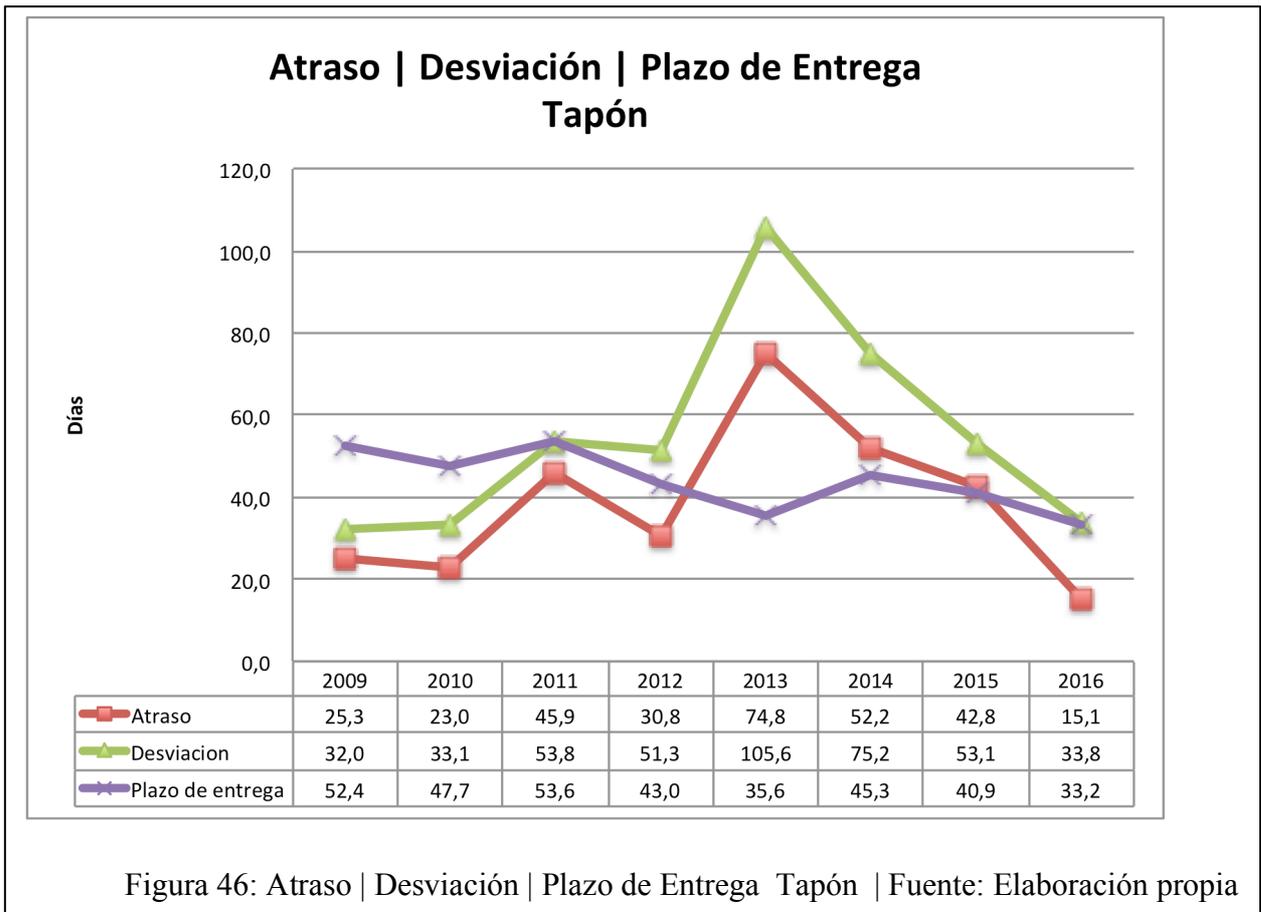
En el siguiente resumen se observa como se evolucionó el plazo de entrega:

Tapón		Dúo Check/Lug	
Año	Plazo de entrega	Año	Plazo de entrega
2009	52,4	2009	23,2
2010	47,7	2010	21,8
2011	53,6	2011	21,1
2012	43,0	2012	35,2
2013	35,6	2013	46,7
2014	45,3	2014	32,5
2015	40,9	2015	33,4
2016	33,2	2016	20,7

Hubo un descenso del 38% de 2015 a 2016 del plazo de entrega promedio en Dúo y del 19% en tapones.

Por lo tanto se concluye que la mejora se dio tanto en el plazo de entrega, atraso y desviación.

En los gráficos de las figuras 46 y 47 se observan las tres variables analizadas, Atraso, Desviación estándar y plazo de entrega para tapones y dúo respectivamente.



CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación sobre la implementación de células de trabajo en una fábrica de válvulas son altamente positivas.

Con respecto a las hipótesis planteadas se han cumplido todas. En la siguiente sección se analizan una por una.

La implementación de células de trabajo mejora los indicadores de atraso y la dispersión en las entregas con el cliente.

En este caso se pudo comprobar que se reducen sustancialmente los indicadores de atraso con el cliente, y la dispersión vista como la desviación en el atraso.

Como fue mencionado en el marco empírico, para el caso de la válvula tapón, la mejora en los años 2014 y 2015 fue en promedio de 24% por año, y la del año 2016 luego de la instalación de la célula la mejora fue del 65%. En el caso de la Dúo, la mejora entre los años 2013 y 2015 fue en promedio un 33% anual y en 2016 un 126% dejando un atraso negativo, o sea en promedio el producto se adelantó 2,1 días la fecha de entrega.

Con respecto a la dispersión, en el caso de la válvula tapón, el descenso en la desviación en los años 2014 y 2015 fue en promedio de 29% por año, y la del año 2016 luego de la instalación de la célula la mejora fue del 36%. En el caso de la Dúo, el descenso entre los años 2013 y 2015 fue en promedio un 20% anual y en 2016 de 42%.

Análisis y conclusión de cada hipótesis de la investigación

Mejora el plazo de entrega con el cliente

Además del resultado anterior que sería el de cumplir con el plazo del cliente, hubo un descenso del 38% de 2015 a 2016 del plazo de entrega promedio en Dúo y del 19% en tapones.

Por lo tanto se confirma la hipótesis de que se mejora el plazo de entrega con el cliente.

Mejora el cumplimiento de los cronogramas del cliente.

Esta hipótesis se cumple, si se confirman las tres hipótesis anteriores, porque cumplir con el cliente tiene que ver con no atrasarse (punto asociado a que disminuya el atraso y que no haya dispersión) y que se reduzca el plazo de entrega, ya que esto hace que el cliente pueda cumplir con su cronograma.

Por lo tanto mejora el cumplimiento de los cronogramas del cliente.

Se reduce el tiempo de trabajo del equipo de planificación.

La reducción del tiempo asociado a planificación tiene dos zonas de impacto importante.

La primera es desde el comienzo del pedido y su planificación. Debido a que el equipo de planificación coordina con el líder de célula y este le da alertas tempranas, se reduce sustancialmente el tiempo de la primera planificación.

La segunda esta asociada al tiempo en que lleva la reprogramación. Si un cronograma no se cumple, hay que re hacer todo el trabajo y esto es una inversión de tiempo que no tiene valor agregado. Por lo tanto si los cronogramas se cumplen (o dicho de otra manera no hay atrasos ni dispersión) se reduce el tiempo de planificación.

Como se cumple la primera hipótesis, la reducción del tiempo de planificación también se reduce.

La instalación de las células es un proceso complementario al de la implementación de Lean Manufacturing

El objetivo final de la implementación de Lean Manufacturing es el de la reducción de desperdicios. En este caso, consolidando los procesos asociados a Lean en la célula, tales como 5S, TPM y el trabajo estandarizado se evoluciona mas rápidamente que en la implementación general; y no tienen intereses contrapuestos, sino complementarios.

Por lo tanto la instalación de las células es complementario a Lean Manufacturing.

RECOMENDACIONES

Se observa que el proceso de implementación de células de trabajo, es fácilmente ampliable a otras empresas del rubro como fabricantes de bombas, autopartistas o talleres metalúrgicos.

Por lo tanto es totalmente recomendable la implementación en este tipo de industrias.

Siguiendo los procesos detallados en el marco teórico, también se recomienda el uso de las células de trabajo en otros procesos de montaje siempre y cuando existan procesos de alta variabilidad y bajo volumen; donde existan procesos de alto nivel de especialización y adaptación al cliente.

La segunda recomendación, es la de comenzar la producción de un nuevo producto directamente en célula.

Diseñarlo directamente paso a paso como célula dará productividad y control, desde el primer día. Además las mejoras en el proceso van a ser rápidamente implementadas dando una rápida respuesta al cliente final.

Como última recomendación, recordar que siempre realizar estos cambios en un contexto industrial va a tener muchos detractores. Un cambio es una modificación del ambiente laboral y tendrá un impacto positivo en la gente, por lo que es fundamental siempre estar atento a las actitudes, expectativas y comportamientos de los protagonistas del cambio. Mucha gente teme a lo desconocido y a salir de su zona de confort, por lo que el rol de la gerencia es fundamental como motor de cambio. Los líderes deben dedicar mucho tiempo a la comunicación y a hacer que la gente participe activamente y ser un facilitador real.

Implementar las células de trabajo es un viaje que requiere mucha energía, pero deja un gran valor agregado para la empresa y para su gente; por lo que vale el esfuerzo de subirse al barco y navegar.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1: Matriz de Producto – Proceso	12
Figura 2: Actividades Clave del Management	14
Figura 3: Matriz Producto – Proceso: Resultado	14
Figura 4: Célula con un solo trabajador	17
Figura 5: Célula con dos trabajadores	18
Figura 6: Célula con dos trabajadores en modo secuencial	18
Figura 7: Células que realizan múltiples familias de productos	19
Figura 8: Células vinculadas y sub células	20
Figura 9: Ejemplo de movimiento entre sub células	21
Figura 10: Modelo de planificación estratégica	33
Figura 11: Las Fuerzas que moldean la competencia de un sector: Porter	34
Figura 12: Las Fuerzas de Porter y los factores que aumentan la intensidad competitiva.	35
Figura 13: Ciclo de vida de la industria:	35
Figura 14: Ciclo de vida de la industria: Patrones de comportamiento	36
Figura 15: Análisis FODA	36
Figura 16: Matriz Mercado Producto	37
Figura 17: Matriz Atractividad Vs Posición Competitiva	38
Figura 18: Gráfico Atractividad Vs Posición Competitiva	38
Figura 19: Tabla de Planeamiento Financiero y Medición de resultados	40
Figura 20: Ejemplo de secuencias de la célula	44
Figura 21: Ejemplo de tabla de estandarización de trabajo	46
Figura 22: Los 8 desperdicios de Lean Manufacturing	48
Figura 23: Matriz Producto – Proceso: Fabrica de válvulas	54
Figura 24: Válvulas de retención a Clapeta	55
Figura 25: Composición de Facturación según productos	55
Figura 26: Modelo de planificación estratégica	58
Figura 27: Fuerzas de Porter	59
Figura 28: Resultado del análisis de los potenciales entrantes	59
Figura 29: Resultado del análisis del poder de los clientes	60

Figura 30: Resultado del análisis de Productos sustitutos	61
Figura 31: Resultado del análisis del poder de negociación de los proveedores	62
Figura 32: Resultado del análisis de la rivalidad competitiva	62
Figura 33: Resumen Fuerza de Porter	63
Figura 34: Ciclo de vida de la industria	64
Figura 35: Cadena de valor de la empresa	66
Figura 36: Factores claves de Éxito (KSF)	67
Figura 37: Matriz Mercado-Producto	68
Figura 38: Matriz Atractividad vs Posición Competitiva	69
Figura 39: Gráfico Atractividad vs Posición Competitiva y Facturación para las Unidades de Negocio	70
Figura 40: Gráfico Atractividad vs Posición Competitiva y Facturación para las Oportunidades	71
Figura 41: Layout de la célula de trabajo	80
Figura 42: Atraso Válvula tapón y Dúo	82
Figura 43: Histogramas de tapones y dúo.	84
Figura 44: Desviación Válvula tapón y Dúo	86
Figura 45: Atraso con Desviación estándar de tapones y dúo.	87
Figura 46: Atraso Desviación Plazo de Entrega Tapón	89
Figura 47: Atraso Desviación Plazo de Entrega Dúo Check / Lug	89

BIBLIOGRAFÍA

→ Vollmann, T. (2005). *Manufacturing planning and control for supply chain management* (1st ed.). Boston: McGraw-Hill/Irwin.

→ Swank, C. (2003). *The Lean Service Machine*. *Harvard Business Review*. Retrieved 7 January 2017, from <https://hbr.org/2003/10/the-lean-service-machine>

→ Hayes, R. and Wheelwright, S. (1979). Link Manufacturing Process and Product Life Cycles. *Harvard Business Review*, January

→ Kirby, K. (2013). *Work Cells and Cellular Manufacturing*. [online] The University of Tennessee, Knoxville. Available at: <http://web.utk.edu/~kkirby/IE527/Ch10.pdf>

→ Rajadell Carreras, M. and Sánchez García, J. (2010). *Lean manufacturing*. 1st ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos

→ Kesterson, R. (2015). *The basics of Hoshin Kanri*. 1st ed. Boca Raton, FL: CRC Press

→ Estanislao Bachrach (2016), *Inteligencia Emocional y Liderazgo*, Universidad Torcuato Di Tella.

→ University of Idaho. (2017). *Work Cells Design*.

<http://www.webpages.uidaho.edu/mindworks/Lean/Lecture%20Notes/ME%20410%20Lecture%20Slides%2007%20Cell%20Design.pdf>

→ Yukelson, A. (2016). *Estrategia Empresaria*. Universidad Torcuato Di Tella.

→ Porter, M. (2009). *Ser competitivo*. 1st ed. Barcelona (España): Ediciones Deusto.

→ Vulcano, G. (2015). *Análisis y Diseño de Procesos*. Universidad Torcuato Di Tella.

→ Krichbaum, B. (2008). *The power of consistency*. 1st ed. [ebook] Available at: <http://www.processcoachinginc.com/images/Standardizedworksamle.pdf>

Anexo 1: Características de las válvulas manuales

Las válvulas manuales son las siguientes:

- Esclusa
- Globo
- Retención a Clapeta
- Retención Duo Check / Duo Lug
- Tapón
- Filtro

En este anexo se detallan las características básicas de cada una.

En términos generales las válvulas se utilizan en las siguientes aplicaciones:

- Plantas de tratamiento de petróleo
- Refinerías y petroquímicas
- Tratamiento de gas
- Centrales termoeléctricas e Hidroeléctricas
- Biocombustibles
- Pasta celulósica y papel
- Periféricos de calderas

Esclusa

La válvula esclusa se utiliza para el bloqueo (tipo on-off) de vapor, aire, gas, petróleo, aceite y fluidos en general.

Las esclusas no están diseñadas para regularlo lo que indica que deben estar completamente abiertas o completamente cerradas para que sus interiores (asiento y cuña) no sean desgastados prematuramente por el fluido y su presión y así evitar que tenga fugas.

Las válvulas esclusas son bidireccionales y de paso completo.



Globo

Las válvulas tipo globo a diferencia de las válvulas esclusa, permiten aplicarlas en regulación de fluidos y realizan un cierre hermético cuando cuenta con un asiento flexible. En esta clase de válvulas el fluido no corre de manera directa y en una sola dirección como lo hacen en las válvulas esclusa sino que el fluido entra y sube dentro del cuerpo de la válvula, es estrangulado por el embolo según qué tan abierta o cerrada se encuentre la válvula, y después baja el fluido hacia la salida de la válvula.



Las válvulas globo tienen la ventaja de regular, pero tienen la desventaja de que al detener cierta parte del fluido para regularlo, generan una caída de presión dentro de la línea lo que debe de ser considerado en los cálculos técnicos para que esta clase de válvulas y otras circunstancias que hay dentro de la línea no impidan que el fluido deba de llegar hasta donde se requiere.

Retención a Clapeta

La válvula de retención a Clapeta se utiliza para la protección de equipos que pueden ser afectados por flujo inverso, como compresores, bombas, medidores, filtros y válvulas de control.

Se utiliza en servicios de vapor, aire, gas, hidrocarburos y biocombustibles, y para la prevención de inundaciones o apagado de sistemas.



Retención Duo Check / Duo Lug

La aplicación de este tipo de retención es similar a las de Clapeta, pero tienen como ventaja que son más livianas, dimensionalmente más pequeñas y tienen menor pérdida de carga (CV) en muchos diámetros.



Tapón

La válvula tapón lubricado balanceado de cono invertido (lubricated plug valve), al igual que la válvula esclusa se utiliza para el bloqueo (tipo on-off) de vapor, aire, gas, petróleo, aceite y fluidos en general.



Válvula robusta de una sola pieza, que resiste las cargas transmitidas por la cañería y por su diseño, los diferenciales de presión no afectan a los asientos.

Filtros

Los filtros se utilizan para la protección de equipos por separación y retención de partículas sólidas. Reducen los niveles de contaminación en la línea

