

Análisis sobre técnicas de mejora de procesos Lean, Six Sigma y Agile.

**Aplicado en la producción de gas envasado en cilindros de alta
presión en Argentina.**

MBA Intensivo 2012.

Alumno: Brian Lefebvre

Tutor: Gustavo Werbin

Mayo 2016.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

A mi mujer Eleonora Mac Donough

A mis padres y amigos que me acompañaron

A IBM Argentina

A Agustín García de Amorrortu, amigo del MBA

RESUMEN

Existe una nutrida variedad de escuelas de calidad y mejora continua, ya sea aplicada a servicios como a procesos industriales. Las empresas tamizan estas ofertas y las incluyen en los perfiles de búsquedas laborales. Muchas veces se asocia o identifica a una empresa con una de estas prácticas de calidad y mejora continua; en otras ocasiones se advierte que la escuela de moda es la que está siendo solicitada por la mayoría de las empresas en sus búsquedas laborales sin fundamento que lo asocie a la cultura de la empresa.

A menudo sucede que cuando una técnica de mejora continua es bien aplicada en una empresa, esta pasa a formar parte de la cultura de la misma como si cualquier otra técnica de mejora continua no existiese o no se adaptase del mismo modo que la que tuvo éxito; pretendiendo aplicar dicha metodología a todos los sectores de la empresa, sin conocer que hay ciertas metodologías que aplican de mejor forma – y algunas veces a un menor costo.

El presente trabajo pretende analizar tres grandes escuelas de mejora que han sabido cosechar éxitos, entender cuándo es mejor utilizar cada una de ellas de acuerdo las características de los procesos a analizar.

Dado que la experiencia profesional de autor orientada en la mejora de procesos fue forjada en Praxair Argentina, se ha decidido tomar esta empresa como el escenario de comparación para explicar de manera práctica cada uno de los casos a desarrollar en el presente trabajo.

PALABRAS CLAVES

Six Sigma

Lean Manufacturing

Agile

Mejora continua

INDICE

MARCO TEORICO.....	10
CAPUTILO I: NOCIONES SOBRE LEAN MANUFACTURING	10
Historia.....	10
Conceptos de Lean Manufacturing	10
El sistema de producción Lean	16
Principales herramientas de Lean.....	19
Mapas de flujo de valor	19
Cuadro de control	22
Consideraciones para una adecuada implementación	24
Resumen.....	24
CAPUTILO II: NOCIONES SOBRE SIX SIGMA	26
Historia.....	26
Principales conceptos de Six Sigma	26
Six Sigma, el concepto estadístico	28
Principales herramientas utilizadas en Six Sigma.....	30
Mapa de proceso	30
AMFE – Análisis Modal de Fallas y Efectos.....	32
Marco de referencia para la implementación de Six Sigma	33
Resumen.....	36
CAPUTILO III: NOCIONES SOBRE AGILE	38
Historia.....	38
Principales conceptos de Agile	40
Herramientas Agile	41
Consideraciones para su implementación	43
Resumen.....	44
CAPITULO IV: PRAXAIR ARGENTINA	46
El Negocio de gases industriales, medicinales y alimenticios.....	46
Areas que la componen	47
MARCO EMPIRICO	50
Matriz de decisión	50
Dinámica para la utilización de la matriz de decisión	52
Descripción del área de producción.....	53

Situación actual.....	54
Solución propuesta	56
Los beneficios de esta solución	62
Descripción del área de logística	62
Situación actual.....	65
Solución propuesta	65
Los beneficios	70
Descripción del área comercial	70
Situación actual.....	71
La solución propuesta	72
Los beneficios	75
CONCLUSIONES.....	77
BIBLIOGRAFIA	80

INTRODUCCION

Actualmente las empresas contienen en su cultura – en mayor o menor medida – la calidad y mejora continua como modo de trabajo habitual, no como una mera etapa de trabajo o proyecto para evaluar el desempeño de la compañía. La mejora continua y calidad forman parte del músculo que las empresas deben trabajar para mantener sus capacidades competitivas en el mercado actual.

Si bien las mismas técnicas son abordadas de distinta forma por las empresas, algunas para reducir costos de producción o servicios, otras para enfrentar los paradigmas que las mismas contienen y así impulsar la innovación dentro de los equipos de trabajo; lo cierto es que en todos los casos la alta dirección de las compañías (boards, CEOs, CIOs y CHROs) son los responsables de impulsar las distintas escuelas que existen, llevándolas al nivel de adopción de los empleados en su trabajo diario y utilizándolas como elemento fundamental dentro de las estrategias corporativas para alcanzar los resultados planteados por los accionistas.

Las escuelas seleccionadas en el presente trabajo son, Lean Manufacturing, Six Sigma y Agile – nombradas en orden cronológico de creación por los distintos movimientos que se gestaron a lo largo de la historia, dando lugar a estas técnicas.

El objetivo general es analizar las distintas técnicas de mejora de procesos, Lean, Six Sigma y Agile) identificando las principales características de uso de cada una, entender las características que las gobiernan, los objetivos que persiguen.

La descripción de cada escuela será realizada utilizando libros que desarrollan extensamente los conceptos y casos de éxito en empresas que adoptaron cada una de estas escuelas.

Algunas de las preguntas que este trabajo pretende responder son: ¿Cuál de las técnicas es mejor? ¿Cuándo deben ser utilizadas? ¿Los conceptos de cada una de las escuelas tienen caducidad?

Para responder algunas de estas preguntas, se ha seleccionado una empresa que produce y comercializa gases alimenticios, industriales y medicinales en la

República Argentina. El modelo de negocio es simple, las aplicaciones son vastas y los competidores a nivel mundial aplican el mismo modelo sin importar la geografía. Es por esta razón que el autor considera de amplia aplicabilidad el presente estudio a la industria gases industriales, medicinales y alimenticios.

Los objetivos específicos de este trabajo son:

- Analizar las características que gobiernan Lean Manufacturing, Six Sigma y Agile
- Identificar en qué sectores de la empresa se deben aplicar los proyectos de mejora continua que generen los mayores beneficios económicos
- Definir – de acuerdo al objetivo anterior – cuál de las técnicas de mejora aplica más adecuadamente para su implementación
- Proponer una mejora en los sectores de la empresa identificados de acuerdo a cada técnica seleccionada

La hipótesis central del presente trabajo es que las tres escuelas – Lean Manufacturing, Six Sigma y Agile – son buenas escuelas y no hay ninguna que sea mejor que otra a partir de los conceptos de los que fueron erigidas.

Sino que cada una de ellas, engloban un determinado grupo de herramientas – las cuales tienen una secuencia y modo de uso – que pueden ser utilizadas sin importar el marco temporal del mercado en el que se desenvuelven las empresas.

Para demostrar estos conceptos se desarrollará un resumen de cada una de las escuelas por separado, entendiendo el marco temporal en el que fueron desarrolladas y los casos de éxito que supieron cosechar a partir de los cuales fueron impulsadas y promovidas mundialmente.

Luego de la descripción de las escuelas, se desarrollará los conceptos que giran en torno al negocio de los gases alimenticios, medicinales e industriales y el marco legal. Se ha seleccionado dicho negocio por lo particular y masivo de la industria de gases industriales, medicinales y alimenticios – así como lo puede ser el la industria medicinal con cada una de sus especialidades – para que al término de la descripción del mismo sea más fácil aplicarlo en negocios o mercados más sencillos. En esta etapa del trabajo se desarrollarán los conceptos que norman el

mercado de gases medicinales y alimenticios; que para el caso de la república Argentina está dado por el A.N.M.A.T. El A.N.M.A.T tiene sus pares, entes reguladores en los distintos países, que implementan idénticas normas y procesos de producción para los alimentos y medicamentos.

El tipo de investigación es descriptiva y el diseño de la investigación es no experimental.

Al final de este trabajo se pretende demostrar lo atemporal que resultan las tres escuelas, que el uso de cada una de ellas está intrínsecamente atada a la particularidad de cada escenario donde se pretenda utilizar una herramienta de mejora continua, sin importar la geografía o la industria en donde se pretenda aplicar cualquiera de las técnicas. También se analizará la aplicabilidad y vigencia en una breve mirada hacia el futuro cercano de las técnicas estudiadas.

MARCO TEORICO

CAPUTILO I: NOCIONES SOBRE LEAN MANUFACTURING

Historia

El origen de Lean Manufacturing es atribuido a la empresa automotriz Toyota, donde se conoció como el Toyota Production System – sistema de producción de Toyota. El responsable de desarrollar esta metodología dentro de la empresa Toyota fue Taiichi Ohno, quien ingresó en la compañía en 1937 como consultor en el área de producción. Ohno advirtió que la productividad de la empresa Toyota era muy inferior a la estadounidense antes y después de la segunda guerra mundial. Al término de la segunda guerra, Ohno tuvo la oportunidad de viajar a Estados Unidos de Norteamérica para estudiar las industrias automotrices para llevar las mejores prácticas del momento a Toyota. Como conclusión de su viaje, Ohno describió su asombro por lo desarrollado de la industria automotriz norteamericana, pero a su vez, también estaba sorprendido por cómo la masificación de la producción iba en detrimento de la variedad de productos a fabricar. Parecía que volumen y variedad eran opuestos.

Fue hasta que Ohno, observó la logística que se manejaba en los supermercados norteamericanos que comprendió que volumen y variedad podían ser llevados a la práctica en la industria automotriz. A partir de esa experiencia describió tres tipos de “desperdicios” a evitar en cualquier proceso productivo.

Conceptos de Lean Manufacturing

El modelo Lean Manufacturing es una colección de herramientas, metodologías y un fuerte foco en la eliminación de “desperdicios” y mejora continua dentro de una organización. Ohno, centró sus esfuerzos en la eliminación de tres tipos de “desperdicio”, Muda, Mura y Muri por sus nombres en japonés.

El objetivo de Ohno fue la eliminación del mismo o reducción al máximo identificando las actividades que suman valor o no en un proceso dado.

Muda, representa el desperdicio en sí, sobrante de material, actividad innecesaria. Mura es el desperdicio que se genera a partir de la variabilidad de un proceso, en este sentido la variabilidad de un proceso puede resultar en productos defectuosos,

uso excesivo de materia prima, paradas de máquina, etc. Esta variabilidad también impacta en la planificación de la producción, eficiencia y efectividad de un sistema productivo.

Muri, es el desperdicio que se desprende de la sobreproducción de trabajo, por la inhabilidad de comprender las capacidades del sistema de producción. Más allá de las capacidades específicas que pueda tener cada estación productiva, es importante tener en cuenta la disposición en planta del recorrido de los materiales y personas (llamado layout por su palabra en inglés). La combinación de Mura y Muri dan como resultado grandes cuellos de botella en los sistemas de producción.

Detrás de los esfuerzos por eliminar las mudas, muras y Muris existe una filosofía que sustenta la mejora continua, llamada kaizen. Este concepto es amplio, su origen no es el de la industria manufacturera sino que es un concepto filosófico que describe un estado mental “en alerta” para descubrir posibles mejoras – ya sea personal, de un equipo deportivo, de un proceso, etc.

Ohno desarrolló seis principios que gobiernan el pensamiento Lean, estos son:

1- Eliminación de desperdicios:

Muda es el desperdicio físico más fácil de comprender y abarca principalmente la manufactura de (i) Re trabajo, (ii) la sobre producción, (iii) la espera entre procesos productivos, (iv) la sub utilización de capacidades productivas – ya sea de máquinas o personal -, (v) el transporte, (vi) el inventario, el (vii) movimiento y (viii) el sobre procesamiento.

- i- Los productos defectuosos representan extra costos en el sentido que debe existir un re trabajo – utilizando materia prima, energía y mano de obra extra – para completar el lote de trabajo inicialmente planificado (también se puede contemplar el costo por no recuperar el producto defectuoso - scrap por su palabra en inglés.
- ii- La sobre producción es entendida por toda actividad que recibe el producto fabricado que no está contemplado como requisito por el cliente final. Este tipo de desperdicio suele identificarse por la interpretación de las actividades que suman valor o no para el cliente. Habitualmente cuando se realiza dicho análisis en los procesos productivos, se identifican actividades que no están contempladas como requisito por el cliente, de modo que podrían eliminarse ahorrando tiempo, y dinero sin que el cliente identificase la falta de dicha actividad. Este tipo de desperdicio son un

desafío para las empresas que no tienen un detalle de su cadena productiva y de suministros, en contraposición las empresas que tienen alta comunicación entre el área de ventas – quien escucha la voz del cliente – y el área de producción, suelen identificar rápidamente este tipo de desperdicio y actuar en consecuencia.

- iii- La espera suele ser una actividad que no suma valor para el cliente final, en ese estado el producto no está siendo transportado, procesado o transformado, por lo que cualquier producto que esté en espera debe representar un alerta amarillo para analizar el porqué de su estado.
- iv- La sub utilización de capacidades productivas, es uno de los desperdicios menos tangibles de comprender sus causas y consecuencias. Probablemente cualquier lector podrá asociarlo al “costo de oportunidad” para no ahondar en casos específicos de un proceso dado. Esto se traduce en el costo de oportunidad de tener una máquina sub operativa, en tener un empleado altamente calificado realizando actividades que otro empleado menos calificado podría estar realizando en su lugar.
- v- El transporte, es al igual que la espera, una actividad que por lo general no suma valor al cliente final; donde básicamente determinamos esto respondiendo a que si el cliente está dispuesto a pagar por el transporte de un producto en proceso productivo. Se estima que el único transporte que está dispuesto a pagar el cliente final es por el producto terminado hasta su domicilio. Está claro que algunos procesos productivos o de servicios no pueden eliminar la espera o el transporte, sino que son una característica del proceso en sí.
- vi- El inventario - que no se está procesando - de material por ser procesado, material o servicio en proceso, y producto terminado representa un ingreso monetario que no se ha manifestado aún, más aún es un costo manifiesto. Este desperdicio en especial ha sido objeto de numerosos estudios de acuerdo al impacto económico que tiene en las empresas. Del intento por eliminar este desperdicio surge el Just in Time Inventory y las iniciativas por tercerizar el manejo de inventario para mitigar el costo que representa en algunos procesos productivos.
- vii- El concepto de movimiento como desperdicio, llama al análisis del movimiento per sé, examinando el origen del movimiento y su

consecuencia dado que casi no existe movimiento que agregue valor – salvo raras excepciones en procesos productivos y de servicios. El movimiento como tal puede resultar difícil de identificar dado que no solo se refiere el movimiento físico del producto, o personas, sino también puede estar relacionado con un movimiento ocular o mismo de procesamiento en computadores. Estos movimientos solo pueden ser detectados analizando el algoritmo que reside detrás de la actividad que el computador esté realizando. Algoritmos más simples e inteligentes redundan en menor cantidad de cálculos e iteraciones y por lo tanto en menor cantidad de movimiento.

- viii- El sobre procesamiento es considerado un desperdicio en sí, dado que se ha puesto tiempo y dinero en la fabricación de productos o servicios que el cliente final no ha solicitado, sino también incrementando los costos de almacenamiento de producto terminado, y lidiando con la caducidad de los productos o servicios trabajados. Luego de la crisis del 30' se ha evidenciado que los procesos productivos – y más recientemente los procesos de servicios - deben ser cada vez más flexibles para producir estrictamente lo necesario y tener la capacidad de ser flexibles cambiando de producto o servicio a producir, en el menor tiempo posible. Luego de que todas las industrias abandonaran el sistema productivo de empuje o push por su palabra en inglés, y de migrar a lotes de producción que se ajusten a lo solicitado por el cliente – sin buscar el lote de producción que optimice el costo del producto – este tipo de desperdicio es el menos usual de encontrar en los procesos actuales.

2- Una visión global.

Este segundo componente de la filosofía Lean se relaciona con la estrategia y planeamiento a largo plazo de la compañía. Si bien, una vez definida la estrategia podemos ampliar el detalle de las actividades que soportan la táctica, hasta llegar a actividades diarias; el objetivo de este punto es brindar a los ejecutivos una estructura para la toma de decisiones asegurando el crecimiento y la continuidad del negocio. Esta perspectiva responde preguntas como ¿Este programa se alinea a la misión y visión de la compañía? También abarca una visión de la compañía incluyendo sus proveedores, no solo el proceso productivo únicamente.

3- Simplicidad.

La simplicidad está presente en toda compañía, todos la buscan y nadie desea procesos complejos. Así como se explica con “el síndrome del movimiento” el cual explica que a mayor cantidad de pasos dentro de un proceso aumenta la probabilidad de defectos. En resumen, lo simple representa menor probabilidad de falla, menor tiempo de ejecución, mayor facilidad de transferencia de conocimiento, mayor facilidad de monitoreo, menor tiempo de entrenamiento para los operarios de un proceso. Por estas razones podemos decir que la simplicidad es inherente a la filosofía Lean, la cual busca eliminar desperdicios de cualquier actividad.

4- Mejora continua.

Se puede afirmar que la mejora continua está en la médula de la filosofía Lean, impactando de la mejor manera a cualquier compañía que desee implementarla. Parece una obviedad afirmar que las compañías deben asir la mejora continua para mantener su competitividad en el mercado actual; una compañía que no cambia comienza su derrotero relegando competitividad e innovación respecto de las que sí lo hacen. En este sentido la mejora continua se da en el seno de cualquier compañía a través de las personas que la componen, y es por esta razón que toda compañía debe ejercitar el músculo de la mejora continua, para que cualquier cambio exógeno sea mejor asimilado por la compañía. Si los empleados adoptan la mejora continua como modo de trabajo diario, entonces la compañía podrá responder rápidamente a los cambios de mercado, o tecnológicos. Es importante aclarar que la adopción de la mejora continua como forma de trabajo debe estar sustentada en la cultura de la empresa y evangelizada por la dirección de la compañía. Debe reconocer los logros y errores de los empleados como resultado de proponer mejoras, esto predispone a la buena voluntad de las personas a proponer ideas no convencionales con tal de generar ideas innovadoras que resulten en soluciones para todos. Gran parte del éxito de Toyota fue el tiempo dedicado – no productivo – a las reuniones con los equipos de trabajo donde proponían ideas para encontrar soluciones a situaciones cotidianas – podían ser problemas o no-.

5- Visibilidad.

La visibilidad o transparencia es esencial en el éxito de la implementación Lean, desde su sentido más taxativo, la transparencia se debe dar en todos los niveles, no solo en la cadena productiva. Desde el escritorio del CEO en adelante, se debe tener acceso a cómo funcionan los procesos, las tomas de decisiones para poder encontrar todo tipo de desperdicio. La compañía se debe tomar como una sola unidad funcional, no deben trabajar como compartimientos estancos – generando sus propias señales, códigos, tiempos y en algunos casos hasta estándares -; más aun llevando la filosofía Lean hasta un extremo se eliminan paredes o cualquier obstáculo visual para que toda persona pueda entender lo que ocurre a su alrededor. Esto tiene un estímulo visual que lleva a cualquier empleado a sentirse en sintonía con el ritmo de producción – entendiendo rápidamente si se ha generado un cuello de botella en una estación de trabajo dada, si hubo una parada de máquina, etc. – de lo contrario si un tipo de desperdicio no se detecta, nunca será removida. La transparencia está en sintonía con la mejora continua en el sentido que promueve y permite la flexibilidad de las personas para asimilar los cambios que deba implementar la compañía para acompañar el ritmo del mercado.

Cuando una empresa integra a sus proveedores dentro de su negocio, debe tener especial cuidado con la visibilidad o transparencia, en el sentido que se pueden generar falsas señales entre los proveedores y la compañía. Así como se explicó el caso de que una compañía debe actuar como una sola unidad funcional eliminando la idea de trabajar como compartimientos estancos, cuando se integra a proveedores en la cadena de suministros debe tenerse cuidado en integrar a proveedores cuyo grado de adopción de la filosofía Lean sea alto, así se pueden evitar falsos pedidos de materia prima a partir de la visualización de los inventarios de materia prima que tenga la compañía. La mala comunicación – no solo la visual – la falta de información o información errónea entre departamentos – o proveedores – puede generar costos innecesarios en cualquier proceso.

6- Flexibilidad

La mejora continua, la visibilidad y la flexibilidad no son propias de la filosofía Lean, hoy en día todas las empresas buscan tener estas cualidades arraigadas dentro de su cultura. La flexibilidad es un componente más que se

debe dar en casi igual proporción que la mejora continua y la visibilidad para que las tres características le den a la compañía un instinto de supervivencia frente a los cambios de mercado.

El sistema de producción Lean

Tradicionalmente las cadenas de producción funcionaban a partir de una estimación de demanda, para luego comenzar a fabricar los productos o servicios. La materia prima era la pieza que alimentaba el sistema productivo “empujando” en cada etapa hasta conseguir el producto terminado. Está claro que esta visión de la cadena de suministro no comulga con la filosofía Lean dada la gran probabilidad de generar desperdicios, desde una errónea estimación de demanda en adelante. Por el contrario la filosofía Lean determina el pedido del cliente como el paso inicial para encender la cadena productiva, se dice que este tipo de cadena productiva “tira” de los productos o servicios a ser fabricados. En el gráfico 1, se aprecia como el ciclo inicia con la demanda del cliente, quién activa la cadena de suministro para que se cumpla con el requisito del cliente.

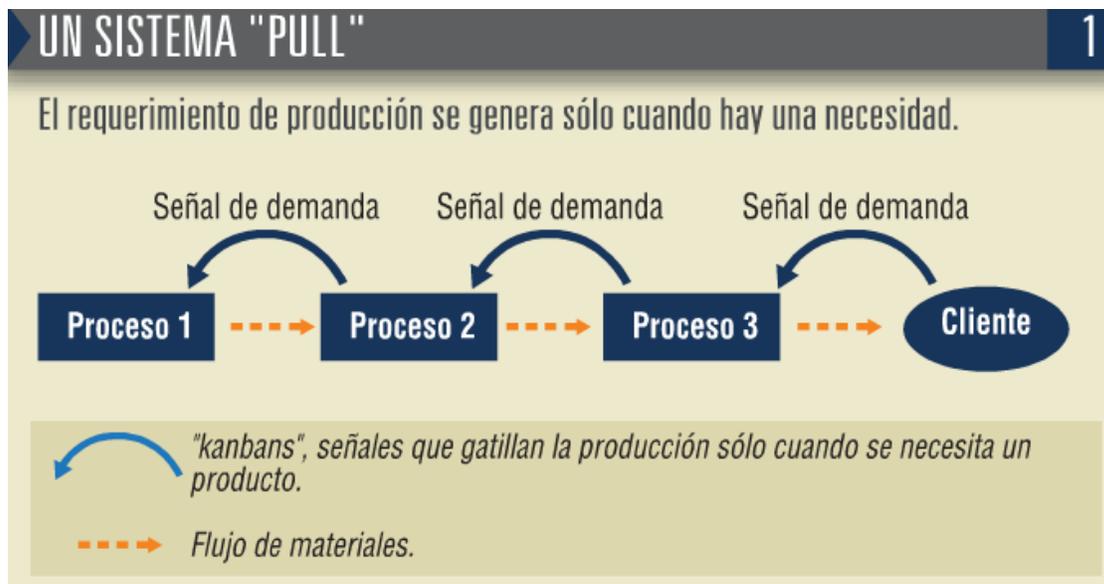


Gráfico1. Características del sistema pull.

Fuente *Internet*: <http://tecnicodesmt.blogspot.com.co/2014/12/sistema-just-in-time-justo-tiempo.html>

Una vez que se establece el flujo de información y el flujo de materiales en una cadena de suministro de este tipo, se puede balancear más rápidamente que una

cadena que empuja los productos, dado que esta última se basa en cálculos estimados iniciales y la segunda en pedidos en tiempo real que disparan lotes de producción más pequeños y flexibles. Los productos son fabricados a partir de pedidos reales.

Una herramienta utilizada en Lean para el análisis de su cadena productiva es el “value stream mapping” por su denominación en inglés o “mapa de valor”. Esta herramienta es utilizada para analizar cada una de las actividades directas o indirectas involucradas en el proceso productivo ¿Por qué? ¿Para qué? ¿Cuándo? Si espera o no, si porque se realiza de un modo y no de otro, y un sinnúmero de preguntas más son las que se llevan a cabo para tener un completo entendimiento de porque se realizan las actividades, siempre con la mira puesta en el cliente final. El value stream mapping se puede establecer por sectores, pero la idea que está detrás de la filosofía Lean nos lleva a establecer un mapa de valor a lo largo de toda la compañía. Una vez finalizado el análisis se puede inferir fácilmente dónde están los desperdicios, cómo eliminarlos, oportunidades de eficiencia, actividades que se realizan adecuadamente y deben ser replicadas en otros sectores que ejecutan tareas similares de distinta forma. Esta herramienta se basa en un conjunto de prácticas específicas y no en la habilidad del consultor en realizar las preguntas y descubrir potenciales desperdicios. Tal como se ha comentado anteriormente el éxito de la mejora continua radica en poner a los empleados “expertos” que utilizan a diario las maquinarias o procesos en primer plano y escuchar de ellos lo que tienen que decir en materia de proponer soluciones o justificar por qué realizan el trabajo como lo hacen.

No es un objetivo de este trabajo detallar en profundidad el uso de las herramientas que a continuación se enumerarán – con una breve descripción adjunta - y que forman parte del conjunto de herramientas del mapa de valor:

- 1- Mapa de proceso: Es la herramienta que impulsó el desarrollo de la ingeniería industrial, donde se comienza por enumerar las actividades que forman parte de un proceso dado, se establecen los requerimientos y productos de cada actividad. De este modo se pueden detectar fácilmente los desperdicios. Como rompe hielo del análisis de cada actividad se utiliza la técnica de los 5W y 1H por sus siglas en inglés - ¿Por qué? ¿Para qué? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Quién? Y ¿Cómo? -, con esto se pretende descubrir la

razón de las actividades y todas deben estar alineadas a responder las necesidades del cliente. De otro modo, se podría estar potencialmente ante un desperdicio.

- 2- Matriz de cadena de suministro: Es una herramienta visual de cómo responden los niveles de inventario de acuerdo al ritmo de producción.
- 3- Cono de producción: Esta herramienta identifica las posibles configuraciones en una cadena de producción de varios productos, en los cuales se analiza los requerimientos de cada estación de trabajo de acuerdo a las posibles configuraciones de producción. Desde la fabricación de un único producto hasta la configuración mas variada de ellos. Con este análisis se puede identificar rápidamente los potenciales cuellos de botella y requerimientos para que esto y otros desperdicios no sucedan o sean minimizados.
- 4- Mapa de calidad: Es una herramienta visual para identificar dónde pueden estar los problemas relacionados con la calidad dentro de una organización. Esta herramienta identifica tres tipos de problemas relacionados con la calidad, productos defectuosos, servicios defectuosos, desperdicios internos.
- 5- Mapa de demanda amplificada: También conocido como mapa de efecto Forrester, esta herramienta gráfica brinda información acerca de los niveles necesarios de inventario de acuerdo a la variabilidad de producción. Los estudios realizados por Forrester indican que a medida que se cambian los ritmos de producción, estos cambios tienen un efecto amplificador en los inventarios, esperas, transportes y movimientos los cuales todos son desperdicios para la filosofía Lean. Es importante tenerlos en cuenta para realizar el correcto balanceo de materiales a lo largo de la cadena productiva.
- 6- Análisis de punto de decisión: Esta es otra herramienta gráfica en la cual se despliegan curvas que describen los niveles de producción – y costos - para ciertos lotes dados. Con la ayuda de este gráfico los ingenieros de producción pueden trazar escenarios de sensibilidad del tipo “¿qué pasa sí?” identificando las necesidades de materiales, empleados, y cuellos de botella generados por saturación de capacidades productivas.
- 7- Mapa de estructura física: La última herramienta también es visual, y representa la estructura de toda la cadena de producción. La cual puede ser construida a partir del volumen de producción o del costo de cada sector. La primera sirve para identificar potenciales cuellos de botella o flujos de

material que entorpecen la producción. La segunda sirve para tener una visión holística de donde se generan los mayores costos en la cadena productiva.

Casi todas las herramientas son visuales y auto explicativas, de acuerdo al principio de simplicidad, permitiendo tomar decisiones más rápidas.

Justo a Tiempo (Just in Time), es una estrategia de producción que busca reducir costos de producción a partir de la reducción de inventarios. La idea detrás de la estrategia se basa en que los inventarios son un costo en sí, un desperdicio desde el punto de vista de la filosofía Lean; sin importar si es inventario de materia prima, material en proceso o producto terminado. Disminuyendo los niveles de los inventarios mencionados, se reduce el costo, pero se debe ajustar el sistema de producción ya que se vuelve menos flexible desde el punto de vista de volúmenes de producción.

No todas las empresas están preparadas para adoptar el sistema justo a tiempo, ya que prevalecen los sistemas de producción donde los inventarios sirven para amortiguar los cambios en los niveles de producción. Una buena comunicación a lo largo de toda la empresa – desde ventas, compras, producción o entrega de servicios, logística, y con el cliente final – son factores de éxito para la implementación del justo a tiempo.

En pocas palabras, el justo a tiempo implica tener los inventarios – de materia prima, material en proceso y producto terminado - en el momento justo, en la cantidad justa – la solicitada por el cliente – en el lugar donde se la necesite. Cualquier nivel superior de inventario se considerará como un desperdicio, un costo que se puede eliminar mejorando el sistema productivo.

Principales herramientas de Lean

Mapas de flujo de valor

A continuación se describirá los pasos para la ejecución de un mapa de flujo de valor, entendiendo que el mismo es un gráfico realizado en papel o pizarrón, por una persona que lidera un equipo de personas reunidas al mismo tiempo – y no es la

colección de diferentes puntos de vista, de personas que trabajan de manera aislada en la realización del mapa de calidad -. Que es la descripción de cómo se realiza un producto o servicio, empezando desde el producto o servicio terminado al inicio del proceso.

- 1- Describir gráficamente todas las actividades relacionadas con la elaboración de un producto o servicio en forma cronológica inversa.
- 2- Una vez terminado el paso uno, detallar en cada actividad cuales generan valor para el cliente y cuáles no.
- 3- Calcular los tiempos de cada operación que genera valor
- 4- Identificar los desperdicios de acuerdo a la segmentación determinada por Ohno.

Una vez realizado los tres pasos es posible identificar acciones que no generan valor como cuellos de botella, esperas, transportes, movimientos de manera fácil; mas es necesario realizar un análisis más detallado para identificar si una tarea dada catalogada inicialmente que no agrega valor, permita una operación posterior – un ejemplo puede ser el pulido de una pieza antes de ser pintada.

Ya se ha descrito los distintos tipos de desperdicio que enumeró Ohno y para cada uno de ellos desarrolló una palanca. El término de palanca deriva de la industria automotriz en la que trabajó Ohno, y hace referencia a las palancas que se utilizan para manejar un auto elevador. Son siete palancas que se pueden aplicar sobre los ocho tipos de desperdicio que enumeró Ohno.

- 1- Segmentación por complejidad de tareas, agrupando al principio de un proceso las tareas por igual complejidad.
- 2- Redistribución de tareas de acuerdo a las capacidades de las personas, de modo que las personas que trabajen en un proceso dado sean distribuidas de acuerdo a su capacidad.
- 3- Redistribución de personas, capacitándolas en procesos afines al que desempeñan habitualmente con el objetivo de balancear rápidamente procesos que estén con alta carga de trabajo.
- 4- Procesos de producción flexibles que permitan manejar altas y bajas demandas de trabajo, con el fin de no generar paradas de procesos o cuellos de botellas.

- 5- Reducción de trabajo entrante para canalizar la producción o realización de servicios
- 6- Reducción de trabajo que no agrega valor como resultado del mapa de calidad, eliminado toda actividad que no haya sido definida por el cliente o permita realizar otra actividad que genere valor en pasos posteriores.
- 7- Estandarización de operaciones para minimizar la variabilidad, establecer las mejores prácticas para su ejecución y facilitar la medición y control.

A continuación se representa en el gráfico 2 una matriz donde se visualiza la relación entre las palancas y los desperdicios, para una rápida toma de decisión en la resolución de desperdicios.

Desperdicios Palancas	Sobre producción	Espera	Movimiento	Transporte	Inventario	Re trabajo	Sobre procesamiento	Sub utilización de capacidades
Segmentación por complejidad								
Redistribución de tareas								
Redistribución de personas								
Procesos de producción flexibles								
Reducción de trabajo entrante								
Reducción de trabajo que no agrega valor								
Estandarización de operaciones								

Gráfico 2. Relación entre palancas y desperdicios.

Fuente propia.

Otra herramienta a utilizar en el análisis del mapa de flujo de valor es el análisis de Proveedores-Entradas-Procesos-Salidas-Cliente (SIPOC por sus siglas en inglés). Una vez que se completa la plantilla SIPOC se puede interpretar la relación que existe entre los proveedores de cada paso identificando los proveedores más críticos de los procesos que realmente generan valor para el cliente final.

A continuación se detalla en el gráfico 3 un ejemplo de plantilla SIPOC para el aumento de memoria de un computador portátil.

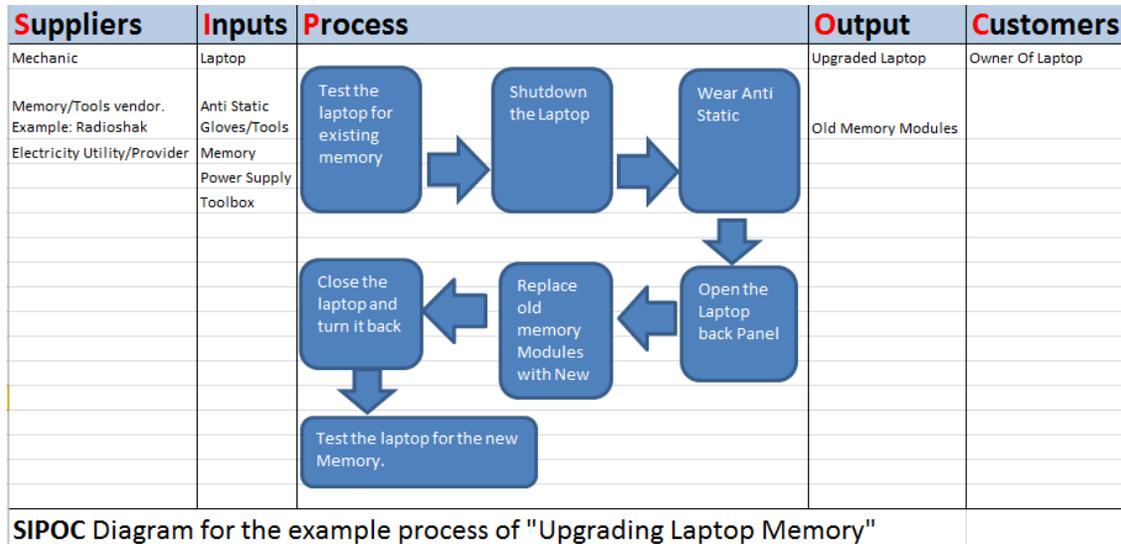


Gráfico 3. Plantilla SIPOC.

Fuente *Internet*: <http://sixsigmatutorial.com/>

Por último en una matriz de dos por dos, se tabulan las actividades que generan valor y son necesarias para fabricar el producto o servicio; para luego trabajar posibles mejoras o estandarización de operaciones.

Cuadro de control

La segunda herramienta a describir se utiliza para controlar un proceso dado luego de aplicada una mejora. El inventor de esta herramienta fue Walter Shewhart mientras trabaja en los laboratorios AT&T Bell en la década de 1920. Esta herramienta es la voz del proceso, y determina si un proceso está operando de manera estable o no.

Los pasos a seguir para la construcción de un cuadro de control es la siguiente:

- 1- Se computa el valor a medir en un gráfico cartesiano hasta conseguir al menos veinte registros, ya sea tiempo de operación, longitud, peso, etc.
- 2- A partir del punto uno, se computa el promedio de los valores medidos y se computa también tres desvíos estándar – por arriba y por debajo – del valor promedio calculado

A continuación se muestra en el gráfico 4 un ejemplo de esta herramienta

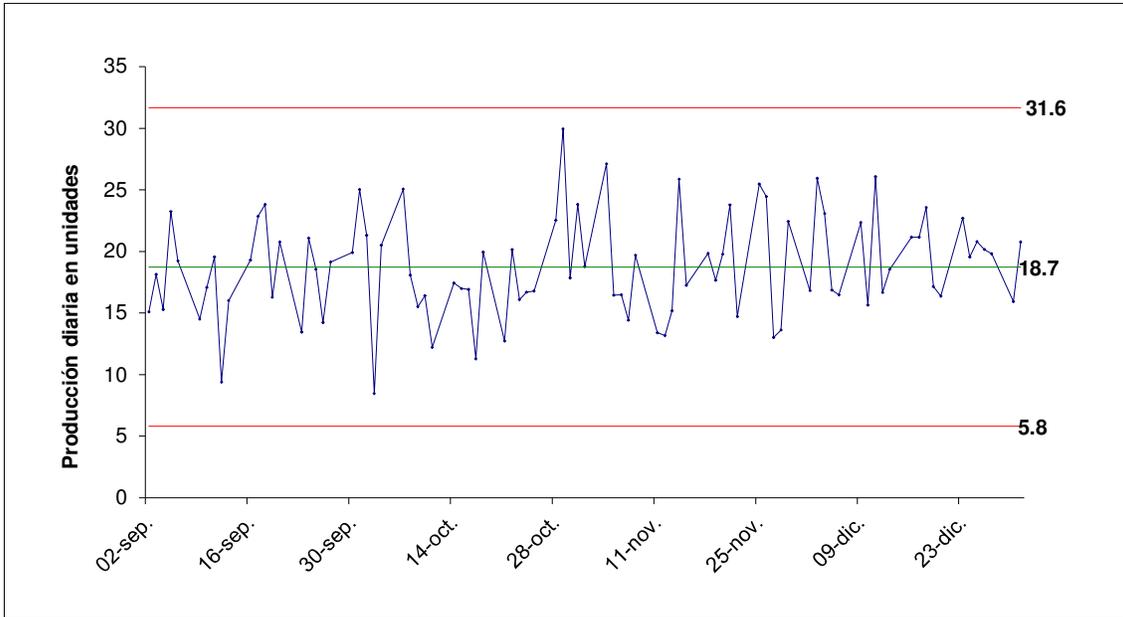


Gráfico 4. Cuadro de control. Fuente propia.

El mismo se lee como un proceso que produce 18,7 unidades diarias en promedio, pudiendo fabricar un mínimo de 5,8 unidades diarias y un máximo de 31,6 unidades diarias. Lo importante de la rápida lectura a esta herramienta es que se puede decir que el proceso está estable dado que no se han superado los límites máximos o mínimos.

Los límites no solo pueden ser calculados como múltiplos de la desviación estándar sino que pueden surgir de la definición del producto, es decir la voz del cliente, pero los límites como múltiplos de la desviación estándar son una buena aproximación cuando se está desarrollando los controles iniciales al proceso luego de la mejora implementada.

Que la medición supere alguno de los límites superior o inferior, se llama señal y a partir de una señal se debe prestar atención al proceso para entender el porqué del desvío.

Otras señales pueden ser:

- 1- Ocho valores medidos por debajo o por arriba del promedio
- 2- Seis valores consecutivos en incremento o decremento

Consideraciones para una adecuada implementación

Un común denominador en las empresas que han implementado Lean de manera exitosa es el respeto por la gente. Esto es clave para el éxito de una filosofía de mejora continua, ya que la participación de la gente para encontrar soluciones a los continuos cambios de mercado es indispensable para la supervivencia de la empresa. A esto se le debe sumar que los directivos de la compañía deben ser parte de esta filosofía y practicarla de igual modo que el resto de las personas en la empresa. Una empresa que intente implementar Lean sin tener en cuenta el respeto por la gente al momento de proponer soluciones, se convierte en un escenario en donde los viejos hábitos deben ser terminados y cambiados por los nuevos que proponen las herramientas de Lean. Esto sin duda lleva al fracaso de la implementación en el mediano, largo plazo.

Si bien, Lean posee un conjunto de herramientas que facilitan el control de gestión, lo que lo hace particular es la filosofía de mejora continua detectando posibles desperdicios y eliminándolos rápidamente. No es necesario utilizar todas las herramientas nombradas en este trabajo, no todas tienen una secuencia cronológica de uso, hay que utilizar una herramienta para cada caso en particular. Lo importante es la predisposición mental a la mejora continua que se debe adoptar por las personas que componen la compañía para lograr el cambio exitosamente, no las herramientas o métodos utilizados por Lean.

Una aclaración, existen otras herramientas como el análisis de planta (layout por su palabra en inglés), producción de pequeños lotes, Control Total de Calidad (o TQM por sus siglas en inglés),
etc.

Resumen

Lean plantea un cambio de mentalidad, la adopción de la mejora continua como hábito de trabajo apalancado en un conjunto de herramientas que ayudan a encontrar desperdicios a lo largo de una empresa. Esto sumado a una comunicación efectiva dentro de la compañía – con sus clientes y proveedores -, visibilidad y transparencia y una visión global de negocio, forman parte importante del activo que posee Lean.

No es una fórmula mágica que genera resultados como mayor productividad, eficiencia, menores costos por nombrar algunos; sino que es una filosofía que deben adoptar las personas que forman parte de la compañía, debe ser parte de la identidad, de la cultura de la compañía para que todos participen de los cambios que sin duda en un contexto como el actual son cada vez más rápidos.

CAPUTILO II: NOCIONES SOBRE SIX SIGMA

Historia

Al principio de la década de 1980 Motorola era una de las tantas compañías occidentales que estaban perdiendo margen de mercado respecto de sus competidores japoneses. Muchas de las compañías occidentales de ese momento se preguntaban cómo mantenerse en el mercado. Los directivos de Motorola reconocían que la calidad de sus productos no era buena, que no tenían un sistema de calidad sino muchos y que estos no tenían una visión integrada a lo largo de la compañía. Hacia 1987, se generó un cambio dentro de Motorola – a cargo de George Fisher – quién gestó un sistema de calidad que luego nombraría Six Sigma. Era un sistema simple y robusto cuyo objetivo era medir la performance de sus productos respecto de los requerimientos del cliente, con el ambicioso objetivo de tener cero defectos. Esta iniciativa se transformó en una pasión por servir al cliente con un altísimo nivel de calidad en sus productos, potenciado por números, estadísticas, y metodologías que sirven por igual a casi todos los sectores de una empresa.

En los primeros cinco años de implementación de Six Sigma dentro de Motorola representó un crecimiento de diez veces lo que valía la compañía en 1987. Luego, General Electric adoptaría Six Sigma como modo de trabajo en todas sus unidades de negocio, llevando los números de ahorros y logros a cifras no antes vistas en el mercado. Sin duda, General Electric fue un catalizador para la implementación de la metodología Six Sigma a nivel mundial.

Principales conceptos de Six Sigma

Como muchos otros sistemas de calidad, Six Sigma no es una invención en su totalidad, sino que es el conjunto de métodos y herramientas que ya existían en su momento pero dispuestas de una nueva forma. Dentro de lo que podemos definir como los valores de Six Sigma encontramos los siguientes:

- 1- Foco en el cliente: Durante el fin de la década de 1980, muchas compañías tenían procesos de calidad que intentaban alcanzar o exceder los requerimientos del cliente, pero no existía una filosofía donde estos requerimientos sean revisados periódicamente con el cliente para ajustar o

calibrar los nuevos estándares de calidad a los productos o servicios producidos. Six Sigma comienza definiendo los requerimientos del cliente para luego medir calidad o procesos internos. Si los requerimientos del cliente no se revisan periódicamente, se debería aceptar que los clientes quieren siempre lo mismo o entienden que la calidad es siempre la misma, cuestión que no es cierto.

- 2- Gerenciamiento basado en datos y hechos: Dada la era tecnológica que se vive desde hace 25 años, se puede aceptar que los números forman parte en la toma de decisiones en las empresas. En este sentido Six Sigma tiene por objetivo determinar cuál es la información que se debe utilizar para gestionar adecuadamente la toma de decisiones y el control sobre los procesos.
- 3- Foco en mejora de procesos: En particular Six Sigma se diferencia de las demás técnicas de mejora continua de este trabajo por el foco que pone en los procesos como un vehículo lograr el éxito. Más allá del tiempo y esfuerzo que se destina en el análisis de cadena de valor, de la voz del cliente definiendo requerimientos en los productos finales – ya sea un producto manufacturado o un servicio -, el mapa de proceso se vuelve el alma matter de la mejora propuesta, es el lenguaje común para lograr el acuerdo a los cambios propuestos. Esto también ha sido un factor de éxito al convencer a los directivos de cada empresa que lograr la adopción del nuevo proceso por parte de la gente asegura los resultados económicos que se plantean como objetivos.
- 4- Gerenciamiento proactivo: La palabra “proactivo” en sí misma implica tomar acciones antes de que sucedan, pero “gerenciamiento proactivo” va un poco más allá. En este sentido, “gerenciamiento proactivo” significa crear los hábitos de buenas prácticas, establecer el estado mental de la gente para adoptar la mejora continua como parte del trabajo diario. Esto se logra estableciendo objetivos ambiciosos (y revisándolos periódicamente), estableciendo prioridades, transmitiendo una comunicación fluida y clara con la gente, respetando a la gente e invitándola a ser parte del cambio.
- 5- Colaboración sin límites dentro de la empresa: Al igual que la filosofía Lean u otras de mejora continua, se considera un axioma la ausencia de barreras en la comunicación de una empresa o equipo. La transmisión de información tiene un costo asociado, pero tiene un costo mucho mayor el tomar

decisiones sin contar con la información adecuada – más aún cuando dicha información pertenecía al equipo -, esto también es algo que buscan todas las organizaciones, no solo las que implementan Six Sigma. Lo que se enfatiza en Six Sigma es la colaboración, la transmisión de información (útil) y la estandarización de la misma para lograr el objetivo. Esta característica, también es fundamental para fomentar el trabajo en equipo.

- 6- Perfección: Tolerancia cero a los defectos. Esto último parece contradictorio con fomentar el cambio, es decir ¿cómo se puede lograr un cambio y a su vez tener tolerancia cero a los defectos? En realidad se debe tomar como un concepto complementario. El foco en el análisis que invierte Six Sigma, el trabajo en equipo desarrollando y poniendo a punto el o los nuevos procesos que surjan, conllevan de forma medular una alta probabilidad de error hasta lograr el ajuste perfecto del nuevo proceso desarrollado. Ahora bien, una vez que se logra el ajuste fino, el proceso ha sido acordados y comunicado efectivamente a lo largo de la empresa, entonces es momento de que todos los involucrados – personas, maquinaria, proveedores externos, entes gubernamentales si aplicasen – ejecuten el proceso como una sinfónica.

Six Sigma, el concepto estadístico

Tal como se ha mencionado muchos de los conceptos que utilizan las técnicas de mejora continua, ya existen como herramientas, hábitos, mejores prácticas, políticas y forman parte de la cultura de algunas empresas. En definitiva Lean, Six Sigma, Agile aportan un marco de metodologías, herramientas de trabajo en la cual sugieren una secuencia de utilización para lograr los objetivos propuestos. Six Sigma se destaca de las demás, por el énfasis que hace sobre los procesos y la información que utilizan para medir los resultados. En este sentido el uso de Six Sigma no busca mejorar los resultados de los productos o servicios que se llevan a cabo, sino eliminar la variación. El resultado de productos o servicios son inherentes a la voz de cliente, es decir a lo que el cliente define como producto de calidad. Entonces la variabilidad que pueda tener un proceso se ve como el enemigo del producto definido por el cliente, dado que cualquier variabilidad alejaría lo parámetros definidos como calidad.

Por ejemplo, si en un proceso dado necesitamos una pieza de 10 mm de diámetro, el uso de Six Sigma no cambiará la especificación de dicha pieza, es decir se necesitará la misma pieza de 10 mm – entendiendo que más milímetros o menos milímetros no darán como resultado una pieza mejor o más adecuada -, lo que sí cambiará es que la pieza a utilizar será la adecuada en casi todos los casos. La dimensión de la pieza está dada por la dimensión mas una variabilidad o tolerancia, lo que hará Six Sigma es disminuir esa variabilidad asegurando que la pieza utilizada en el proceso definido sea la correcta, en sintonía con lo definido por la voz del cliente. En resumen, si se disminuye la variabilidad del proceso, se aumenta la capacidad del mismo, dado que este proceso podrá realizar una mayor cantidad de piezas sin defectos con la misma cantidad de materia prima y en menor tiempo dado que no tendrá que realizar re trabajos sobre piezas defectuosas o nuevas piezas para reemplazar piezas defectuosas que no pueden ser re trabajadas.

El concepto de Sigma está relacionado con la desviación estándar, siendo esta el promedio de la dispersión de respecto de la media aritmética. Dicho esto aplicado a un proceso que fabrica una pieza dada que debe medir 10 mm de largo, su desviación estándar será el promedio de las desviaciones respecto de los 10 mm de largo de debe medir la pieza; por razones prácticas se considera que los valores de ancho y profundidad son constantes. Cuanto más grande sea desviación estándar, mayor será la cantidad de piezas por fuera de la especificación de 10 mm de largo.

Algunos otros ejemplos en donde se desea demostrar que es importante disminuir la variabilidad como fuente de error son: embarques incompletos, recetas médicas mal descriptas, reparaciones post venta, impresión de cheques bancarios. Cada una de estas variaciones se puede interpretar como un defecto en el proceso. Hacia la década del setenta se interpretaba que tener un nivel de calidad del 99% era suficiente, y los clientes así también lo identificaban como un estándar de calidad. Con el manejo de datos estadísticos que utiliza Six Sigma y con los ejemplos de variabilidad recién mencionados, pueden ser llevados al lenguaje que se utiliza en Six Sigma.

Por ejemplo, si tiene un nivel de calidad del 99% libre errores, se tendrá casi 66.800 productos con error en un millón de productos elaborados. Esta medida se maneja habitualmente como defectos por millón (DPM), entonces ¿se puede decir que 66.800 productos defectuosos son los que aceptarán como tal dentro de un proceso? y ¿si se está hablando de recetas médicas mal redactadas? ¿Habrá

66000 pacientes que recibieron el medicamento incorrecto? Si en cambio, se aplica Six Sigma y se lleva el proceso a un nivel de calidad de seis sigmas, se tendrá apenas 3,4 errores por millón. Dado un proceso que tiene 2,0 sigmas que fabrique una única pieza, este tendrá 308.504 piezas defectuosas por millón de piezas fabricadas.

Si se logra ajustar el proceso ejemplificado con 2 Sigmas a 6 Sigmas, este proceso tendrá 3,4 piezas defectuosas por millón de piezas producidas. Para ejemplificar casos reales, la industria de la aviación maneja estándares de calidad del siete sigmas.

Principales herramientas utilizadas en Six Sigma

Mapa de proceso

El mapa de proceso es la descripción gráfica de una secuencia de actividades para la elaboración de un producto o servicio de acuerdo al alcance del presente trabajo, ya que tiene otros usos. Esta descripción gráfica se realiza a través de un diagrama de flujo el cual se basa en la utilización de diversos símbolos para representar operaciones específicas – por ejemplo actividades de operaciones, espera, inspecciones, etc. – de acuerdo a normas ASME (American Society of Mechanical Engineer), ANSI (American National Standard Institute), ISO (International Standardization Organization), o DIN (Deutsche Institut fur Normung), por nombrar algunas entidades internacionales. Para cada una de las figuras que representan un paso o actividad del proceso, existe al menos una entrada y una salida de dicha actividad. La entrada se define como las características necesarias que se deben cumplir para ejecutar la actividad, y la salida como el producto o subproductos que resulten de dicha actividad. Existen flujogramas verticales, horizontales y de bloques, el uso de cada uno de ellos es independiente del proceso a analizar.

Esta herramienta es de gran utilidad, debido a que se muestran de manera global la composición de un proceso o procedimiento comprendiendo fácilmente las operaciones realizadas, la secuencia u orden cronológico en que deben ser ejecutadas. También facilita la detección de cuellos de botella, puntos de decisión,

impacto que tiene aguas abajo del proceso el cambiar una operación. Sirve como herramienta para capacitar rápidamente a las personas involucradas en el proceso. A continuación se describen de manera general los pasos a seguir para la elaboración de un mapa de proceso son los siguientes:

- 1- Conformar un equipo de trabajo con personas que ejecutan el proceso o están de algún modo interrelacionados con el proceso a analizar.
- 2- Definir a una persona idónea en la elaboración de mapas de proceso – por lo general el consultor que está buscando la mejora – para identificar los pasos del proceso, con sus entradas y salidas.
- 3- Construir el diagrama de flujo de acuerdo a la simbología seleccionada (ASME, ANSI, etc.) de acuerdo a la secuencia cronológica con que se suceden las actividades del proceso.

El diagrama de flujo se debe realizar al mismo tiempo que se analiza la situación actual del proceso con el equipo de personas confirmado para dicha tarea. Los diagramas de flujo utilizan una serie de símbolos predefinidos para representar el flujo de operaciones con sus relaciones y dependencias interconectados por flechas uni o bi direccionales. En el gráfico 5 se muestra la simbología ISO para la representación de diagramas de flujo.

SÍMBOLO	REPRESENTA
	Operaciones. Fases del proceso, método o procedimiento.
	Inspección y medición. Representa el hecho de verificar la naturaleza, calidad y cantidad de los insumos y producto.
	Operación e inspección. Indica la verificación o supervisión durante las fases del proceso, método o procedimiento de sus componentes.
	Transportación. Indica el movimiento de personas, material o equipo.
	Demora. Indica retraso en el desarrollo del proceso, método o procedimiento.
	Decisión. Representa el hecho de efectuar una selección o decidir una alternativa específica de acción.
	Entrada de bienes. Productos o material que ingresan al proceso.
	Almacenamiento. Depósito y/o resguardo de información o productos.

Gráfico 5. Símbolos ISO para diagramas de proceso. Fuente: Propia.

AMFE – Análisis Modal de Fallas y Efectos

Luego de la elaboración de un mapa de procesos identificando las entradas y salidas de cada paso, es momento de trabajar el análisis modal de fallas y efectos. Esta herramienta sirve para detectar cuales son las posibles fallas que se tienen a lo largo del mapa de proceso cuantificando cual es el impacto de cada falla. Como resultado se obtiene una lista priorizada por los tipos de falla con mayor impacto y mayor probabilidad de ocurrencia. A partir de dicha lista se suele determinar una relación de Pareto para enfocar el esfuerzo en resolver los fallos que representan el 80% de la combinación entre severidad y probabilidad de ocurrencia.

Los pasos para elaborar un AMFE son:

- 1- Con el mismo equipo que desarrolló el mapa de proceso, determinar todas las posibles fallas que puede tener cada actividad del mapa
- 2- A partir del listado que surja del punto uno, determinar cuál es la severidad (S) de la falla si ocurriera. Los valores posibles de severidad por cada falla varían entre 1 y 10, tomando 10 como el máximo valor. Es decir, si la falla de un paso dado en el mapa de proceso desarrollado deja como resultado el producto semielaborado inservible, entonces se le asignará un valor de 10. Por el contrario si la pieza es trabajable para que pueda continuar su proceso de elaboración, entonces se le asignará un valor menor.
- 3- Determinar la probabilidad de cada falla. La probabilidad (P) de falla también estará valorizada entre 1 y 10, asignándole al valor 10 la más alta probabilidad de ocurrencia.
- 4- Y por último se asigna un valor de detectar (D) la falla, es decir qué tan fácil es detectar que haya ocurrido el fallo. Los valores a asignar también varían entre 1 y 10, siendo 10 el valor que representa casi la imposibilidad de detectar la falla ocurrida.
- 5- Con los valores asignados en los pasos anteriores se calcula el índice de prioridad de fallo (N) compuesto por: $N = S * P * D$
- 6- Luego se prioriza de mayor a menor el índice de prioridad de fallo para cada posible falla y se analiza qué tipo de solución se puede trabajar para los fallos seleccionados.

A continuación se muestra en el gráfico 6 un ejemplo de plantilla AMFE

AMFE							
Elemento / Función	Modo de fallo	Efecto	S	O	D	NPR = S'O'D	Acciones propuestas
describir elemento	describir modo de fallo	describir efecto	1 a 10	1 a 10	1 a 10	1 a 1000	proponer acción de mejora si sale un NPR alto

Gráfico 6. Plantilla AMFE. Fuente: <http://www.pdcahome.com/wp-content/uploads/2013/02/plantilla-amfe.jpg>

La metodología que enmarca las herramientas que se utilizan en Six Sigma se denomina DMAIC (Define – Measure – Analyze – Implement – Control, por sus siglas en inglés). Se comienza por definir el proceso, problema o defecto a trabajar, luego se recolectan todos los datos que aporten a la medición de lo que se desea estudiar. Una vez que se obtiene una masa crítica de datos para establecer parámetros estadísticos, se analiza cuáles son las variables que afectan con mayor o menor medida los valores históricos del proceso. Es aquí donde el equipo de personas que forman parte del estudio, deben o pueden realizar el o los diseños de experimentos para encontrar la verdadera causa raíz de las mayores variaciones en el proceso y como plantear la mejor solución al problema. Luego de proponer una mejora se continúa con la etapa de implementación con los ajustes finos necesarios para que el proceso logre la estabilidad deseada; para luego seguir con el control – etapa en donde se construyen los gráficos de control y demás herramientas visuales.

Marco de referencia para la implementación de Six Sigma

La metodología Six Sigma se basa en la utilización de nueve herramientas aplicadas en forma secuencial. Las estrategias son: mejora de procesos (actuales), rediseño de procesos, gestión de procesos, análisis de variabilidad, tableros de control, pensamiento creativo, diseño de experimentos, control estadísticos de procesos, mejora continua.

- 1- La mejora de procesos se refiere a la estrategia de analizar en profundidad los procesos actuales, aplicando mapas de procesos, respondiendo los 5W y 1H (por sus siglas en inglés), detallando en que parte del proceso se tiene a la voz del cliente como requerimiento, etc.
- 2- Rediseño de procesos: Luego de analizar todos los procesos involucrados en la elaboración de productos o servicios, luego de haber recabado toda la

información referente a la voz del cliente como norte de brújula que direcciona a la compañía; se pasa a una etapa en la que se debe tener una visibilidad completa de la empresa como tal. En este paso se ven todos los mapas de procesos realizados, se tienen en cuenta todas las voces de los clientes involucrados – ya sean internos o finales -, todo esto para desarrollar soluciones que afecten a toda la compañía como tal, entendiendo que se pueden rediseñar actividades o secuencias entre mapas de procesos ya elaborados. Aquí es donde la apertura mental para encontrar soluciones se manifiesta de manera explícita.

- 3- La gestión de procesos hace referencia a concepto de tolerancia cero que ya hemos explicado. Una vez que el proceso se acuerda y se ajusta al estándar que es requerido, entonces no queda otra posibilidad que ejecutar el proceso tal como este lo indica, hasta que sea objeto de otro nuevo análisis o revisión del mismo.
- 4- Análisis de variabilidad: Este es uno de los pilares que distinguen a Six Sigma por sobre las otras técnicas de mejora continua, dada la importancia que tienen los datos y la estadística en la disminución de la variabilidad. Se debe trabajar con los datos del proceso, tiempos, temperaturas, demoras, peso, tiempos de atención al cliente, compra o no de servicios luego de una atención, estos serían algunos ejemplos a tener en cuenta para comenzar con la medición de datos relevantes al proceso bajo análisis.
- 5- Tablero de control: Hace referencia a tableros gráficos/visuales para que todas las personas involucradas en el proceso en ejecución tengan la adecuada información en todo momento para saber cómo están ejecutando dicho proceso – y tomar acciones correctivas de ser necesario - .
- 6- Pensamiento creativo: Esta es una herramienta que también hemos descripto en el uso de la filosofía Lean, en donde se invierte un tiempo específico en reunir al equipo de trabajo responsable de la ejecución del proceso analizado para que se dé un espacio al pensamiento, al análisis del proceso por parte de los involucrados, al pensar y compartir ideas que se transformen en soluciones reales. La implementación, adopción y mantenimiento de esta actividad a lo largo del tiempo, fomenta la flexibilidad de la empresa a los cambios de mercado disminuyendo los tiempos de transformación de negocio que se tenga que llevar a cabo.

- 7- Diseño de experimentos: Esta es otra de las herramientas que caracterizan a Six Sigma por sobre las otras. Básicamente los diseños de experimentos no solo sirve para probar soluciones en condiciones de laboratorio sino que también sirven como experimento confirmatorio de los resultados que se obtengan de los análisis preliminares como los mapas de proceso. Una vez que se finaliza el mapa de proceso, y se tienen los requerimientos del cliente, y del proceso, se diseñan experimentos en donde se analizan los efectos que implican pequeños cambios (variabilidad) sobre los requerimientos o datos relevados. Con esto se confirma que los supuestos relevados en los análisis preliminares sean ciertos o desmitificados, pero también se cuantifica cual es el impacto de la variabilidad de los mismos respondiendo preguntas tales como por ejemplo ¿cuánto impacta que cambie una variable en un 5%?
- 8- Control estadístico de proceso: Esta es otra herramienta visual que sirve para comunicar si el desempeño de un proceso dado se encuentra dentro de los parámetros establecidos.
- 9- Mejora continua: Estado mental de las personas que forman parte de la organización, para encontrar soluciones, mantener estándares de trabajo, fomentar las ideas creativas e innovación de manera sostenida a lo largo del tiempo.

La ejecución paso a paso

Ya sea la elaboración de un servicio o un producto manufacturado se deben seguir los siguientes pasos:

- 1- Identificación de cliente y procesos claves: A medida que los negocios se vuelven cada vez más globales, es importante mantener una visión global del negocio y en esta etapa no se pretende algo diferente. Aquí se debe identificar cuales los clientes y procesos se vuelven claves de acuerdo al impacto que tengan en el negocio a través de la afectación de sus variables.
- 2- Definir los requerimientos del cliente: Si una empresa no conoce los requerimientos del cliente difícilmente los pueda satisfacer o crear una ventaja competitiva respecto de la competencia.
- 3- Medir los procesos: Una vez definidos los clientes, procesos y requerimientos del cliente, se debe medir el o los procesos actuales, siempre se comienza con esta actividad de medir, para conocer en profundidad los procesos y el

rendimiento de los mismos. Si no se mide, se desconoce el proceso o rendimiento del mismo.

- 4- Análisis preliminar, priorizar e implementar mejoras: Una vez que se tienen los mapas de proceso con los datos actuales de desempeño, se llevan a cabo los diseños de experimentos que confirman o refutan los supuestos del análisis. A partir de este momento es donde el pensamiento creativo se vuelve imprescindible para la propuesta de mejoras, apalancado en una correcta priorización de soluciones que surgen de los estudios de variabilidad.
- 5- Integrar el sistema Six Sigma a la organización: El éxito de Six Sigma no se da a través del éxito de los proyectos aislados que se puedan implementar en una empresa, sino en la evangelización de la cultura en el ejemplo de los líderes adoptando esta filosofía a toda la empresa (sin importar que no se hayan ejecutado proyectos de mejora Six Sigma en algunos departamentos de la compañía). Los resultados de los proyectos, las herramientas visuales, los indicadores de performance y el respeto y reconocimiento de las personas son vehículos naturales para dicha integración en la compañía.

Resumen

Six Sigma se diferencia de las demás técnicas de mejora continua por la utilización de datos – numéricos – para evaluar el impacto de la variabilidad de los requisitos de cliente y de un proceso dado, mediante el uso de herramientas estadísticas y experimentos que buscan evaluar la sensibilidad de ciertos requisitos en el producto o servicio final.

Comparte con otras técnicas, aspectos como el compartir información y conocimiento, la eliminación de barreras – visuales, de comunicación, etc. –, las herramientas visuales para toma de decisiones y por último el estado mental de apertura para proponer soluciones y aceptar el cambio.

En definitiva para el éxito de la implementación de Six Sigma en una empresa, se deben alinear los esfuerzos de Six Sigma a la estrategia de negocio de la empresa. Posicionando a Six Sigma como una mejora de los procesos actuales, comunicando de manera clara y sencilla en todos los niveles de la compañía. Publicando

resultados, admitir los errores y aprender constantemente de ellos es una manera de reconocer que Six Sigma de por sí solo no garantiza el éxito. Uniendo la voz del cliente a los datos numéricos y a los procesos. Involucrando a los directivos como responsables de los cambios que se deban realizar para lograr que toda la compañía actúe como una orquesta. Gestionando los proyectos en conseguir resultados en el corto plazo y a su vez focalizando los esfuerzos en el crecimiento de la compañía a largo plazo. Y por último haciendo que el aprendizaje sea una actividad diaria, sin fin.

Six Sigma, es una técnica que maneja la granulometría más fina de detalles que cualquier otra técnica, facilitando la estimación de resultados económicos a través de los proyectos y garantizando la estabilidad de los mismos de acuerdo a robustos procesos acordados y ejecutados por las propias personas de la empresa.

CAPUTILO III: NOCIONES SOBRE AGILE

Historia

El génesis de Agile se remonta a los tiempos en que el desarrollo software se aceleró de manera vertiginosa con los softwares para computadores personales. La forma de establecer equipos de trabajo que desarrollasen softwares determinó ciertos paradigmas sobre la forma de gestionar proyectos que generen valor, sean autónomos, aprendan de sí mismos y generen un producto que se pueda actualizar y evolucionar constantemente. Esto último es una característica muy particular, dado que desde la concepción de la idea original del software a desarrollar, el mismo tiene que tener la particularidad de poder evolucionar de acuerdo a las necesidades del cliente. Por esto y casi como ningún otro producto, existen actualizaciones constantes en materia de softwares, diaria, semanal, mensual no importa cuando, pero el software tiene que ser un producto increíblemente flexible y abierto para recibir las nuevas actualizaciones. Es por esto que el desarrollo de software debe contemplar esta característica y tener un diseño sencillo al extremo. Por ende, la gestión de estos equipos de trabajo, también implican ciertas formas de gestionarlos que impusieron algunos paradigmas respecto de las gestiones de proyecto más ortodoxas. Hacia el año 2000 tomó público conocimiento un tema relacionado con la codificación utilizada en el desarrollo del software que parecía poner en peligro todo sistema que utilizase una computadora, desde bancos, aeropuertos, aviones, equipos médicos, etc. esto tomó gran relevancia y todo el mundo hablaba al respecto. Junto con el desarrollo de sistemas operativos como el Windows XP, de consolas de juegos, se aceleró la evolución de cada software lanzado al mercado. La particularidad del desarrollo de software es que parece nunca cerrar la etapa de definición de requerimientos, dicho de otro modo, el mejor software desarrollado es aquel que es susceptible de absorber nuevos requerimientos infinitamente. Esto, es imposible hasta hoy, pero en todo software se aplican nuevos requerimientos – inclusive una vez lanzado al mercado – realizándolas a través de actualizaciones, parches de seguridad, parches que mejoran la estabilidad del software, etc.

Agile nace en Chicago en 2001 donde diecisiete profesionales – desarrolladores de software y gerentes de proyecto con larga experiencia – se reunieron y acordaron los valores de Agile. Estos son:

- 1- Personas y comunicación versus procesos y herramientas
- 2- Trabajo como desarrollo de software versus documentación de procesos
- 3- Colaboración activa de cliente versus términos contractuales
- 4- Respuesta ante el cambio versus seguir un plan acordado

A su vez, determinaron 12 principios que gobiernan la metodología Agile:

- 1- Satisfacer al cliente mediante la temprana y continua entrega de productos o servicios requeridos como hitos intermedios hacia el producto final
- 2- Tener una mente abierta para recibir los cambios de requerimientos inclusive en una etapa tardía de desarrollo del producto o servicio.
- 3- Trabajar como si se estuviese desarrollando software, en pequeños equipos de trabajo y prefiriendo pequeños proyectos de corto plazo – que forman parte de uno más grande – a un proyecto de largo plazo
- 4- Líderes de proyecto y especialistas deben trabajar en equipo a lo largo del proyecto
- 5- Ejecutar proyectos de mejora, motivando a los integrantes del equipo brindándoles lo que necesiten para desarrollar el trabajo, y confiando en que ellos terminarán el trabajo
- 6- La manera más efectiva de informar y transmitir conocimiento se da en la relación cara a cara
- 7- Los avances de proyecto se miden como si fuese un equipo que desarrolle software
- 8- Los procesos de la metodología Agile, promueven un ritmo de trabajo que puede ser mantenido en el tiempo, ya sea por sus sponsors, y miembros del equipo de trabajo
- 9- La continua capacitación técnica de los especialistas que forman parte de un proyecto, asegura y promueve la agilidad del equipo
- 10- La simplicidad es esencial
- 11- Los mejores resultados se obtienen en equipos auto organizados
- 12- Los equipos se deben auto regular (cada tanto, deben medir como están trabajando y corregir su rumbo de ser necesario)

Principales conceptos de Agile

El concepto clave que reside detrás de la filosofía Agile, es que cualquier proyecto Agile no es susceptible de desarrollar un producto o servicio definido – de manera estática, sino que en todo momento el objetivo puede cambiar o evolucionar -, esto cambia por completo la forma de pensar los equipos de trabajo. Es decir, el objetivo en sí a alcanzar es siempre dinámico, aunque está claro que por momentos se debe fijar unas características a trabajar de modo de macar un norte en el equipo a trabajar. El cambio sustancial de pensamiento es que el producto o servicio a desarrollar es adaptado y no controlado. Cabe aclarar que más allá del génesis de la filosofía Agile que radica en proyectos relacionados con el desarrollo de software, esta metodología tomó relevancia cuando se implementó en proyectos que no estaban relacionados con el desarrollo de software. La metodología Agile parecía atacar la burocracia de las demás metodologías existentes, haciéndolas parecer desmedidamente lentas, cargadas de actividades que generaban costos innecesarios – como documentación de proyectos – y de una muy baja eficiencia en el uso del tiempo de proyecto para alcanzar el objetivo planificado.

Del listado de diecisiete gurúes que se reunieron en Chicago para fundar la metodología Agile – o lo que se llamó el Manifiesto Agile - , se destacan dos personas por sobre las demás, ellos son Jim Highsmith y Kent Beck. Jim describió cinco imperativos que soportan la metodología Agile:

- 1- Innovación continua
- 2- Producto o servicio adaptable
- 3- Entregas parciales de avances de proyecto
- 4- Adaptabilidad
- 5- Resultados reales

Jim, estableció estos imperativos a partir de los doce principios del manifiesto Agile justificándolos por un mercado inestable, continuamente cambiante. A diferencia de Lean y Six Sigma, ya es posible apreciar el cambio de pensamiento en la forma de abordar los proyectos, como por ejemplo controlar un proyecto a adaptar el proyecto, requisitos estáticos a requisitos cambiantes, entregas parciales del producto o servicio a desarrollar a la entrega del producto final en conjunto con el cierre del proyecto. Otros conceptos que se repiten, son equipos calificados y

motivados, el respeto por las personas, y la excelencia operacional por nombrar algunos.

Un aspecto fundamental de la metodología Agile, es el estricto entendimiento que se tiene respecto de los recursos limitados de tiempo y dinero. Estos dos recursos se definen como principales parámetros al inicio de todo proyecto y no se pueden exceder de lo definido inicialmente. Entonces, en vez de tener un objetivo fijo con tiempos y presupuesto flexible, se tiene un objetivo flexible con tiempos y presupuestos fijos. Es aquí donde la participación del cliente es un factor de éxito, y es esto donde se apoya la metodología Agile, en la retroalimentación de cliente. Las ventajas de esto para los clientes es que conocen de antemano lo que les va a costar el proyecto, pero demanda más tiempo y/o recursos del cliente. No acompaña una mentalidad de proyecto llave en mano, si no se cuenta con la completa participación del cliente en el proyecto, existe el riesgo que el producto no evolucione adecuadamente.

De este modo se aseguran dos importantes puntos, el primero es que el cliente no se excederá del presupuesto original y el segundo es que el producto final no será una sorpresa para el cliente, dado que estuvo involucrado en las etapas previas donde podía ver el desarrollo del producto.

Herramientas Agile

La principal herramienta Agile es la metodología SCRUM – haciendo referencia a la formación de jugadores en rugby donde se unen ocho jugadores en formación cerrada para empujar todos hacia adelante - , tal como todo lo que está relacionado con Agile es liviano de contenido y de fácil aplicación. Básicamente se trata de una serie de reglas sencillas que delinear como se deben llevar a cabo las reuniones, las tareas, como se deben repartir las responsabilidades y los plazos de entrega de cada producto. Las áreas de mayor facilidad de implementación de Agile son la ejecución de proyectos – ya sea de una mejora o proyecto nuevo - , el diseño y desarrollo de productos o servicios y el desarrollo de software.

Los roles identificados en esta metodología son:

- 1- Scrum Master, es el líder del equipo encargado de asignar y redistribuir las tareas, eliminando cualquier obstáculo que se interponga entre el equipo y el objetivo a lograr.

- 2- Product Owner, es el cliente del proyecto, es decir quién solicita el proyecto. No necesariamente es el cliente final o el usuario final del proyecto. Tienen la particularidad de acompañar al equipo Agile en el seguimiento de los entregables del proyecto y la responsabilidad de aprobar las etapas y/o redefinir los requerimientos a medida que avanza el proyecto.
- 3- Team, es el equipo de trabajo que desarrolla e implementa la solución propuesta.
- 4- Customer, es el cliente final quien utiliza el producto desarrollado por el equipo Agile.

Los pasos a seguir para implementar SCRUM son:

- 1- Reunión inicial, donde se definen los objetivos a alcanzar en un plazo de tiempo definido. Se identifican los distintos pasos a seguir y/o riesgos que pueden asumir a lo largo del proyecto, asignando responsables por cada desarrollo del proyecto. Se estiman los tiempos y esfuerzos que insumirán las actividades a desarrollar y las dependencias o interrelaciones que se tengan con el Product Owner para agilizar el avance del proyecto.
- 2- Reunión de Sprint Background, es donde se subdividen las etapas del proyecto en sesiones de trabajo que no superen la semana laboral, estableciendo cuales son las expectativas de desarrollo al final de cada etapa.
- 3- Daily Scrum, es la reunión diaria de no más de quince minutos que se realiza al inicio de cada día de actividad. En ella se repasan los logros o acontecimientos de interés del día anterior, los objetivos que tiene el equipo para lograr ese mismo día y los obstáculos o riesgos que se deben enfrentar para lograr esos objetivos.
- 4- Sprint Review, se realiza al final de un sprint o serie de sprints y se debe obtener la aprobación parcial del cliente, es aquí también donde se pueden cambiar los requisitos iniciales de acuerdo al presupuesto que se tiene o al tiempo que resta para alcanzar el objetivo planteado.
- 5- Sprint Retrospective, es una sesión que se debe llevar a cabo una vez que se alcanza un hito parcial del proyecto con la aprobación del cliente que sirve para evaluar las lecciones aprendidas del sprint con el resto del equipo

fomentando la retroalimentación de experiencias de los participantes del equipo, evitando tropezar con el mismo obstáculo en el futuro.

Consideraciones para su implementación

En cuanto a implementación de proyectos Agile se diferencia por su forma de trabajo, que a diferencia de los anteriores que lo hacían de manera secuencial o cascada, Agile lo hace en “sprints” por su nombre en inglés o en ciclos. El tipo de solución que resulta de Agile no está relacionado con el uso u origen de herramientas específicas – como las herramientas estadísticas, recolección de datos para realizar una predicción de resultados – sino que el capital más importante que reside en un equipo Agile es el conocimiento de sus integrantes. Cuanto más capacitados son sus especialistas, más motivado será el equipo, dado que se genera una espiral de competencia y a su vez trabajo en equipo para obtener los resultados deseados. Si bien al inicio de cada proyecto se establecen los pasos a seguir y los sprints a realizar en cada etapa, los equipos tienen la autoridad para decidir cuando el sprint ha finalizado de acuerdo a los requerimientos intermedios que pueda compartir el cliente con el equipo.

Antes de cada sprint, se realiza una sesión de inicio, en donde el equipo planea la ejecución del sprint, quienes son los responsables de cada tarea, se determinan las expectativas de resultado al final del sprint y trabajan en unidades celulares, donde por lo general los equipos son reducidos.

Agile, así como cualquier metodología que se desee implementar en una empresa esta debe estar soportada por los directivos de la compañía, es clave para los directivos comprender por qué y para que Agile. Esta metodología introduce especialistas en la empresa para desarrollar un proyecto específico. Por lo que al término de este proyecto los consultores Agile deben retirarse a otro proyecto y la gente que queda en la compañía debe tener la experiencia, madurez y capacidades apropiadas para continuar y sostener el proyecto terminado a lo largo del tiempo. Otra particularidad que deben tener las empresas, es que Agile – en su afán de vivir una filosofía de trabajo ligero – no contempla la documentación tal como lo hacen las demás metodologías tradicionales, por esta razón las personas de la compañía que son los dueños de procesos o servicios son los responsables de documentar lo necesario para asegurar la continuidad de la solución implementada.

Los proyectos de mejora Agile, son más apropiados para escenarios cambiantes donde no abundan los registros históricos que sustenten predicciones futuras, también lo son donde los procesos no son continuos o repetitivos. Por lo general, Agile da como resultado soluciones especializadas para cada problemática esto es influenciado por la participación del cliente en cada proyecto, y así como no hay dos cliente iguales, es muy difícil conseguir soluciones estándar con Agile.

La participación del cliente en el proyecto es clave desde el punto de vista del tiempo que insume dentro del proyecto y del conocimiento o capacidades tenga del tema a abordar. Cuanto más experto en el tema es el cliente, habrá mejor sinergia con el equipo de consultores Agile. Si el cliente no posee el conocimiento, es común tener demoras en el proyecto relacionadas lentitud en la toma de decisiones o aprobaciones en las distintas etapas del proyecto. Si la cultura del cliente no acompaña un sentido de urgencia para la ejecución de los proyectos o no lo toma como valor agregado de la filosofía Agile, es probable que el cliente perciba una falta de dedicación o sensación que el equipo quiere terminar lo antes posible para tomar otro proyecto.

Es muy importante para los directivos de una empresa, comprender acabadamente si la cultura Agile es la que desean implementar en la compañía. Dada la globalización de las economías y negocios, es difícil pensar en una primera instancia una cultura empresarial en donde no se tome en cuenta la celeridad en la ejecución de sus procesos. Pero sí existen algunos negocios que por su naturaleza no contemplan una filosofía con poca documentación, objetivos adaptables, sprints de una semana como máximo, equipos reducidos, etc. Estas empresas por lo general son las de gran inversión inicial, como por ejemplo las industrias petroquímicas. Sí es posible que apliquen a ciertos sectores de la empresa, lo importante es que los directivos apoyen esta iniciativa de cambio.

Resumen

La filosofía Agile parece atacar la lentitud de las metodologías tradicionales, con pequeños equipos, altamente especializados, auto determinados, auto motivados. Hasta el momento no parece tener una restricción definitiva de negocio en donde no se pueda aplicar Agile, y dado el poco tiempo que tiene de vida esta nueva metodología dependerá de los éxitos que sepa cosechar en el futuro próximo la

popularidad de la misma. Así como General Electric catapultó la implementación de Six Sigma de manera mundial a partir de los resultados económicos que obtuvo rápidamente y supo sostener en el tiempo. Es importante aclarar que al momento en que Jack Welch decidió implementar Six Sigma en General Electric, esta empresa no estaba atravesando problemas económicos que debiera resolver en el corto plazo. De ahí la apuesta de Jack Welch para llevar a cabo un cambio cultural tan grande aun cuando la empresa estaba dando buenos réditos económicos.

CAPITULO IV: PRAXAIR ARGENTINA

El Negocio de gases industriales, medicinales y alimenticios

Praxair es una empresa de origen norteamericano, fundada en 1907. Los productos que comercializan son una amplia variedad de gases que se desprenden originalmente de todos los elementos gaseosos de la tabla periódica de Mendeleiev. Los gases base son los gases del aire, nitrógeno, oxígeno, argón y dióxido de carbono, los cuales se obtienen por la destilación del aire. Otros gases de uso común son el hidrógeno, el acetileno y el helio por nombrar algunos.

Existen pocos competidores de Praxair en el mundo capaces de producir y comercializar los gases debido a la alta inversión inicial que se debe realizar en infraestructura, ellos son Linde, L'Air Liquide y AGA. De estas empresas se desprenden otras como empresas de terapias medicinales, empresas de equipamientos de soldadura para industria metalmeccánica principalmente. El objeto de estudio de este trabajo se concentra en el análisis de implementación de las herramientas explicadas anteriormente, en una planta industrial que fabrica y comercializa gases industriales, medicinales y alimenticios. La similitud de la implementación tecnológica para la fabricación de gases entre los competidores, lleva a extender los resultados del presente trabajo a cualquiera de los productores. La similitud es tal como la que existe en los productores de petróleo, donde las torres de perforación, las torres de destilación, los procesos y los proveedores de dicha tecnología son los mismos entre los productores de petróleo existentes.

En Praxair Argentina se producen los gases del aire por torres de destilación de aire propias de la compañía, el hidrógeno se obtiene en procesos de electrólisis de empresas que fabrican cloro, el helio se importa de Estados Unidos - debido a la falta de este recurso natural en la región y de la falta de tecnología para obtener el gas en forma pura – y por último existe un abanico de gases especiales que son producto de mezclas realizadas en el laboratorio de gases especiales que tiene Praxair Argentina.

Los gases se pueden comercializar en estado gaseoso o líquido, en suministro continuo – solo disponible para grande empresas que así lo requieran – o parcial ya sea en tanques o cilindros de distintos tamaños. Los clientes que necesitan grandes volúmenes de consumo, se les instala un tanque – con capacidades desde 5 a 5000

metros cúbicos de gas en estado líquido – propiedad de Praxair Argentina. En caso de los cilindros, las capacidades van desde el metro cúbico a los siete metros cúbicos de gas en estado gaseoso.

Los gases en estado líquido son transportados en grandes camiones con tanque preparado para llevar gases en estado líquido, lo especial de estos tanques es la capacidad aislante que deben tener dado que varios gases en estado líquido son criogénicos (es decir que su temperatura es menor a -180 grados centígrados), en el caso de los gases envasados en cilindros, estos son transportados en camiones de hasta 5 toneladas de capacidad de carga, haciéndolos ágiles distribuidores de cilindros en las ciudades.

Las industrias que reciben los gases de Praxair Argentina son la cervecera, bebidas carbonatadas, industrias metalmecánicas, del acero, del vidrio, automotriz. En el caso de la medicina, se utilizan gases para operaciones como laparoscopia, operaciones oculares en donde se debe tener una presión ocular deseada para mantener el cristalino en su lugar, los tomógrafos utilizan grandes cantidades de helio como aislante del campo magnético que utilizan, se utilizan gases como anestesia, como desinfectante de quirófanos, conservación criogénica, etc. por nombrar algunas. Con esto deseo compartir la diversidad que existe en las aplicaciones de los gases.

Dado que Praxair comercializa gases medicinales y alimenticios, sus productos están regidos por la legislación impartida por el A.N.M.A.T (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica) y también está regida por las normas I.R.A.M (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) en el caso de la maquinaria, tanques de almacenamiento, cilindros de almacenamientos de gases. Tanto la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica y el Instituto Argentino de Normalización y Certificación poseen sus contrapartes en cada uno de los países donde operan, siendo las legislaciones casi idénticas; este es otro motivo por el cual se considera que el análisis sobre Praxair Argentina se puede extender a los competidores y a los demás países donde están presentes.

Areas que la componen

A continuación se enumerarán las distintas áreas de acuerdo al impacto que tienen en la estructura de costos de la empresa.

Area de Producción: Debido a la alta inversión en maquinaria y tecnología, esta es el área con mayor porcentaje en la estructura de costos. La maquinaria que la componen son torres de destilación de aire, tanques criogénicos de inventario en proceso, plantas de llenado de cilindros, planta de mezclas de gases especiales y balanzas que pesan pequeñas cantidades de gases – pudiendo ser gases medicinales en pequeñas proporciones, como por ejemplo cinco micro gramos de un determinado gas -, por lo general esta maquinaria es de operación automática y continua por lo que tienen baja incidencia de personal para operar.

Area de Distribución y Logística: Esta área representa el segundo costo dentro de la estructura empresarial, y es característico del negocio – sin importar el país donde se lleve a cabo el negocio – debido a la particularidad de suministro del gas en los clientes que lo necesitan.

El resto de las áreas no representan un porcentaje significativo dentro de la estructura de costos de la empresa.

- 1- Area Comercial: Se compone de especialistas en ventas de cada industria y de personal administrativo que ejecutan los procesos de venta dentro de la empresa tales como impresión de contratos, facturación, cobranzas, nuevos negocios, etc.
- 2- Area de Tecnología de la Información: Gran parte de la estructura tecnológica de la empresa forma parte del personal de Praxair. En contra posición a la tendencia de tercerizar los servicios de tecnología de la información, Praxair cuenta con un centro de datos propio, un equipo de desarrolladores de aplicaciones móviles para asegurar la facturación a medida que se entregan los gases en la distribución por camión.
- 3- Area Financiera: Se compone de personal administrativo que planifica y controla los gastos e ingresos de la compañía
- 4- Area de investigación y desarrollo: Cuenta con un laboratorio especializado y personal que realiza investigaciones en alimentos y procesos industriales.
- 5- Area de compras: Se compone de personal administrativo especializado en comprar insumos específicos de la industria.

Otras áreas como la legal o recursos humanos quedan por fuera del alcance del presente trabajo.

Un criterio común para la selección de proyectos de mejora dentro de una empresa dada, es el de analizar las áreas de mayor retribución económica luego de su

implementación. Para esto se debe realizar un análisis general sobre los distintos procesos o áreas de la empresa. Otro criterio es el de enfocar los esfuerzos de mejora en las áreas de una empresa de acuerdo a su estructura de costos. Para el presente trabajo se ha seleccionado el segundo criterio infiriendo que en las áreas que representan mayores costos dentro de la estructura de la empresa, existen mayores probabilidades de conseguir mayores ahorros. En el gráfico 7 se muestra el porcentaje que representa cada área en la estructura de costos de la empresa.

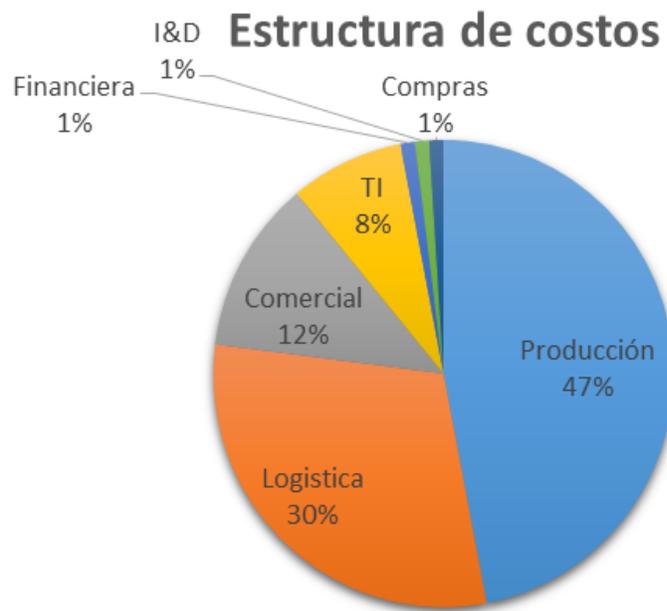


Gráfico 7. Estructura de costos. Fuente propia.

MARCO EMPIRICO

A continuación se analizará las oportunidades de mejora en el área de producción, logística y comercial. El porqué de esta elección responde a que las primeras dos áreas representan aproximadamente el 60% de los costos de la empresa, y la última debido a que es la única área que genera los ingresos o es responsable de traer los ingresos a la compañía. De este modo se considera estar atacando las principales áreas en donde se genera mayor impacto económico financiero. Para determinar cuál de las metodologías a utilizar en cada área, el autor ha desarrollado una matriz de decisión que consta de cuarenta y un preguntas segmentadas en seis categorías.

Matriz de decisión

Las preguntas que conforman la matriz de decisión se estructuran en seis categorías analizando las principales características que aplicarían mejor para cada metodología. A cada concepto se asocia un valor para cada metodología indicando con el valor 1, que dicha metodología es afín para el concepto evaluado, 0 si es indistinto, y -1 si no es recomendable la utilización de dicha metodología para el concepto evaluado – esto último no significa que no se pueda aplicar la metodología, solo que no es recomendable su uso frente a la aplicabilidad que tienen las otras metodologías analizadas en el presente trabajo-. Los conceptos a evaluar deben ser relacionados con la totalidad de los conceptos que tengan validez para el proceso seleccionado, no es aconsejable tomar una decisión sobre la metodología a utilizar porque en una categoría dada se imponga una metodología por sobre las demás.

La primera de las categorías agrupadas en la matriz de decisión, es la de “Datos”. La disponibilidad de datos numéricos o no, para el análisis inicial del proceso o servicio son fundamentales para conocer el estado actual. Obviamente servirán para el resto del proceso de mejora, implementación y control, facilitando un lenguaje común – los números o datos – para las personas. Más aún, si dispone de un sistema informático que agrupe los datos de los distintos sectores de la empresa – como puede ser un ERP – esta herramienta no solo facilitará conocer la interrelación entre los distintos sectores de la empresa sino que se podrá utilizar

como un medio de evangelización del proceso de mejora, implementación y control. Si analizamos un espectro de disponibilidad de datos, yendo desde la disponibilidad absoluta hasta no disponer de datos, el orden de las metodologías a seleccionar irían desde Six Sigma, Lean hasta Agile.

Los objetivos a alcanzar dentro de un proyecto de mejora determinan de manera clara como se deben estructurar los pasos de análisis para alcanzar el conocimiento necesario para determinar la mejora y los controles que deberán existir luego de la implementación. En la categoría “Objetivos” se detallan los conceptos a evaluar entre las tres metodologías.

La categoría “Características” es la más extensa debido a la versatilidad de los procesos existentes, demostrando las cualidades específicas que determinen la selección de la metodología a utilizar – repetición de actividades, estandarización de actividades, tolerancia a la variabilidad, facilidad de utilización de herramientas para el control, etc.-.

Los costos son un componente importante a incluir en todos los proyectos, quedaron ubicados en la parte inferior de la matriz por una cuestión de ordenamiento alfabético de categorías, pero por ello no dejan de ser importantes. Si se tuviese que realizar una re agrupación dentro de la matriz, estos deberían estar junto a los objetivos y resultados, ya que estos se asocian a las etapas futuras de la implementación o control.

Es importante contemplar los factores externos que no pueden ser controlados, o influenciados por el líder del proyecto. Estos también forman parte de los factores a tomar en cuenta al momento de decidir entre metodologías, ya que las mismas definen al cliente en su proceso de distinta forma. El cliente – por el origen en el cual se forjaron las metodologías – puede estar más presente del proyecto o tener más poder de decisión sobre la ejecución del mismo.

Por último el resultado que tenga el proyecto de mejora, dentro o fuera de la empresa, y ya sea con el cliente del proyecto o usuario final del producto o servicio tiene una importante componente en el control del proceso y del impacto que tenga (pudiendo ser desde la satisfacción del cliente hasta consecuencias legales que impacten a la empresa). En el gráfico 8 se demuestra la granulometría que manejan las distintas metodologías para abordar los temas - esto sin la intención de demostrar que mayor granulometría es mejor o viceversa – asociada a el esfuerzo, la precisión y velocidad con que cada metodología es implementada.

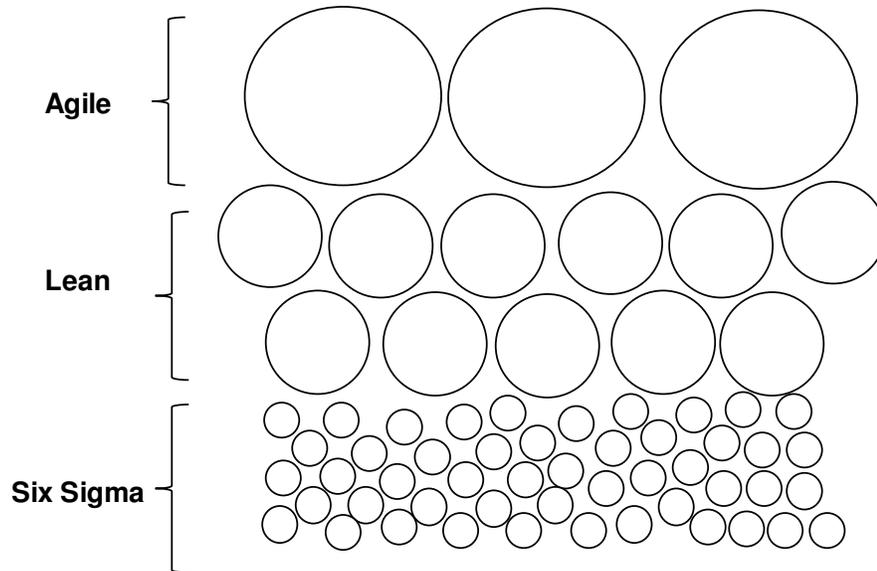


Gráfico 8. Granulometría. Fuente propia.

Dinámica para la utilización de la matriz de decisión

La matriz de decisión para la selección de la metodología a utilizar se estructura de la siguiente forma:

- 1- Una columna con conceptos a evaluar sobre el producto, proceso o servicio que se desea mejorar.
- 2- Una columna que tiene las celdas vacías, es la que lleva el nombre del producto, proceso o servicio que se desea mejorar tomando los siguientes valores a cada concepto a evaluar: (esta es la única columna a completar)
 - a. 1: Es verdadero
 - b. 0: No es verdadero
- 3- Tres columnas contiguas – cada una representa a una de las metodologías de este trabajo – con tres posibles valores para cada uno de los conceptos a evaluar. Los valores ya calculados para cada concepto son:
 - a. -1: No es recomendable la metodología
 - b. 0: Es indistinto el uso de la metodología
 - c. 1: Es recomendable la metodología

Una vez que se cuenta con la matriz, solo se debe llenar la columna del producto, proceso o servicio que se desea mejorar, para luego sumar todos los valores – por columna – de aquellos conceptos que hayan sido respondidos con el valor uno. En el gráfico 9 se detalla la composición de la matriz de decisión propuesta para seleccionar la metodología más apropiada a implementar en un proceso dado.

#	Categoría	Conceptos a evaluar	Proyecto #1	Lean	Six Sigma	Agile
1	Datos	Se dispone de datos históricos o bases de datos		1	1	0
2	Datos	No se dispone de datos históricos o bases de datos		0	-1	1
3	Datos	Se dispone de un ERP para el análisis de datos		0	1	0
4	Datos	No se dispone de un ERP para el análisis de datos		0	-1	1
5	Objetivos	El objetivo del proyecto es el desarrollo de software		0	-1	1
6	Objetivos	El resultado objetivo puede ser modificado en el corto plazo		0	-1	1
7	Objetivos	El objetivo del proyecto es la mejora de un producto		0	1	1
8	Objetivos	El objetivo del proyecto es minimizar la variabilidad de un proceso		0	1	-1
9	Objetivos	El objetivo es desarrollar un producto		1	0	1
10	Objetivos	El resultado objetivo debe permanecer inalterado en el tiempo		0	1	-1
11	Objetivos	El objetivo del proyecto es mejorar un servicio		0	1	1
12	Objetivos	El objetivo del proyecto es mejorar un proceso existente		1	1	0
13	Características	El proceso se repite mas de 20 veces durante una jornada laboral		0	1	0
14	Características	El producto a fabricar tiene mas de 50 piezas		0	1	-1
15	Características	El proceso es continuo		1	1	0
16	Características	El proceso incluye otros grandes procesos		1	0	-1
17	Características	El proceso se puede medir fácilmente		1	1	0
18	Características	El proceso no se puede medir fácilmente		0	-1	1
19	Características	El layout es por producto		1	1	0
20	Características	El layout es por proceso		1	1	0
21	Características	Es posible realizar ensayos de laboratorio		0	1	0
22	Características	No es posible realizar ensayos de laboratorio		0	-1	1
23	Características	El producto o servicio a mejorar está relacionado con salud		0	1	0
24	Características	El producto o servicio debe cumplir con normas de certificación		0	1	-1
25	Características	El producto o servicio no debe cumplir con normas de certificación		0	-1	1
26	Características	Se debe realizar un ensayo a los productos terminados para aceptar el lote		1	1	-1
27	Características	No se debe realizar un ensayo a los productos terminados para aceptar el lote		0	-1	1
28	Características	Es mayor la incidencia de máquina versus hombre en el proceso		0	1	-1
29	Características	Son aplicables las herramientas visuales de control		1	1	0
30	Características	No son aplicables las herramientas visuales de control		-1	-1	0
31	Costos	El costo de controlar el proceso es alto		0	1	-1
32	Costos	Existen penalidades por producto o servicio defectuoso		1	1	-1
33	Costos	No existen penalidades por producto o servicio defectuoso		0	-1	1
34	Costos	Existen altos costos por producto defectuoso		1	1	-1
35	Costos	No existen altos costos por producto defectuoso		1	-1	1
36	Costos	Existe alta inversión inicial para lograr la mejora deseada		0	1	-1
37	Factor Externos	El cliente tiene capacidad/conocimiento de acompañar el proyecto		0	1	1
38	Factor Externos	El cliente no tiene capacidad/conocimiento de acompañar el proyecto		0	0	-1
39	Factor Externos	La cultura de la empresa facilita el cambio		1	1	0
40	Resultados	El impacto de falla en el proceso es grande		1	1	-1
41	Resultados	El impacto de falla en el proceso es pequeño		0	-1	0

Gráfico 9. Matriz de decisión. Fuente propia.

Descripción del área de producción

Esta área es responsable de generar los gases del aire a través de las torres de destilación del aire, del almacenamiento de los gases en tanques ya sea en plantas de Praxair o en casa de cliente en donde los tanques son propiedad de Praxair. Los tanques almacenan los gases del aire y el dióxido de carbono en estado líquido.

Estos tanques son un componente crítico para el almacenamiento y distribución del gas. Funcionan como un pulmón de almacenamiento para acompañar los distintos ritmos de producción que puede tener el cliente. Es importante destacar que a pesar de ser un gas, el dióxido de carbono – por ejemplo - se utiliza en bebidas carbonatadas y cervezas resultando en un gas alimenticio, por ende debe ser manipulado como un alimento. Otro tanto – por ejemplo – para el oxígeno que se utiliza en hospitales, este debe ser manipulado como un medicamento. Las instalaciones hospitalarias tienen los cuartos acondicionados para que llegue suministro de oxígeno gaseoso desde los tanques que almacenan oxígeno líquido en las instalaciones del hospital. Dada esta criticidad de manejo de los gases como si fuesen alimentos o medicamentos, es que los tanques son propiedad de Praxair – quien también es responsable por la administración y mantenimiento de los tanques situados en casa de cliente – y no es permitido que otro proveedor descargue producto en los tanques propiedad de Praxair. Esta práctica es implementada por los demás competidores en igual modo, dado que no se deben mezclar gases de distintos proveedores; cada uno de ellos es responsable por emitir un certificado de pureza por el director técnico de cada empresa. Es importante comprender que si bien nunca se debe dejar a un cliente desabastecido, mas importante aún en comprender que si el cliente es un hospital no se puede dejar a un hospital sin suministro de gas medicinal ¿qué sucedería si las personas que están siendo asistidas por oxígeno, dejarán de tenerlo?

Situación actual

Se describe a continuación una de las problemáticas que tiene el área de producción para abordar nuestro análisis de mejora. Como se ha mencionado el área de producción es responsable por la producción de los gases y también de su correcto almacenamiento – ya sea en casa de cliente o en Praxair -, también los tanques almacenan gas en estado líquido. Este sencillo cambio de estado requiere llevar al gas a altas presiones o bajas temperaturas. Los tanques almacenan el gas en estado líquido a bajas temperaturas, los gases criogénicos como el dióxido de carbono o nitrógeno se deben llevar a temperaturas de -180°C . Si un tanque – ya sea estacionario o que esté montado sobre el chasis de un camión – que almacena gas en estado líquido – permanece durante un tiempo determinado con el gas almacenado sin tener descargas que disminuyan el volumen del líquido dentro del

tanque y por ende la presión; sucederá que la presión interna del tanque aumentará hasta que se accionen las válvulas de seguridad aliviando la presión interna del tanque mediante la liberación del gas a la atmósfera – perdiendo producto que puede ser vendido -, esto sucede en menor medida en tanques que están situados en el cliente debido a que por lo general el consumo es constante. Dado que el gas se factura a partir de lo que es descargado en el tanque situado en cliente, Praxair queda exento de responsabilidad por el gas que sea liberado a la atmósfera debido al correcto accionamiento de las válvulas de seguridad para aliviar la presión interna.

A continuación se adjunta en el gráfico 10 una fotografía donde puede apreciar al tamaño de los tanques estacionarios y lo móviles sobre chasis de un camión. En particular, el tanque estacionario de la fotografía consta de 5000 m³ y el tanque móvil 27 m³.



Gráfico 10. Tanque estacionario y tanque móvil. Fuente *Internet*:

http://www.canacero.org.mx/Es/images/praxair_1.jpg

Actualmente la planificación de las rutas de distribución se hace a partir de las lecturas de los sensores que poseen los tanques estacionarios en casa de cliente, con estos datos el especialista en logística planifica los recorridos de acuerdo a los productos, niveles de tanques, restricciones horarias o requisitos de descarga – por ejemplo la primer descarga de dióxido de carbono debe ser realizado en los tanques alimenticios y no en tanques industriales. Al final de mes cuando se reconcilia el gas

producido versus el gas vendido, existe una merma debido al accionar de las válvulas de seguridad que alivian la presión interna de los gases, perdiendo ventas. La comunicación con el área de producción de los clientes es muy importante al momento de planificar la distribución de los gases, dado que los clientes de la industria alimenticia – bebidas carbonatadas – tienen demandas estacionales fuertemente correlacionadas con el aumento de la temperatura y la temporada vacacional o fines de semana largo. Cuando se dan picos de alta temperatura o fines de semana largo, existen picos de demanda que son estimados dentro de la planificación de la producción del cliente, por ello ante estos eventos Praxair refuerza la distribución en días previos para acompañar la demanda de producción de los clientes.

Le ecuación simplificada de balance de masa que utilizaremos en este trabajo, es la siguiente:

$$\text{gas producido} = \text{gas vendido} + \text{gas liberado a la atmósfera}$$

Objetivo del proyecto de mejora es minimizar el “gas liberado a la atmósfera” ya sea por el tanque estacionario situado en Praxair como el tanque móvil que realiza la distribución a clientes. Los tanques instalados en cliente quedan por fuera del proyecto de mejora, dado que por la naturaleza de la operación de los mismos, es inusual tener pérdidas de gas por liberación de presión a través de la válvula de seguridad. Estos tanques están continuamente liberando presión de acuerdo a la naturaleza de su industria, como lo puede ser la de embotellado de bebidas carbonatadas o la industria cervecera.

Dado que se trata de una operación continua, en el cual se desea minimizar la variabilidad del proceso, se decide utilizar una metodología Six Sigma para abordar el tratamiento del proyecto.

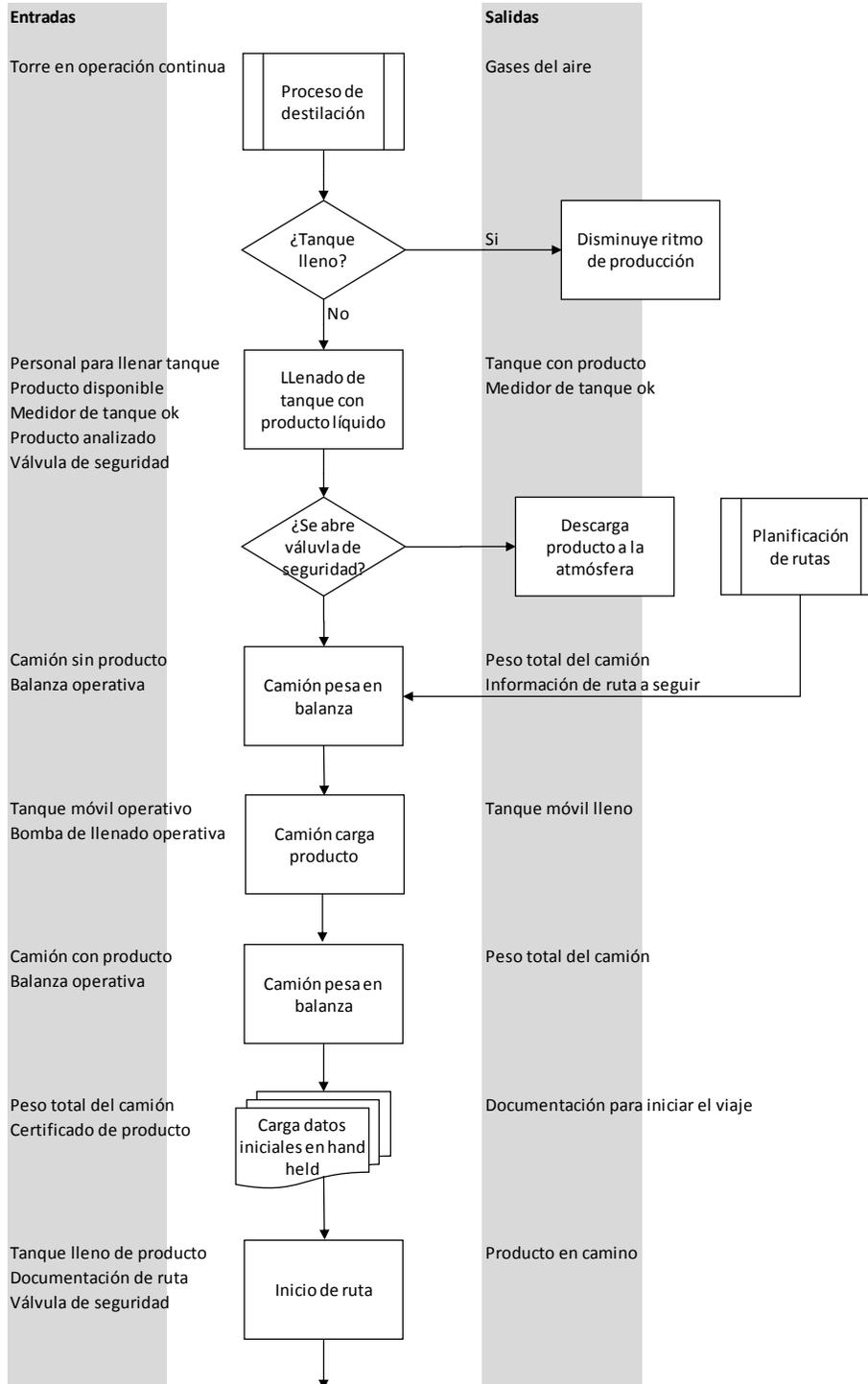
Solución propuesta

Una vez completa la matriz de decisión para el área de producción se determinó que la metodología más apropiada a utilizar es la de Six Sigma. En el gráfico 11 se detallan las respuestas a los conceptos analizados para el área de producción, totalizando 17 puntos con la metodología Six Sigma.

#	Conceptos a evaluar	Producción	Lean	Six Sigma	Agile
1	Se dispone de datos históricos o bases de datos	1	1	1	0
2	No se dispone de datos históricos o bases de datos	0	0	-1	1
3	Se dispone de un ERP para el análisis de datos	1	0	1	0
4	No se dispone de un ERP para el análisis de datos	0	0	-1	1
5	El objetivo del proyecto es el desarrollo de software	0	0	-1	1
6	El resultado objetivo puede ser modificado en el corto plazo	0	0	-1	1
7	El objetivo del proyecto es la mejora de un producto	0	0	1	1
8	El objetivo del proyecto es minimizar la variabilidad de un proceso	1	0	1	-1
9	El objetivo es desarrollar un producto	0	1	0	1
10	El resultado objetivo debe permanecer inalterado en el tiempo	1	0	1	-1
11	El objetivo del proyecto es mejorar un servicio	0	0	1	1
12	El objetivo del proyecto es mejorar un proceso existente	1	1	1	0
13	El proceso se repite mas de 20 veces durante una jornada laboral	0	0	1	0
14	El producto a fabricar tiene mas de 50 piezas	0	0	1	-1
15	El proceso es continuo	0	1	1	0
16	El proceso incluye otros grandes procesos	0	1	0	-1
17	El proceso se puede medir fácilmente	0	1	1	0
18	El proceso no se puede medir fácilmente	1	0	-1	1
19	El layout es por producto	0	1	1	0
20	El layout es por proceso	1	1	1	0
21	Es posible realizar ensayos de laboratorio	1	0	1	0
22	No es posible realizar ensayos de laboratorio	0	0	-1	1
23	El producto o servicio a mejorar está relacionado con salud	1	0	1	0
24	El producto o servicio debe cumplir con normas de certificación	1	0	1	-1
25	El producto o servicio no debe cumplir con normas de certificación	0	0	-1	1
26	Se debe realizar un ensayo a los productos terminados para aceptar el lote	0	1	1	-1
27	No se debe realizar un ensayo a los productos terminados para aceptar el lote	1	0	-1	1
28	Es mayor la incidencia de máquina versus hombre en el proceso	1	0	1	-1
29	Son aplicables las herramientas visuales de control	1	1	1	0
30	No son aplicables las herramientas visuales de control	0	-1	-1	0
31	El costo de controlar el proceso es alto	1	0	1	-1
32	Existen penalidades por producto o servicio defectuoso	1	1	1	-1
33	No existen penalidades por producto o servicio defectuoso	0	0	-1	1
34	Existen altos costos por producto defectuoso	1	1	1	-1
35	No existen altos costos por producto defectuoso	0	1	-1	1
36	Existe alta inversión inicial para lograr la mejora deseada	1	0	1	-1
37	El cliente tiene capacidad/conocimiento de acompañar el proyecto	1	0	1	1
38	El cliente no tiene capacidad/conocimiento de acompañar el proyecto	0	0	0	-1
39	La cultura de la empresa facilita el cambio	1	1	1	0
40	El impacto de falla en el proceso es grande	1	1	1	-1
41	El impacto de falla en el proceso es pequeño	0	0	-1	0
	Total		9	17	-5

Gráfico 11. Resultado de la matriz de decisión aplicado al área de producción. Fuente propia.

A Partir de este resultado, se procedió a realizar un mapa de proceso identificando las entradas y salidas como principales variables a analizar. El mapa de proceso realizado se puede apreciar en el gráfico 12 que se detalla a continuación.



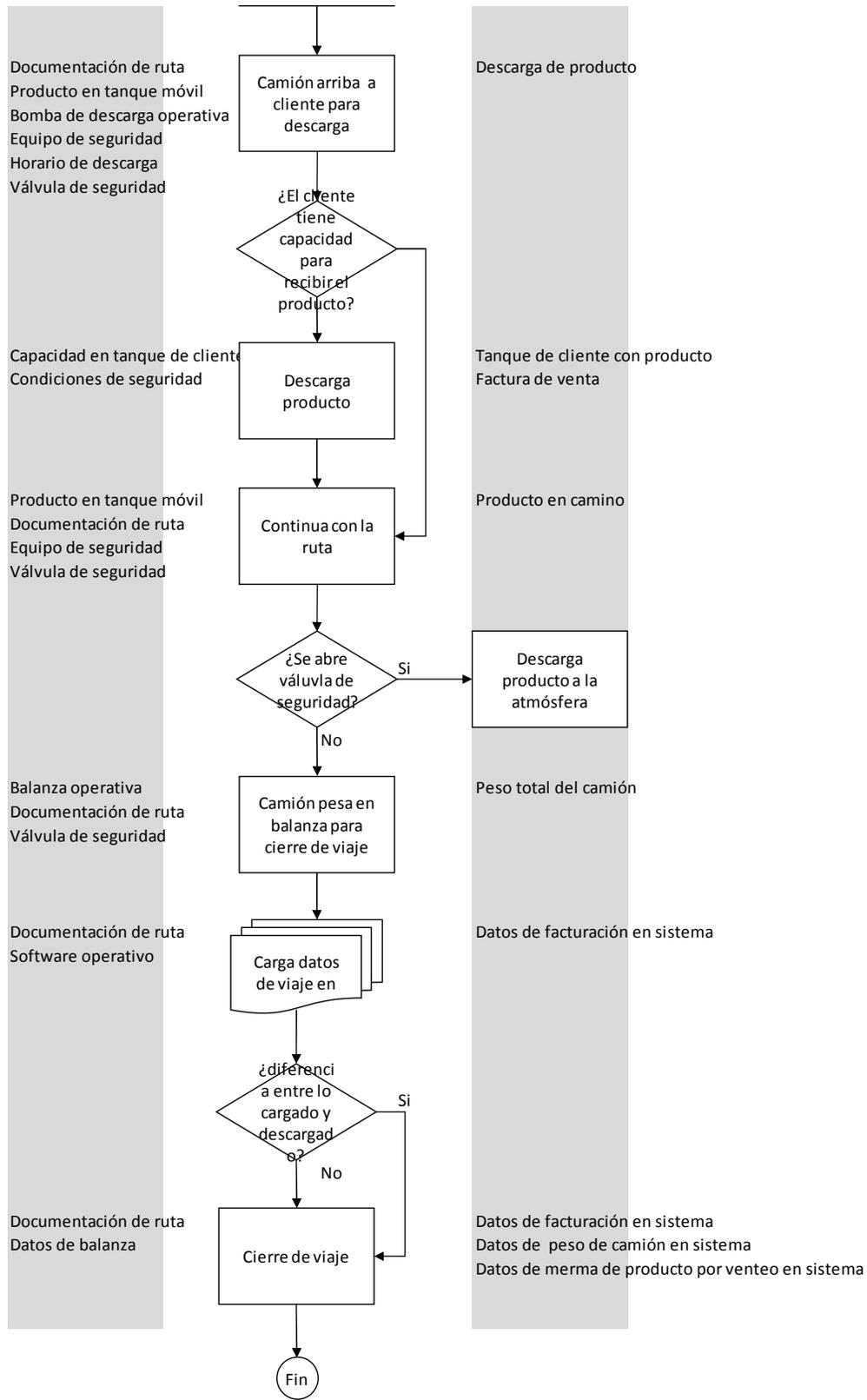


Grafico 12. Mapa de proceso utilizado en el área de producción. Fuente propia.

Y por último se utilizó la herramienta AMFE priorizando los diferentes tipos de falla que tiene el proceso, enfocando los esfuerzos de mejora en los tipos de falla de mayor valor.

Resultó que las variables más importantes que impactan en la liberación del gas a la atmósfera son:

- 1- La correcta calibración de las válvulas de seguridad del tanque móvil
- 2- La correcta calibración de las válvulas de seguridad del tanque
- 3- Medidor de nivel de tanque en cliente
- 4- La correcta calibración de la balanza que pesa el camión

Dado que los tanques poseen telemetría con Praxair, el especialista de logística tiene la información en línea de los niveles de los tanques en casa de cliente.

La solución que se propone contempla la inversión en caudalímetros a ser instalados junto a las válvulas de seguridad de los tanques – ya sean estacionarios o móviles -, la integración de la información en línea de los niveles de los tanques de cliente y la temperatura ambiente, dentro del software de gestión de Praxair Argentina – desarrollado por Praxair Argentina – para la construcción de gráficos de control y la correcta estimación de correlación entre temperatura ambiente y aumento de presión dentro de los tanques – dado que hoy no se tiene un histórico de accionamientos de válvulas de seguridad y temperaturas -; con esto se pueden construir tableros de control visual para comprender cuál es la situación que resultan de la correlación entre temperatura y niveles de tanque.

También se sugiere una revisión mensual de la correcta calibración de las válvulas de seguridad; con la ayuda de la telemetría también se pueden construir gráficos de control para identificar si alguna válvula requiere mantenimiento correctivo.

Con el uso de los caudalímetros se podrá establecer un nivel inicial de gas liberado a la atmósfera y a partir de allí establecer un objetivo de reducción de gas a ser liberado a la atmósfera; dado que actualmente la cantidad de gas liberado a la atmósfera se calcula como “gas producido” – “gas vendido”, es decir no se mide.

A continuación se detalla en el gráfico 13 el resultado de la matriz AMFE de acuerdo al mapa de proceso realizado.

AMFE							
Elemento / Función	Modo de falla	Efecto	S	O	D	NPR	
Válvula de seguridad de tanque móvil	No cierra una vez accionada	Liberación de producto a la atmósfera, sin saber cuanto se liberó exactamente	8	8	8	512	Instalación de caudalímetro para calcular el producto liberado. Incluir mediciones en la telemetría de Praxair.
Válvula de seguridad de tanque	Se acciona frecuentemente	Liberación de producto a la atmósfera, sin saber cuanto se liberó exactamente	9	8	7	504	Instalación de caudalímetro para calcular el producto liberado. Integrar la telemetría al ERP. Determinar los parámetros de re calibración.
Válvula de seguridad de tanque móvil	Se acciona frecuentemente	Liberación de producto a la atmósfera, sin saber cuanto se liberó exactamente	7	8	8	448	Instalación de caudalímetro para calcular el producto liberado. Integrar la telemetría al ERP. Determinar los parámetros de re calibración.
Medidor de nivel de tanque en cliente	Medidor no calibrado	El tanque móvil descarga menos producto que el planificado, aumentando la probabilidad de que se accionen las válvulas de seguridad, sin saber cuanto se liberó exactamente	7	7	8	392	Integrar la telemetría al ERP. Determinar los parámetros de re calibración.
Peso de camión en balanza	Balanza descalibrada	Indica que el camión tiene mas o menos producto que el que realmente tiene.	5	8	9	360	Programa de mantenimiento preventivo para evitar descalibración de balanza
Tanque lleno en casa de cliente	Error en la telemetría	El tanque móvil descarga menos producto que el planificado, aumentando la probabilidad de que se accionen las válvulas de seguridad, sin saber cuanto se liberó exactamente	7	6	8	336	Instalación de lector digital en el tanque para suplir falta de conexión en la telemetría. Instalación de caudalímetro para calcular el producto liberado.
Planificación consumo de cliente	El cliente falló en pasar el pronóstico de consumo	El tanque móvil descarga menos producto que el planificado, aumentando la probabilidad de que se accionen las válvulas de seguridad, sin saber cuanto se liberó exactamente	7	5	9	315	Instalación de lector digital en el tanque para suplir falta de conexión en la telemetría. Instalación de caudalímetro para calcular el producto liberado.
Hoja de ruta	Error en la planificación por falta de información de ritmo de consumo de los clientes	El tanque móvil descarga menos producto que el planificado, aumentando la probabilidad de que se accionen las válvulas de seguridad, sin saber cuanto se liberó exactamente	7	6	6	252	Integración de la telemetría en el ERP - módulo de logística - para planificación de rutas
Camión vuelve con producto	Error en la programación de hoja de ruta, debido a que no se avisó al cliente con tiempo para recibir el camión	El tanque móvil descarga menos producto que el planificado, aumentando la probabilidad de que se accionen las válvulas de seguridad, sin saber cuanto se liberó exactamente	7	6	6	252	Integración de la telemetría en el ERP - módulo de logística - para planificación de rutas. Determinar cuales son las restricciones de descarga (horario, cantidad a descargar, etc.)
Válvula de seguridad de tanque	No acciona	Aumento de presión, con posibilidad que cuando accione libere mas producto que el necesario	8	2	8	128	
Medidor de nivel de tanque	No enciende	Incerteza en el nivel de tanque	6	2	2	24	
Hoja de ruta	Muchos clientes para descargar producto	Mayor cantidad de purgas por viaje, eliminando producto a la atmósfera, sin saber cuanto se liberó exactamente	4	3	2	24	
Torre de destilación	Parada de producción	No hay producto para cargar en el tanque	9	1	1	9	

Gráfico 13. Resultado de la matriz AMFE. Fuente propia.

Los beneficios de esta solución

- 1- La disminución de liberación de gas a la atmósfera debido a que la planificación se realizará a partir de los niveles de tanques y temperaturas que determinen cuales son los tanques de cliente que se deban abastecer primero
- 2- Conocer adecuadamente la cantidad de gas liberado a la atmósfera que no pudo ser vendido, mediante los caudalímetros instalados en las válvulas de seguridad
- 3- Integrar el ritmo de producción de Praxair con los sensores de temperatura y niveles de tanque estacionarios para no llenarlos demás – las torres de destilación tienen niveles de techo y piso en los cuales pueden operar sin problemas, las mismas son de producción continua por lo que no se puede para la producción a menos que se planificada por mantenimiento -.

Descripción del área de logística

En particular se estudiará en el presente trabajo el área logística de gases envasados en cilindros dado que la distribución de cilindros es muy distinta a la de gas líquido en tanques móviles. Si se comparan ambos procesos se puede identificar re trabajos en el proceso de distribución de cilindros y ventajas en el proceso de distribución por tanques móviles. El proceso de distribución de cilindros se caracteriza por:

- La necesidad de disponer de una persona del cliente para la recepción y retiro de cilindros
- Los clientes de cilindros atienden en horario comercial, a excepción de los hospitales en temporada invernal donde se dispara un pico de consumo de oxígeno medicinal acorde a la cantidad de pacientes con enfermedades respiratorias
- Los clientes tienen una cuota de cilindros asignados, los cuales no pueden aumentarse sin una aprobación comercial. Esto implica que si el cliente tiene un pico de demanda por un lapso menor a una semana, obligará a Praxair a incurrir en mayores costos de distribución para suplir la demanda del cliente. Por otra parte, si se acuerda aumentar la cuota de cilindros, esto influye

directamente en la rotación de cilindros y en la disponibilidad de Praxair en disponer de cilindros para realizar nuevos negocios con nuevos clientes.

En cuanto a la distribución de gases líquidos en tanque móviles, este proceso se caracteriza por:

- Una disponibilidad de 24hs o al menos los 7 días de la semana para realizar descargas de producto
- Toda la operación de descarga es realizada por personal de Praxair. Dada la peligrosidad del manejo del producto, solo interviene personal de Praxair
- La facturación del producto descargado se realiza electrónicamente a partir del sensor instalado en el tanque estacionario
- El lugar donde se instala el tanque de Praxair en el cliente, es un espacio reservado para personal de Praxair

Por estas características entre ambos procesos, se advierte que son distintos de acuerdo a las características del producto y a la intervención del cliente dentro del proceso. Da la impresión que el proceso de distribución de gases en cilindros tiene espacio para mejorar la logística de reparto.

Los clientes que utilizan los gases envasados en cilindros tienen un consumo puntual, no continuo; la naturaleza del consumo en cilindros corresponde a su consumo no continuo, consumo puntual y móvil. Por ejemplo, en clientes de la industria alimenticia, los utilizan en máquinas expendedoras de bebidas carbonatadas, los clientes industriales en equipos de soldadura y los clientes medicinales en criogenia, en suministro a pacientes ambulantes que necesitan oxígeno, en salas de operación para anestesiarse a pacientes, etc.

La distribución de los cilindros se realiza en camiones como el que se muestra en el gráfico 14.



Gráfico 14. Camión de distribución de gas envasado en cilindros. Fuente *Internet*:
<http://www.solucoesindustriais.com.br/>

Estos camiones llevan una combinación de cilindros de acuerdo a la necesidad de los distintos clientes a reabastecer en la ruta definida. Los camiones tienen una capacidad de seis u ocho pallets, donde cada uno de los pallets puede cargar veinte cilindros. Debido a que el costo de los cilindros es de 20 a 50 veces más costoso que los gases industriales, medicinales o alimenticios (quedan por fuera de este proyecto los gases especiales cuyo ratio es inverso), y a que los cilindros son el medio para llevar el gas hasta el cliente; es muy importante lograr una alta rotación de cilindros en los clientes para no generar un cuello de botella en la distribución de los mismos y amortizar los cilindros en menor tiempo.

A diferencia de los tanques, los cilindros no poseen medidor de nivel de gas, por lo que el cliente estima un consumo semanal determinándose rutas estáticas, que son modificadas por los pedidos de los clientes que puedan surgir en la semana, avisando que se están quedando sin cilindros.

Situación actual

Los camiones utilizados en la distribución de cilindros, están acondicionados para transitar por la ciudad sin exceder el límite de carga en las calles. Llevan un conductor y un ayudante para agilizar la carga y descarga de cilindros en cliente, evitando congestiones de tránsito y minimizando el tiempo de atención en clientes – aumentando la cantidad de clientes a atender – por viaje.

Debido a la gran cantidad de variables que afectan el proceso de distribución – que no se tiene información histórica para tomar decisiones – y lo rápido que se desea mejorar la situación actual, se adoptará una metodología Lean.

Situación actual

Los clientes que son abastecidos con cilindros tienen en su mayoría un horario de atención comercial, con excepción de los hospitales que pueden atender las 24hs de ser necesario – esto ocurre habitualmente en el invierno donde las enfermedades respiratorias aumentan el consumo de oxígeno medicinal – pero no siempre tienen disponibilidad para recibir el camión con cilindros durante las 24hs. Habitualmente los camiones cargan en planta durante la noche para iniciar su recorrido al día siguiente por la mañana. Los cilindros que son descargados por los camiones cuando llegan a planta, son llenados y liberados – los que necesiten análisis y certificación para su liberación – durante el día, mientras los camiones reparten los cilindros llenados el día anterior.

Si el camión termina su recorrido a media tarde o se queda sin cilindros porque los clientes demandaron más de lo planificado, el camión retorna a planta quedándose sin repartir por lo que queda del día. Para los camiones que tienen rutas de distribución más alejadas de la Praxair, esto es un hecho. Los camiones indefectiblemente retrasan un día el reparto de producto por quedarse sin cilindro llenos a mediodía, no les da el tiempo para retornar a planta y llegar a tiempo a los clientes.

Solución propuesta

De la misma forma se utilizó la matriz de decisión respondiendo los conceptos a analizar desde el punto de vista del área Logística. El resultado de la matriz de decisión indica que la metodología más adecuada es la de Lean con un total de 8 puntos. A continuación se detalla en el gráfico 15 la matriz de decisión los resultados obtenidos.

#	Categoría	Conceptos a evaluar	Logística	Lean	Six Sigma	Agile
1	Datos	Se dispone de datos históricos o bases de datos	1	1	1	0
2	Datos	No se dispone de datos históricos o bases de datos	0	0	-1	1
3	Datos	Se dispone de un ERP para el análisis de datos	1	0	1	0
4	Datos	No se dispone de un ERP para el análisis de datos	0	0	-1	1
5	Objetivos	El objetivo del proyecto es el desarrollo de software	0	0	-1	1
6	Objetivos	El resultado objetivo puede ser modificado en el corto plazo	1	0	-1	1
7	Objetivos	El objetivo del proyecto es la mejora de un producto	0	0	1	1
8	Objetivos	El objetivo del proyecto es minimizar la variabilidad de un proceso	0	0	1	-1
9	Objetivos	El objetivo es desarrollar un producto	0	1	0	1
10	Objetivos	El resultado objetivo debe permanecer inalterado en el tiempo	1	0	1	-1
11	Objetivos	El objetivo del proyecto es mejorar un servicio	1	0	1	1
12	Objetivos	El objetivo del proyecto es mejorar un proceso existente	1	1	1	0
13	Características	El proceso se repite mas de 20 veces durante una jornada laboral	0	0	1	0
14	Características	El producto a fabricar tiene mas de 50 piezas	0	0	1	-1
15	Características	El proceso es continuo	0	1	1	0
16	Características	El proceso incluye otros grandes procesos	1	1	0	-1
17	Características	El proceso se puede medir fácilmente	1	1	1	0
18	Características	El proceso no se puede medir fácilmente	0	0	-1	1
19	Características	El layout es por producto	0	1	1	0
20	Características	El layout es por proceso	1	1	1	0
21	Características	Es posible realizar ensayos de laboratorio	0	0	1	0
22	Características	No es posible realizar ensayos de laboratorio	1	0	-1	1
23	Características	El producto o servicio a mejorar está relacionado con salud	1	0	1	0
24	Características	El producto o servicio debe cumplir con normas de certificación	0	0	1	-1
25	Características	El producto o servicio no debe cumplir con normas de certificación	0	0	-1	1
26	Características	Se debe realizar un ensayo a los productos terminados para aceptar el lote	0	1	1	-1
27	Características	No se debe realizar un ensayo a los productos terminados para aceptar el lote	1	0	-1	1
28	Características	Es mayor la incidencia de máquina versus hombre en el proceso	1	0	1	-1
29	Características	Son aplicables las herramientas visuales de control	0	1	1	0
30	Características	No son aplicables las herramientas visuales de control	0	-1	-1	0
31	Costos	El costo de controlar el proceso es alto	0	0	1	-1
32	Costos	Existen penalidades por producto o servicio defectuoso	0	1	1	-1
33	Costos	No existen penalidades por producto o servicio defectuoso	1	0	-1	1
34	Costos	Existen altos costos por producto defectuoso	0	1	1	-1
35	Costos	No existen altos costos por producto defectuoso	1	1	-1	1
36	Costos	Existe alta inversión inicial para lograr la mejora deseada	0	0	1	-1
37	Factor Externos	El cliente tiene capacidad/conocimiento de acompañar el proyecto	1	0	1	1
38	Factor Externos	El cliente no tiene capacidad/conocimiento de acompañar el proyecto	0	0	0	-1
39	Factor Externos	La cultura de la empresa facilita el cambio	1	1	1	0
40	Resultados	El impacto de falla en el proceso es grande	1	1	1	-1
41	Resultados	El impacto de falla en el proceso es pequeño	0	0	-1	0
Total				8	7	3

Gráfico 15. Matriz de decisión aplicada al área logística. Fuente propia.

Para analizar la situación de la situación actual del área de logística se realizó un mapa de valor para analizar la situación actual y otro para determinar el estado deseado luego de analizar el primero. A continuación se detallan los gráficos 16 y 17 donde se detallan los mapas de valor realizados.

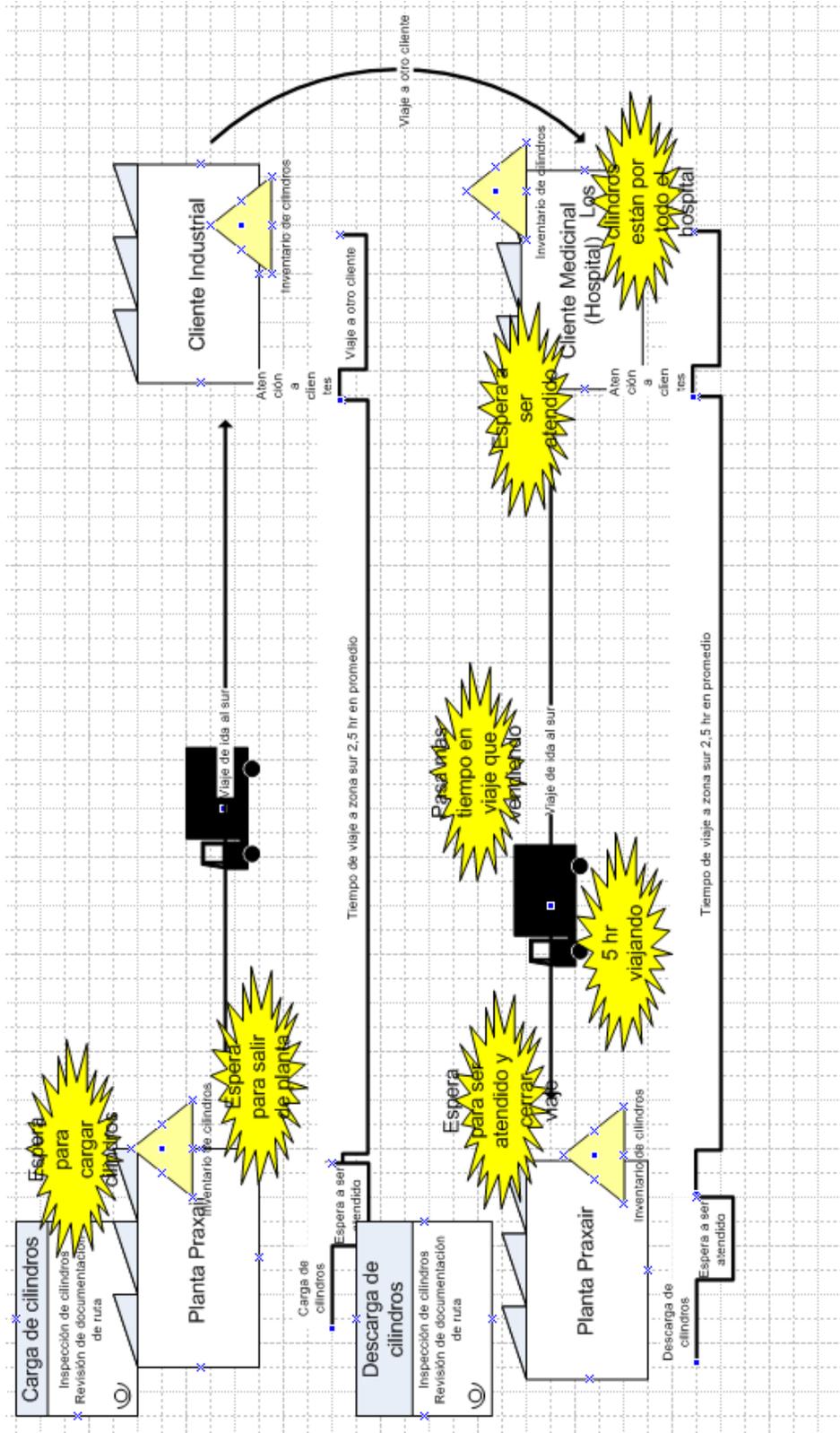


Gráfico 16. Mapa de valor aplicado a la situación actual. Fuente propia.

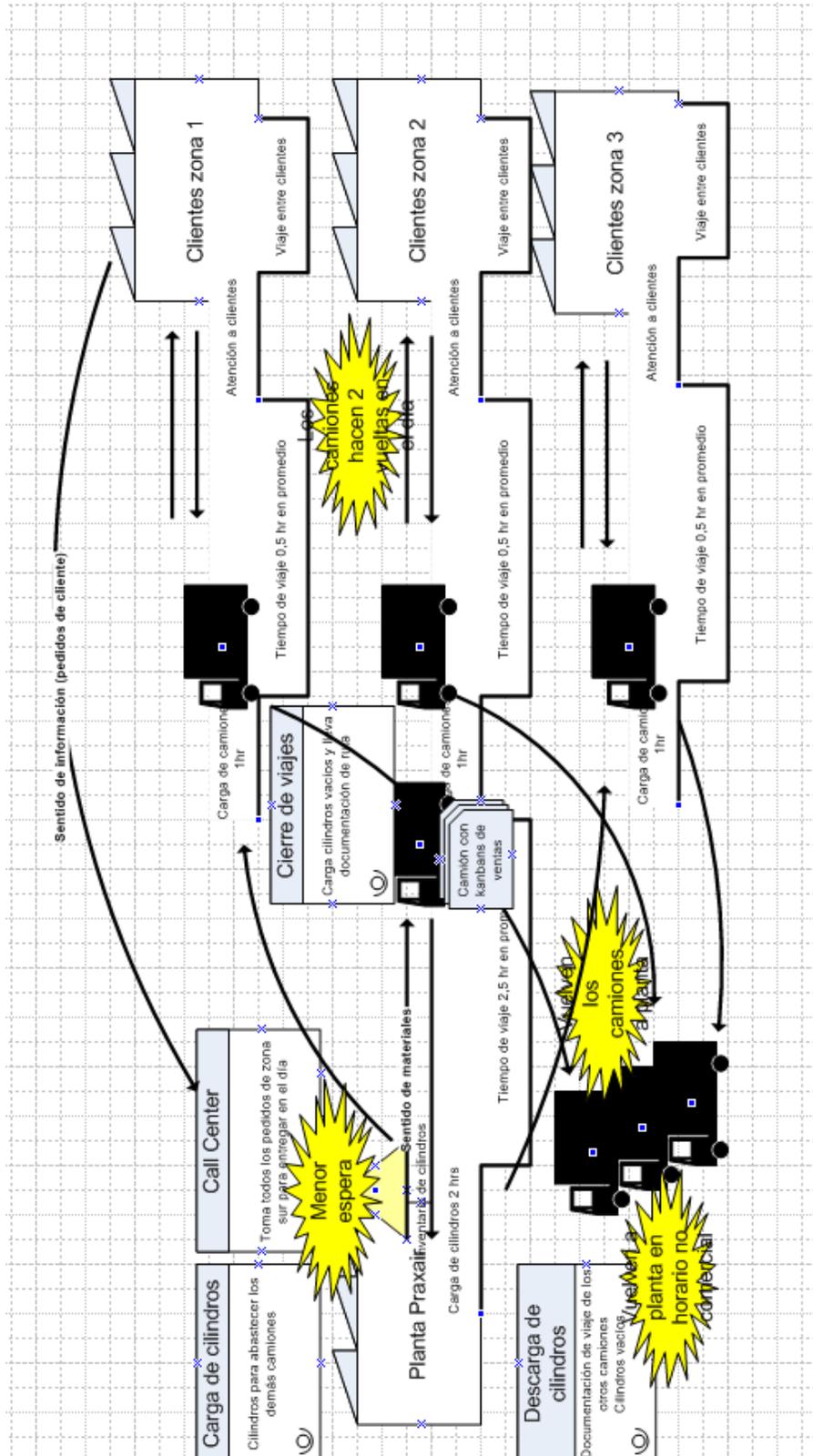


Gráfico 17. Mapa de valor aplicado a la situación de mejora. Fuente propia.

El resultado fue la rápida identificación de actividades que no suman valor – como el transporte – desde la planta de Praxair en El Talar de Pacheco hacia zona sur de Buenos Aires para iniciar el reparto de cilindros a los clientes. El tiempo promedio de viaje para los camiones desde planta Praxair hasta zona sur de Buenos Aires es de dos horas y media, esto le insume a cada camión cinco horas diarias únicamente de transporte desde y hasta la planta Praxair.

Existen tres camiones para atender a los clientes de zona sur, entonces se tiene quince horas diarias de transporte de cilindros desde y hasta la planta Praxair.

Esta solución apunta a minimizar el tiempo de viaje de los camiones que atienden zonas alejadas de Praxair, que no suma valor. Para ello se debe invertir en la contratación de un semi remolque de doce metros de largo, con capacidad para veintidós pallets. El semi remolque atendería a los camiones a mitad del día, para reabastecerlos y lograr dos rondas de distribución en vez de una por día. Al término del día, tanto los camiones que tienen rutas alejadas como los semirremolques arribarían a planta para descargar los cilindros vacíos. Para lograr esto, también se debe contar con un lugar de carga y descarga ya que no es recomendado realizarlo en la vía pública. El supuesto para esta solución es que los clientes en zonas alejadas tienen capacidad para recibir más cilindros debido a que están sub atendidos, conforme se llegue al nivel de satisfacción de atención por parte de los clientes, se tendrá potencial para aumentar las ventas en la zona. Otro supuesto es que inicialmente no se requerirá la inversión en cilindros, debido a que existen cilindros disponibles para acompañar el aumento de venta de las zonas alejadas.

A continuación se aprecia en el gráfico 18 una fotografía con un semirremolque cargado con pallets de cilindros.



Gráfico 18. Camión semirremolque. Fuente *Internet*: <http://estrucplast.com/industrial.html>

Los beneficios

- 1- Aumento de ventas por disminución de “round trip” para los camiones de reparto de cilindros.
- 2- Aumento de rotación de cilindros. Este es un KPI – key performance indicator – evaluado por finanzas de Praxair; dado que si se tiene baja rotación de cilindros, no se aprueba la inversión en capital para la compra de cilindros y así aumentar las ventas, primero se deberá mejorar la rotación de cilindros.
- 3- Satisfacción de los clientes. Dado que los camiones pueden reabastecerse en zona de clientes, pueden responder más rápidamente a los pedidos que realicen los clientes por fuera de la programación fija semanal.

Descripción del área comercial

El área comercial se compone por una reducida fuerza de ventas muy especializada en las aplicaciones industriales, medicinales, alimenticias y gases especiales. También cuenta con personal administrativo que apoya las iniciativas de mercadeo, facturación y cobranzas. Las actividades de facturación han mejorado notablemente debido a un proyecto de Six Sigma que se realizó anteriormente. La solución

contempló la instalación de hand helds en los camiones (tanto de cilindros como los tanques) para facturar al momento de descargar los cilindros o en tanques. Los hand helds tienen la capacidad de conectarse al aplicativo de comercial y logística desarrollado por Praxair para guardar datos de hojas de ruta y datos comerciales de los clientes necesarios para emitir facturas. Una vez que los camiones retornan a planta descargan la información de los hand helds en el sistema comercial de Praxair para reconocer las ventas realizadas. También sirven como punto de control para el cierre de los viajes ya que contienen la información de los cilindros cargados inicialmente, los descargados en cada cliente – soportados por las facturas – los cilindros recogidos en los clientes, tiempos de viaje, etc.

La desventaja que tiene este sistema es que no se tiene la información de las ventas o inventario de los camiones sino hasta que regresan a planta, restando agilidad para modificar las rutas de distribución de acuerdo a los cambios de consumo que surjan durante la distribución.

Como ya se ha mencionado, el software de facturación fue desarrollado por Praxair Argentina hace unos años atrás. El código por el cual fue desarrollado no permite el crecimiento lineal que poseen las aplicaciones actuales. Para esto, es necesario gestionar una metodología Agile con el equipo de profesionales técnicos de Praxair y reinventar el antiguo sistema comercial de facturación.

Situación actual

El presente trabajo analizará una potencial mejora en el sector de facturación de venta de gases en cilindro. Como se ha mencionado anteriormente, los camiones de reparto de cilindros tienen una distribución fija por cliente y día de la semana, la cual tiene muy poca flexibilidad para atender pedidos que surjan en el día. Esto se debe básicamente a que, no existe información sobre el consumo de los cilindros o el nivel de los cilindros. Específicamente se hace mención a que se reemplaza el cilindro una vez que se ha agotado el gas. Cuando el camión de reparto que atiende a un cliente dado, este no reemplaza el cilindro a menos que esté vacío, y no tiene la oportunidad de saber si el cilindro está a 90% de su capacidad o un 10%. Esto último, se corrobora con la persona del cliente que utiliza el cilindro si existe un especialista, para el caso de los hospitales se desconoce por completo este último dato. Ya que los cilindros son manipulados por personal de mantenimiento hasta donde se depositan para su uso – siendo estas salas de urgencia, algunos pisos

donde necesitan cilindros en caso de atender a pacientes ambulatorios, ambulancias, etc. – cuestión que no existe una única persona que pueda estimar cuanto gas se utilizó del cilindro como en el caso de un taller industrial donde el especialista soldador conoce por lo general cuanto se utilizó.

El no saber cuanto gas dispone el cilindro tiene un alto impacto en la toma decisiones por parte de Praxair. Por ejemplo, si el cliente llama para que se lo atienda por fuera de la planificación de distribución semanal – siendo que todavía no se ha quedado sin gas, pero estima que necesitará mas cilindros antes que le toque el día de reparto – ocurre que no hay datos certeros sobre cuanto gas dispone al momento de llamar a Praxair. El cliente, el especialista en logística o el chofer de reparto – que dependiendo su experiencia también pueden estimar cuanto gas dispone el cliente – no tienen forma de tomar una decisión basada en datos concretos y por ende los riesgos que se deben asumir a momento de tomar la decisión de atenderlo el mismo día, no son riesgos controlados. Si se decide atender a un cliente, modificando la planificación de ruta, existe la posibilidad de dejar a otro cliente sin los cilindros ese día.

Esto tiene un impacto directo en la satisfacción del cliente, ya que la distribución de cilindros – si bien es fija por días de la semana – comienza a tener variabilidad en la distribución pudiendo dejar sin producto a un cliente que quedó sin atender por causa de otro que llamó en el día para que lo atiendan sin excepción. En los clientes que están en zonas alejadas, puede ser que el impacto en la demora de atención por atender a otro cliente que llamó en el día, sea de dos días, debido a que la re planificación de rutas exija dos días para acomodar una variación en la atención de pedidos urgentes.

La solución propuesta

Una vez más se inicia el análisis de la situación completando la matriz de decisión, que esta vez arrojó como resultado que la metodología más apropiada es la de Agile. A continuación se detalla en el gráfico 19 la matriz de decisión con los resultados aplicados al área comercial.

#	Conceptos a evaluar	Comercial	Lean	Six Sigma	Agile
1	Se dispone de datos históricos o bases de datos	1	1	1	0
2	No se dispone de datos históricos o bases de datos	1	0	-1	1
3	Se dispone de un ERP para el análisis de datos	1	0	1	0
4	No se dispone de un ERP para el análisis de datos	1	0	-1	1
5	El objetivo del proyecto es el desarrollo de software	1	0	-1	1
6	El resultado objetivo puede ser modificado en el corto plazo	1	0	-1	1
7	El objetivo del proyecto es la mejora de un producto	0	0	1	1
8	El objetivo del proyecto es minimizar la variabilidad de un proceso	0	0	1	-1
9	El objetivo es desarrollar un producto	0	1	0	1
10	El resultado objetivo debe permanecer inalterado en el tiempo	0	0	1	-1
11	El objetivo del proyecto es mejorar un servicio	1	0	1	1
12	El objetivo del proyecto es mejorar un proceso existente	1	1	1	0
13	El proceso se repite mas de 20 veces durante una jornada laboral	1	0	1	0
14	El producto a fabricar tiene mas de 50 piezas	0	0	1	-1
15	El proceso es continuo	0	1	1	0
16	El proceso incluye otros grandes procesos	0	1	0	-1
17	El proceso se puede medir fácilmente	1	1	1	0
18	El proceso no se puede medir fácilmente	1	0	-1	1
19	El layout es por producto	0	1	1	0
20	El layout es por proceso	0	1	1	0
21	Es posible realizar ensayos de laboratorio	1	0	1	0
22	No es posible realizar ensayos de laboratorio	1	0	-1	1
23	El producto o servicio a mejorar está relacionado con salud	1	0	1	0
24	El producto o servicio debe cumplir con normas de certificación	0	0	1	-1
25	El producto o servicio no debe cumplir con normas de certificación	1	0	-1	1
26	Se debe realizar un ensayo a los productos terminados para aceptar el lote	0	1	1	-1
27	No se debe realizar un ensayo a los productos terminados para aceptar el lote	1	0	-1	1
28	Es mayor la incidencia de máquina versus hombre en el proceso	0	0	1	-1
29	Son aplicables las herramientas visuales de control	0	1	1	0
30	No son aplicables las herramientas visuales de control	0	-1	-1	0
31	El costo de controlar el proceso es alto	0	0	1	-1
32	Existen penalidades por producto o servicio defectuoso	0	1	1	-1
33	No existen penalidades por producto o servicio defectuoso	1	0	-1	1
34	Existen altos costos por producto defectuoso	0	1	1	-1
35	No existen altos costos por producto defectuoso	1	1	-1	1
36	Existe alta inversión inicial para lograr la mejora deseada	0	0	1	-1
37	El cliente tiene capacidad/conocimiento de acompañar el proyecto	1	0	1	1
38	El cliente no tiene capacidad/conocimiento de acompañar el proyecto	0	0	0	-1
39	La cultura de la empresa facilita el cambio	1	1	1	0
40	El impacto de falla en el proceso es grande	1	1	1	-1
41	El impacto de falla en el proceso es pequeño	0	0	-1	0
	Total		6	2	9

Gráfico 19. Matriz de decisión aplicada al área comercial. Fuente propia.

Para el caso del desarrollo de aplicaciones móviles y de aplicaciones sociales aumentando el canal de ventas de cilindros, se ha desarrollado un gráfico de Gantt donde se detalla las principales actividades, responsables, dependencias y fechas en las cuales se debe ejecutar el proyecto. A continuación se detalla en el gráfico 20 un diagrama de Gantt con el proyecto Agile a implementar.

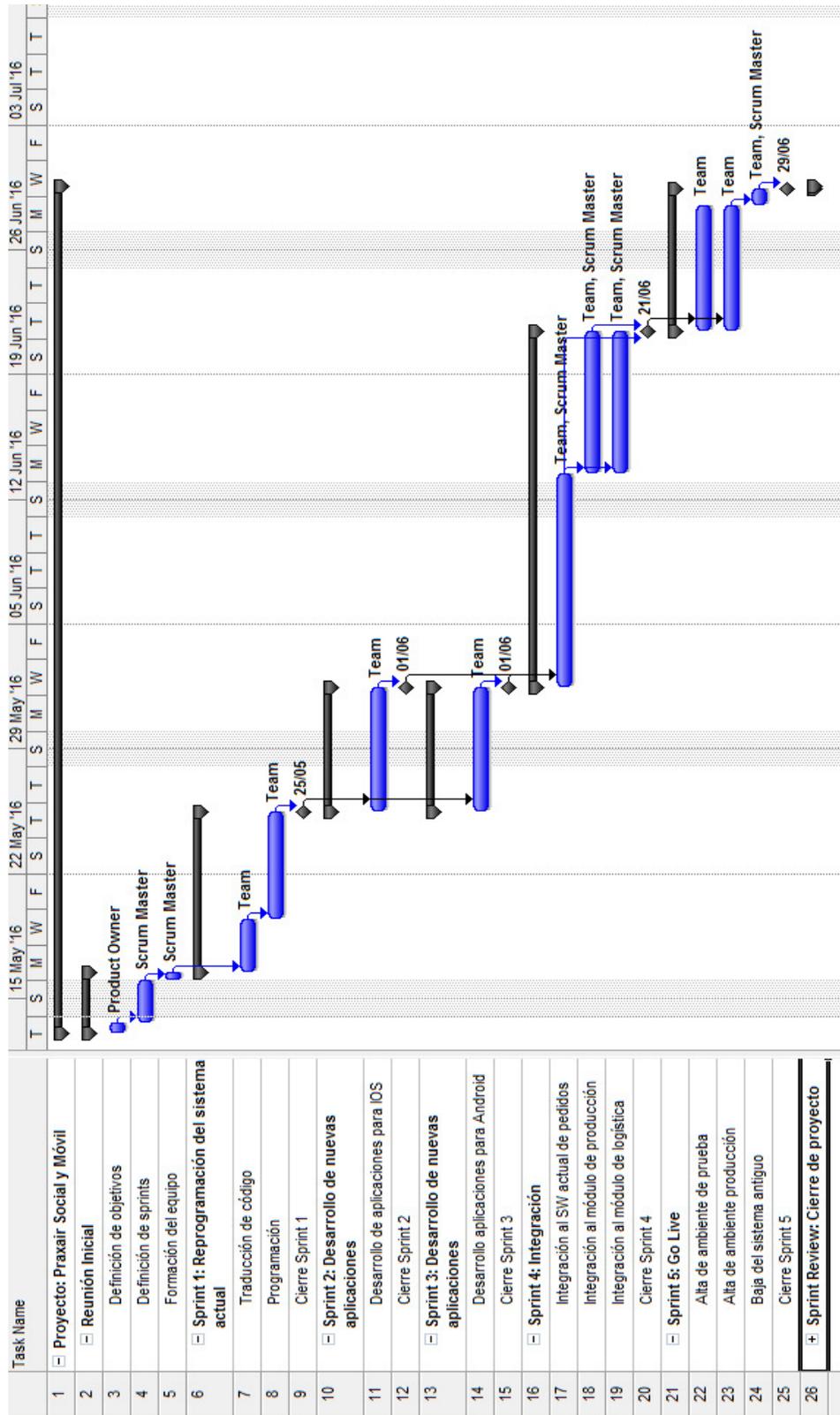


Gráfico 20. Diagrama de Gantt. Fuente propia.

Lo primero que se propone es modificar el sistema de facturación actual para que pueda albergar más actualizaciones en la medida que pase el tiempo. Esto para que se integren aplicaciones futuras que ayuden a entender las necesidades de consumo de los clientes. Por ejemplo, se puede desarrollar una aplicación móvil para clientes, para que ellos tengan la posibilidad de realizar una solicitud de pedido por fuera de los días programados. Esta aplicación debe tener los datos necesarios para que el especialista de logística tome las decisiones correctas sobre las rutas ya programadas. Dándole la información adecuada sobre el inventario que tienen los camiones, los clientes ya atendidos, lo facturado a ese momento, etc.

Para que esto ocurra, también se debe integrar los actuales hand helds a la transmisión de datos por red telefónica, con esto se logra tener facturación en línea. Con los datos históricos – y actuales - de ventas, se puede utilizar dicha información para que el sistema sugiera posibles consumos al momento en que el chofer atiende al cliente. Esto se puede incluir en el software de gestión del hand held antes de emitir la factura. El software tendría la información del inventario de cilindros que posee el camión, la hoja de ruta con los pedidos atendidos y por atender, y con los datos históricos y de tendencia de consumo puede sugerir en la pantalla del hand held preguntas para hacerle al cliente – sugiriendo si no necesita más gas de un cilindro dado -.

La segunda propuesta de mejora es el reemplazo de válvulas actuales, por unas que contengan en el cuerpo de la válvula, un medidor de presión visual para que tanto clientes como choferes o el especialista en logística tengan información precisa para tomar decisiones de atención o no atención.

Los beneficios

- 1- Potencial aumento de ventas de acuerdo a una aplicación móvil que contenga información necesaria para tomar un pedido. Y también por las sugerencias que emita el hand held para aumentar las ventas de acuerdo a los datos históricos y de tendencia del cliente en conjunto con el inventario remanente que posee el camión. De acuerdo al historial de llamados recibidos en el call center solicitando cilindros por fuera de lo planificado por Logística, y que no pueden ser atendidos en tiempo y forma, se estima 23% de aumento de ventas. Actualmente, los pedidos que no son atendidos por Praxair son cubiertos por la competencia.

- 2- Esto trae disminución de costos por no contar con personal de call center para tomar el pedido, ya que el cliente puede autogestionarlo en su teléfono inteligente. Analizando el volumen histórico de llamados que no pueden ser atendidos por los agentes del call center y por la capacidad de la aplicación para tomar los pedidos en línea se estima que se puede reducir el personal de call center en un 30%, dejando solo personal especializado para tomar llamados relacionados con incidencias o problemas.
- 3- Aumenta la satisfacción del cliente en poder emitir un pedido en línea sin largas esperas de líneas telefónicas y errores humanos al momento de tomar el pedido.
- 4- Mejora la toma de decisiones, tanto del cliente para saber cuando solicitar un pedido por fuera de la planificación semanal, como para el especialista de logística al momento de modificar una ruta de distribución.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se han descrito los principales lineamientos que gobiernan las metodologías Lean, Six Sigma y Agile. Mas aún se ha descrito la vigencia y utilidad que cada una de ellas tiene ya que ninguna prevalece sobre las demás de manera definitiva. Ninguna de ellas cubre el espectro de mejoras por sobre otra. Difieren en como abordan los temas, por ejemplo Lean toma el proceso actual y revisa todas la actividades que se ejecutan para encontrar posibles desperdicios – y eliminarlos rápidamente si es posible -, Six Sigma aborda el tema de forma similar pero profundiza en la medición de performance del proceso actual y verifica – mediante el diseño de experimentos – cuales son las variables del proceso que tienen mayor impacto en los resultados finales. Por último Agile tiene una forma distinta de abordar las problemáticas actuales, por el contrario se concentra en la solución final sin detenerse tanto tiempo como Six Sigma en mirar el proceso actual. También se diferencian en el proceso de tomas de decisiones, Lean es mas rápido y necesita menos información numérica, Six Sigma va hasta el origen de los datos y son indispensables para sustentar la toma de decisiones o medir niveles de proceso. Agile es auto gestionado, auto disciplinado y tiene autonomía para tomar decisiones de forma rápida.

La formación de equipos es otro aspecto en el que difieren las tres metodologías, Lean incluye de manera casi indefinida en el tiempo a las personas que ejecutan los procesos, destinan un espacio de tiempo de forma regular para pensar sobre como se están ejecutando los procesos y si se puede encontrar una mejor forma de hacerlo. El consultor Lean funciona como coach del equipo. Para el caso de Six Sigma el consultor es mas bien un mentor del equipo. Si bien, también es conformado por las personas que ejecutan el proceso actual, este los guía por dónde tienen que ejecutar las actividades para perfeccionar los procesos y por lo general los resultados numéricos de los experimentos ensayados hablan por sí solos. Los números terminan convenciendo al equipo de personas que ejecutan los procesos. En Agile los equipos son externos, conformados por especialistas cuasi gurúes en materia de cada especialidad los cuales trabajan en pequeñas unidades, no tienen la necesidad de incluir a las personas que ejecutan los procesos, debido a

que en Agile las soluciones que se plantean y acuerdan se realizan con el cliente desde el inicio, teniendo una clara visión y expectativa del resultado final.

La forma en que realizan los avances de los proyectos, son similares en Lean y Six Sigma, por etapas predefinidas, con entregables predefinidos, condiciones necesarias para dar por cerrada un etapa. Con la participación del cliente – o stakeholder – al final de cada etapa para conseguir la aprobación de cierre. Los avances de proyecto en Agile, tienen un nombre específico, sprints. Son tan diferentes que tienen nombre propio por sobre las demás metodologías (no solo de Lean o Six Sigma). No tienen un tiempo específico de duración, y el equipo puede determinar la finalización del sprint sin previa participación del cliente.

Por último Agile busca eliminar la burocracia que ralentiza los equipos de trabajo, casi no tienen documentación en proceso, a diferencia de las metodologías Lean y Six Sigma que generan tanta documentación que poseen un rol que es responsable por la gestión de documentos. En este sentido, Agile es criticado ya que cuando sufre la baja de una de las personas del equipo, al no tener documentación de lo trabajado se pierde tiempo en reconstruir lo trabajado. Tampoco se puede hacer rápidamente un abordaje de reemplazo – a un integrante que se retiró del proyecto – ya que no existen documentos para la transferencia de conocimiento. El impacto que tiene esto desde el punto de vista del cliente también es importante, ya que una vez concluido el proyecto Agile, los especialistas se retiran y los dueños del proceso – que pertenecen a la compañía – son los responsables de ejecutar los resultados de manera sostenida en el tiempo. El armando de esta documentación, debe realizarse durante la ejecución del proyecto, mientras los especialistas forman parte de equipo.

Por otra parte, las tres metodologías (y otras mas) comparten valores y principios comunes, como el respeto por las personas, el soporte directivo para el cambio cultural, el error como camino para encontrar mejoras, una mentalidad abierta, el no tener miedo al fracaso por intentar mejorar, etc.

Una crítica que se le hace a Agile, es que el involucramiento del cliente a lo largo del proyecto atenta con el ímpetu de agilidad que se pretende demostrar con esta metodología. Dado que no siempre el cliente tiene el mismo nivel de experticia que los especialistas del equipo y que además el cliente es quien paga el proyecto,

puede ocurrir que el cliente sienta la necesidad de hacer sentir su autoridad demorando las aprobaciones o tomas de decisión. Un equipo Agile experto y un cliente que todavía no conoce en profundidad esta metodología puede sentirse avasallado por la actitud del equipo Agile, predisponiéndolo de manera negativa para ser partícipe del proyecto. En cuanto a la experticia del cliente, esta es necesaria para determinar el objetivo principal y tomar rápidas decisiones a medida que el proyecto cambie de rumbo de acuerdo a los sprints que se ejecuten. Esto sucede especialmente en los proyectos de tecnología de la información en donde es casi imposible ser especialista en varios temas, con el agravante del rápido desarrollo de los temas de tecnología de la información los cuales exigen una continua capacitación en los mismos.

Sprints de una semana, también pueden resultar incómodo para algunos clientes que no han trabajado según la metodología Agile, siendo que el común de las metodologías no son tan exigentes en tener hitos menores a una semana dentro de un proyecto.

Agile surge de la industria del desarrollo de software, el cual contiene las particularidades que forjan la metodología, es un error pensar que si se aplica Agile el proceso que se trabaje tenga que transformarse en un proyecto de software, es aplicable a cualquier industria.

Agile carece de la longevidad de las otras técnicas y por ello también de casos de éxito, solo el éxito que obtenga en el futuro inmediato le dará la relevancia para ser una famosa y utilizada técnica de mejora.

Si bien el concepto de hacer negocios está cambiando rápidamente, por ejemplo:

- Uno de las mayores empresas del sector inmobiliario (Airbnb) no tiene agentes inmobiliarios
- Uno de las empresas internacionales de comercio de productos y servicios (Alibaba) no tiene stocks
- Una de las mayores empresas de media (Facebook) no crea contenidos

Lo importante es tener presente que los negocios se realizan de manera efectiva a través de procesos y estos son ejecutados en mayor o menor medida por seres humanos quienes son el génesis de cualquier mejora continua.

Lo importante es poder discernir cual herramienta utilizar de acuerdo a las necesidades del negocio.

BIBLIOGRAFIA

Libros.

Fernández Gómez, Miguel. Editorial imagen (2014). Lean Manufacturing

Pande, Peter. Neuman, Robert. Cavanagh, Roland. McGraw Hill (2000). The Six Sigma Way

Jeffrey K Liker, McGraw Hill (2011). The Toyota Way to Lean Leadership

Apke, Larry. Lulu publishing (2015). The Agile Manifiesto.

Kenneth S. Rubin. Addison-Wesley Professional (August 5, 2012). Essential Scrum

Internet:

Fuente *Internet*. www.anmat.gov.ar/, Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica.

Fuente *Internet*. www.iram.org.ar/, Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

Fuente *Internet*. www.praxair.com.ar/, Praxair Argentina.

Fuente *Internet*. <http://www.lean.org/>, Lean tools