

# Desarrollo de productos empleando enfoque lean y conceptos de agilidad en una empresa metalmeccánica.

**Rodolfo Saul Cohen**

[saul.cohen@fio.unam.edu.ar](mailto:saul.cohen@fio.unam.edu.ar)

*Universidad Nacional de Misiones (Argentina)*

Fecha de recepción COINI 2022: 30/09/2022

Fecha de aprobación COINI 2022: 03/10/2022

Fecha de aprobación RIII: 27/01/2024

## **RESUMEN**

El propósito del presente artículo es mostrar un ejemplo de cómo una pequeña empresa metal mecánica puede hacer que su desarrollo de productos sea más ágil, flexible y generador de valor empleando Lean. Se presenta el proceso genérico de desarrollo de productos, el proceso de desarrollo tradicional en el sector de metal mecánico en la provincia de Misiones, el sistema Toyota de desarrollo de productos y el nuevo sistema de desarrollo en la empresa estudiada, el cual contiene un enfoque Lean y conceptos de agilidad. Se inicia con la investigación de mercado de las demandas de los clientes en referencia a necesidades, demandas y funciones de valor del producto, que permitirá poder trasladar a los requisitos de la organización y así poder lograr la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes. En la siguiente fase se definen los requisitos finales de los componentes del producto y es cuando el concepto de agilidad interviene, realizándose procesos iterativos que mejoran los requisitos del cliente. También permite un producto adaptable a los cambios al subdividirlo en pequeños avances, trabajando de manera conjunta con el cliente se logra un diseño flexible y mejorado. Seguidamente se utiliza los datos obtenidos en la primera matriz de calidad (FVD) con el agregado del enfoque Lean, con lo cual se priorizan determina funciones y características técnicas que aporten valor producto.

**Palabras Claves:** Desarrollo de productos; Lean; Valor; Agilidad organizacional.

**Product development using a lean approach and agilism concepts in a metal mechanical company.**

**ABSTRACT**

The purpose of this article is to show an example of how a small metalworking company can make your product development more agile, flexible and value generating using Lean. Presents itself the generic product development process, the traditional development process in the industry of mechanical metal in the province of Misiones, the Toyota product development system and the new development system in the company studied, which contains a Lean approach and agility concepts. It begins with market research of customer demands in reference to needs, demands and value functions of the product, which will allow to transfer to the requirements of the organization and thus be able to achieve the satisfaction of customer needs and expectations. . In the next phase, the final requirements of the product components are defined and this is when the concept of agility intervenes, carrying out iterative processes that improve the customer's requirements. It also allows a product adaptable to changes by subdividing it into small advances, working together with the client to achieve a flexible and improved design. Next, the data obtained in the first quality matrix (FVD) is used with the addition of the Lean approach, with which functions and technical characteristics that provide product value are prioritized.

**Keywords:** Design of products; Lean; Value; Organizational agility.

**Desenvolvimento de produtos utilizando uma abordagem lean e conceitos de agilismo em uma empresa metal mecânica.**

**RESUMO**

O objetivo deste artigo é mostrar um exemplo de como uma pequena empresa metal-mecânica pode tornar o desenvolvimento de seus produtos mais ágil, flexível e gerador de valor utilizando Lean. Apresenta-se o processo genérico de desenvolvimento de produtos, o processo de desenvolvimento tradicional no setor metal mecânico na província de Misiones, o sistema Toyota de desenvolvimento de produtos e o novo sistema de desenvolvimento na empresa estudada, que contém uma abordagem dos conceitos Lean e agilidade. Começa com uma pesquisa de mercado das demandas dos clientes em referência às necessidades, demandas e funções de valor do produto, o que nos permitirá transferir os requisitos da organização e assim alcançar a satisfação das necessidades e expectativas dos clientes. Na fase seguinte são definidos os requisitos finais dos componentes do produto e é aí que intervém o conceito de agilidade, realizando processos iterativos que melhoram os requisitos do cliente. Também permite um produto adaptável às mudanças subdividindo-o em pequenos avanços, trabalhando em conjunto com o cliente para conseguir um design flexível e melhorado. Os dados obtidos na primeira matriz de qualidade (FVD) são então utilizados com o acréscimo da abordagem Lean, priorizando determinadas funções e características técnicas que agregam valor ao produto.

Palavras chave: Desenvolvimento de produto; Lean; Valor; Agilidade Organizacional.

## 1. INTRODUCCIÓN

Vivimos un momento crítico en el desarrollo de las empresas porque generalmente las seguimos administrando como en el pasado, cuando las necesidades y los productos ahora son totalmente diferentes. Las empresas que actualmente siguen siendo lentas para entregar sus productos o servicios, con calidad inconsistente, constantes quejas y rechazos, precios y costos altos y comunicación deficiente están desapareciendo (Socconini, 2019).

En pequeñas empresas este punto se vuelve aún más complicado. Ofrecer solamente el producto ya no atrae al consumidor, ya que busca servicios agregados al producto que pueden traerle más ventajas para toma de decisiones de compra.

La adaptabilidad y la flexibilidad son capacidades muy valoradas en estos tiempos y forman parte de la pre condición necesaria y clave para afrontar los cambios que traen el futuro del trabajo y los contextos VICA (Volátil, Incierto, Complejo y Ambiguo). El mundo hoy requiere de nosotros, de nuestra capacidad para dar respuestas adaptativas, rápidas y eficaces.

Las metáforas organizacionales actuales nos indican que las empresas se parecen más a seres vivos (sistemas complejos e interconectados) que en maquinarias (sistemas complicados formados por engranajes intercambiables). En las organizaciones, la mente es la encargada de las estrategias y es el principal responsable de la generación de valor (Zarbo y Gonzalez, 2021).

Nos encontramos en un momento en que el mercado se encuentra cada vez más competitivo y el consumidor, más exigente. Es necesario, por lo tanto, que las empresas sepan cómo atender y monitorear las expectativas de sus clientes mediante las metodologías ágiles (Ágile) surgen en los años 90 como respuesta a las crecientes necesidades de los usuarios de ordenadores que demandaban softwares cada vez más rápidos y de buena calidad, y, por tanto, flexibles a los cambios.

La agilidad organizacional es la capacidad de entregar resultados continuos a través de los productos y servicios brindados la cliente, y la habilidad de mantenerse aprendiendo, cambiando y reinventándose, de manera que esos resultados sean sostenibles (Zarbo y Gonzalez, 2021).

En el presente trabajo se estudian los principales fundamentos del desarrollo de productos con el objetivo de mejorar la competitividad en el mundo negocio, que cada vez es más fuerte. El número de competidores aumenta cada día y su fidelización se hace cada vez más difícil.

La realidad empresarial e industrial actual está signado por una creciente exigencia por parte de los clientes sobre los requisitos de calidad que deben cumplir los productos y los servicios. Las medianas y pequeñas empresas (PyMes) exhiben problemas en relación a sus métodos de desarrollo de productos e investigación de mercado, lo cual conduce a proponer mejoras con base en las priorizaciones teniendo en cuenta la opinión de los clientes en sus aspectos de manufactura, en base a una mirada del pensamiento ágil (Lean Thinking) y gestión del cambio "Agile".

Mediante la investigación comercial y del producto, entre otros aspectos, se identifican las necesidades de los clientes, las oportunidades de nuevos productos y los segmentos del mercado. También se ocupa de la comunicación entre la empresa u organización y sus clientes, establece los precios, los canales de comercialización, y del lanzamiento y promoción del producto por lo cual se aplican estos conceptos en conjunto con el plan de Marketing, análisis de los canales de distribución y logística inversa diseñando los servicios de post venta (Ulrich y Eppinger, 2013).

El proceso para el desarrollo de un producto se describe (Ulrich y Eppinger, 2015) como un conjunto de disciplinas en él que se destaca la concurrencia del Diseño, el Marketing y la Manufactura, junto con otras funciones de negocios. De manera similar, se destacan las mismas disciplinas clave y el trabajo interdisciplinario en un entorno de IC (Ingeniería concurrente o en paralelo), junto con otras funciones de la empresa (Pahl et al., 2007).

Por lo tanto, el proceso de desarrollo del producto comienza con las expectativas del cliente y concluye con la salida hacia el mercado del producto terminado (Cuatrecasas, 2010). Entonces, el proceso consiste en traducir las expectativas del cliente en especificaciones internas de la empresa y transmitir fielmente dichas especificaciones a las distintas funciones implicadas.

Otro de los esquemas posibles se plantea a continuación siguiendo las ideas de Garcia (2005): en primer lugar, deben determinarse las especificaciones generales del producto; en segundo lugar, realizar un análisis de viabilidad, si el producto se demuestra viable entonces tiene sentido hacer un diseño preliminar, para después continuar con el diseño detallado. Al mismo tiempo debe planificarse el diseño del proceso, que sería la siguiente etapa.

## 2. FLUJOS DEL PROCESO DE DESARROLLO DEL PRODUCTO

Por lo general, el proceso de desarrollo del producto sigue un flujo estructurado de actividades e información. Esto nos permite trazar diagramas de flujo de un proceso que ilustren el proceso, como se muestra en la Figura 1. Un diagrama genérico de flujo de proceso a) describe el proceso empleado para desarrollar productos influenciados por el mercado, impulsados por tecnología, de plataforma, de proceso intensivo, personalizados y de alto riesgo. Cada una de las fases (o etapas) de desarrollo del producto es seguida por una revisión (o paso de control) para confirmar que la fase se ha completado y para determinar si el proyecto continúa.

Los productos de rápida elaboración hacen posible un proceso de desarrollo del producto en espiral b) conforme al cual las actividades de diseño de detalles, construcción de prototipos y pruebas se repiten varias veces (es uno de los casos más utilizados en la industria metalmeccánica, donde se realizan correcciones a pedido del cliente).

El diagrama de flujo del proceso para desarrollo de sistemas complejos c) muestra el desglose en etapas paralelas de trabajo de los muchos subsistemas y componentes (Ulrich y Eppinger, 2013).

Una vez que el proceso de desarrollo del producto se haya establecido dentro de una organización o empresa en este caso metal mecánica, el diagrama de flujo de proceso se emplea para explicar el proceso a todos los miembros del equipo.

El propósito del presente artículo es mostrar un ejemplo de cómo una PyMes o pequeñas empresas pueden hacer que su desarrollo de productos sea más ágil, flexible y generador de valor empleando Lean. Se entiende por Lean Manufacturing, a la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio o muda de aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar (Carreras y García, 2010).

Lean Manufacturing se define como una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos (Hernández y Vizán Idoipe, 2013).

El valor, tal como lo definen el cliente, es la base del pensamiento Lean, así el desarrollo no proporciona ningún valor a menos que cumpla con las expectativas de estas partes interesadas (Pessôa y Trabasso, 2017).

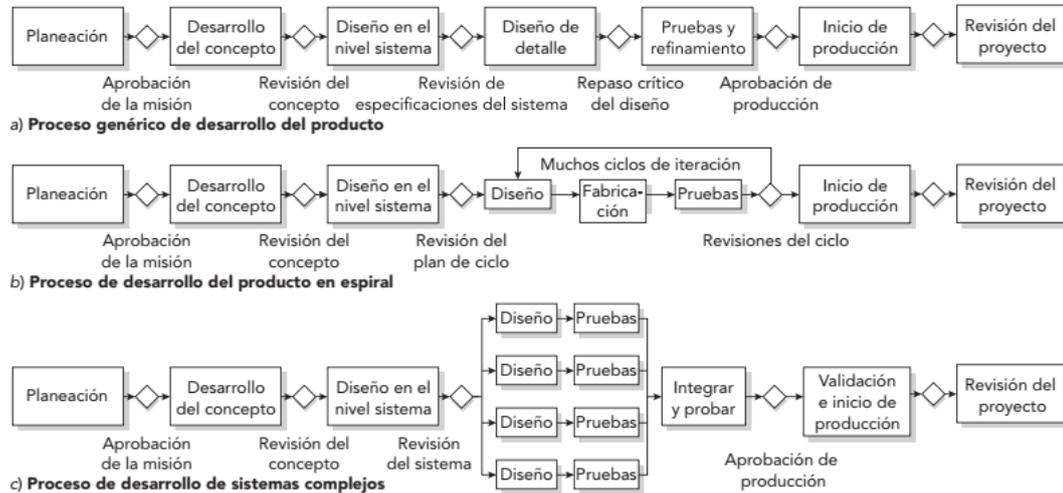


Figura 1. Diagramas de procesos para tres procesos de desarrollo del producto. (Ulrich y Eppinger, 2013).

### Valor y Desarrollo de Producto con enfoque Lean.

El “análisis de valor”, consiste en un esfuerzo sistemático para reducir el costo o mejorar el desempeño de los productos o servicios, ya sea comprados o producidos, realizando un análisis intensivo de los servicios, materiales, procesos, sistemas de información y flujos de materiales que intervienen en la producción de un servicio o artículo.

Entre sus ventajas figuran la reducción de los costos de operativos (producción, materiales y distribución); mejora en los márgenes de utilidad y un incremento en la satisfacción del cliente. Puesto que los equipos integrados por los distintos procesos de la empresa: estratégicos, de producción y de apoyo (definidos en el mapa de procesos) como de sus principales proveedores, desempeñan un papel clave en el análisis de valor, otro posible beneficio es que eleva la moral de los empleados (Krajewski, et al., 2013).

Enfocarse en valor es ofrecer un análisis completo acerca de cómo se estructura el proceso de desarrollo de nuevos productos, cómo hacer más eficiente el proceso para maximizar el valor para el cliente y cómo se corresponde en el proceso, y determinar qué actividades generan valor y cuáles no.

Pessôa y Trabasso (2017) afirman lo siguiente: el valor, tal como lo definen el cliente y el usuario del producto, es la base del pensamiento Lean, así el desarrollo no proporciona ningún valor a menos que cumpla con las expectativas de estas partes interesadas. Este valor, sin embargo, debe traducirse a funciones medibles y parámetros funcionales con funciones de estima (medibles en forma cualitativa), que pueden ser diseñados, producidos y verificados.

### Aporte de las Metodologías Ágiles

Las metodologías ágiles son flexibles, sus proyectos son subdivididos en proyectos más pequeños, incluyen comunicación constante con el cliente, son altamente colaborativos y se adaptan mejor a los

cambios. En 2001 se crea el Manifiesto por el desarrollo ágil de software, documento en el que se acuerdan cuatro principios básicos para el desarrollo de software, que establece prioridades y marca diferencias de fondo frente a los sistemas tradicionales: individuos e interacciones, por encima de procesos y herramientas; software funcionando, por encima de documentación extensiva; colaboración con el cliente, por encima de negociación contractual; y respuesta ante el cambio, por encima de seguir un plan (Alcaide Marzal et al.,2004).

En las metodologías tradicionales se concibe un solo proyecto, de grandes dimensiones y estructura definida; se sigue un proceso secuencial o también llamado de waterfall approach (modelo en cascada), en una sola dirección y sin marcha atrás; el proceso es rígido y no cambia; los requerimientos son acordados de una vez y para todo el proyecto. Uno de los grandes problemas de este modelo de desarrollo en cascada es, como hemos visto, la imposibilidad de revisar el producto durante el proceso productivo, muy similar a los procesos de desarrollo de productos tradicional.

Por lo que, una vez testado el software o producto/servicio en cuestión, los requisitos demandados varíen; teniendo así que repetir el proceso entero: rediseñar, volver a desarrollar y a probar el software o producto con el consiguiente crecimiento de costes y tiempo de puesta en producción.

La desventaja del modelo de cascada es superada por la metodología ágil, gracias a la continua comunicación enlazada con el cliente para averiguar los requisitos y las especialidades del producto o servicio, y al desglose del proyecto en pequeños trozos (en forma iterativa) que aportan agilidad, visibilidad y constante feedback al mismo.

De forma paralela, introducir un cambio a lo largo del proyecto es posible debido a las múltiples reuniones que se celebran con todos los involucrados en las que se establecen las prioridades del proyecto de trabajo. Mientras que, en el modelo de cascada, la participación del cliente en el proceso es nula ya que se limita a recibir el producto una vez está terminado (Grech, 2015).

Pese a lo anterior, no todas las organizaciones funcionan bajo la metodología ágil, sobre todo aquellas que necesitan tener una especificación concreta. Cuando trabajemos en procesos operativos que no cambian en el tiempo del proyecto, es más eficiente utilizar la metodología en cascada.

Estos procesos ágiles se relacionan con la investigación del mercado y la primera matriz de la metodología QFD, donde se determinan las características de calidad, a partir de las necesidades de los clientes. Estos deben tener un continuo contacto y desarrollar estos procesos iterativos hasta lograr cumplir con las necesidades con valor de sus clientes.

### **El desarrollo de producto de Toyota**

El desarrollo de producto de Toyota, conocido como Lean Product Development System (LPDS, sistema de desarrollo de producto Lean), promueve la interacción constante entre las diferentes disciplinas y áreas mediante la coordinación del ingeniero jefe.

De acuerdo a Barón y Rivera (2014), el desarrollo de producto de Toyota, conocido como LPDS, promueve la interacción constante entre las diferentes disciplinas y áreas mediante la coordinación del ingeniero jefe. El LPDS tiene como principal misión asegurar que el producto final cumpla con las necesidades, requerimientos y expectativas del cliente entregándole lo que este realmente valora.

Según presenta el estudio realizado por Barón y Rivera (2014), en una microempresa de Cali de productos textiles llamado "Equilibra", en la cual se aplicó esta técnica para que el desarrollo de productos sea más ágil, flexible y generador de valor empleando Lean y a la vez también busca ayudar a

los individuos y organizaciones a proyectar la imagen personal que desean, de manera que esta les permita transmitir adecuadamente su estilo personal e institucional, mejorar el servicio al cliente, las relaciones públicas, el clima laboral y la autoestima.

El estudio que se llevó a cabo busca mejorar el proceso de desarrollo para que la empresa pueda volver a ofrecer productos ajustados a las necesidades de sus clientes, personalizadas a las características de su hogar, brindándoles un servicio de asistencia y garantía.

### 3. PROCESO GENÉRICO DE DESARROLLO DE UN PRODUCTO VS. FORMA TRADICIONAL DE EMPRESAS METALÚRGICAS.

En la primera columna de la izquierda (Figura 2) se observa el proceso genérico de desarrollo de productos propuesto por (Ulrich y Eppinger, 2013), el cual tiene en cuenta todo el ciclo de vida del producto, además de emplear un enfoque multidisciplinario. En dicho proceso genérico se encuentra la planeación general, en la cual se define el mercado objetivo y el concepto básico del producto, con una amplia participación del área de mercadeo.

Posteriormente se desarrolla el concepto, especificando los detalles de este mediante un trabajo multidisciplinario. Luego los diferentes sistemas que forman el producto o servicio son diseñados y desarrollados por especialistas que intercambian conocimiento para asegurar la integridad final del sistema y su viabilidad. Acto seguido se realizan pruebas parciales y pilotos para llegar a la versión definitiva, la cual es producida en pequeña escala para afinar los aspectos finales.

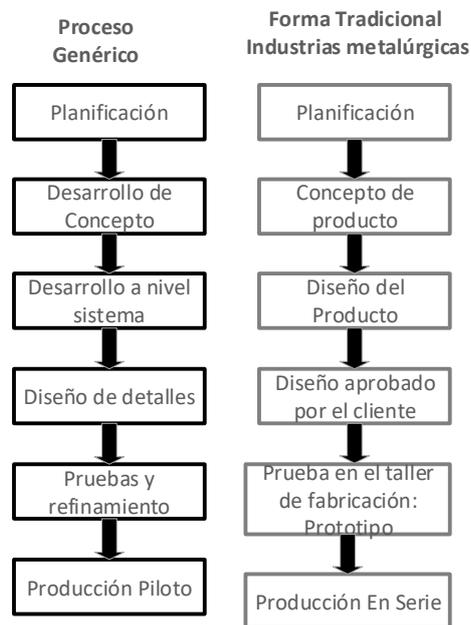


Figura 2. Proceso Genérico vs. Forma Tradicional de empresas metalúrgicas.  
Fuente: elaboración propia.

#### Proceso de desarrollo tradicional en el sector de las industrias metalúrgicas

La industria metalmecánica en Misiones se encuentra en pleno crecimiento, debido a la gran flexibilidad de las empresas de la provincia y financiado y con la ayuda de los sectores complementarios. Hoy el sector cuenta con una Cámara Misionera de Industriales Metalúrgicos (CAMIM), la cual se ha constituido

en un ámbito de gran trabajo en el ámbito sectorial, que potencia la industria local y provincial, trabajando en conjunto, con el ministerio de industria de la Provincia de Misiones, con los municipios, y con el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

Por otra parte, se encuentra en pleno desarrollo a nivel regional diferentes clústeres metalúrgicos impulsados conformados por empresas, academias y estado, con el fin de crear sinergias para el aumento de la competitividad del sector.

Comparando el proceso genérico con el de las empresas metalúrgicas representada en la segunda columna de la Figura 1, donde se muestra el proceso de desarrollo tradicional en el sector de las empresas industriales metal mecánicas de corte por plasma, campanas industriales para cocinas industriales, cortinas de aire y fabricación y montaje de conductos de ventilación y de equipos centrales de aire acondicionado.

En este proceso de desarrollo en las empresas metal mecánicas de la zona, se parte de una planeación general en la cual se ha definido básicamente un mercado objetivo, para luego definir un concepto de producto mediante bocetos, planos (Autocad), diseños en 3D (Solidworks).

Después se realiza la muestra física con la presentación y aprobación del cliente, la cual es se modifica en base a sugerencias de que surgen de la entrevista comúnmente realizada por el diseñador. Luego se realiza el presupuesto por el personal de mercadeo y/o del área comercial y si se aprueba el presupuesto y forma de pago, se pacta las fechas de entrega del producto o lote de productos.

En algunas empresas se realizan ensayos preliminares de producción, mientras que otras pasan directamente a la producción en serie. En este método tradicional el desarrollo tiende a ser bastante lineal y no se promueve mucho la interacción entre las distintas disciplinas desde estadios tempranos del proceso.

### **Empresa en Estudio**

En la primera columna de la Figura 3, se observa el antiguo sistema de la empresa bajo estudio (Aire S.A.), bastante similar en esencia al tradicional del sector de industrias metal mecánicas, para pasar al nuevo sistema adoptado para el desarrollo de productos con enfoque Lean, siendo la principal diferencia el hecho de que los productos no son producidos en serie, sino que el cliente mezcla a su gusto o modifica elementos (por sugerencias de profesionales relacionados al diseño del departamento o vivienda) como ser especificaciones, color, dimensiones o diseño preestablecido y la producción se lleva a cabo sobre pedido.

En la última columna de la Figura 3, se muestra el sistema de desarrollo de la empresa japonesa (Desarrollo de producto de Toyota, LPDS), caracterizado por promover la interacción constante entre las diferentes disciplinas y áreas mediante la coordinación del ingeniero jefe, quien es el directo responsable del desarrollo del vehículo y toma todas las decisiones críticas con respecto a este.

El ingeniero en jefe tiene como principal misión asegurar que el producto final cumpla con las necesidades, requerimientos y expectativas del cliente entregándole lo que este realmente valora, de acuerdo con lo expuesto por Barón y Rivera (2014).

Una vez establecido las funciones y necesidades de valor y traducidos a los requisitos dentro de la organización mediante el nuevo sistema adoptado por la empresa con enfoque lean, el siguiente paso es pasar al LPDS Toyota donde el mismo se caracteriza porque no es un proceso lineal sino iterativo, lo cual permite detectar y corregir errores más rápidamente, lo cual permitirá estar más cerca del cliente

adaptándose a cambios en forma rápida y flexible para mantener a los clientes y superar sus expectativas actuales y futuras.

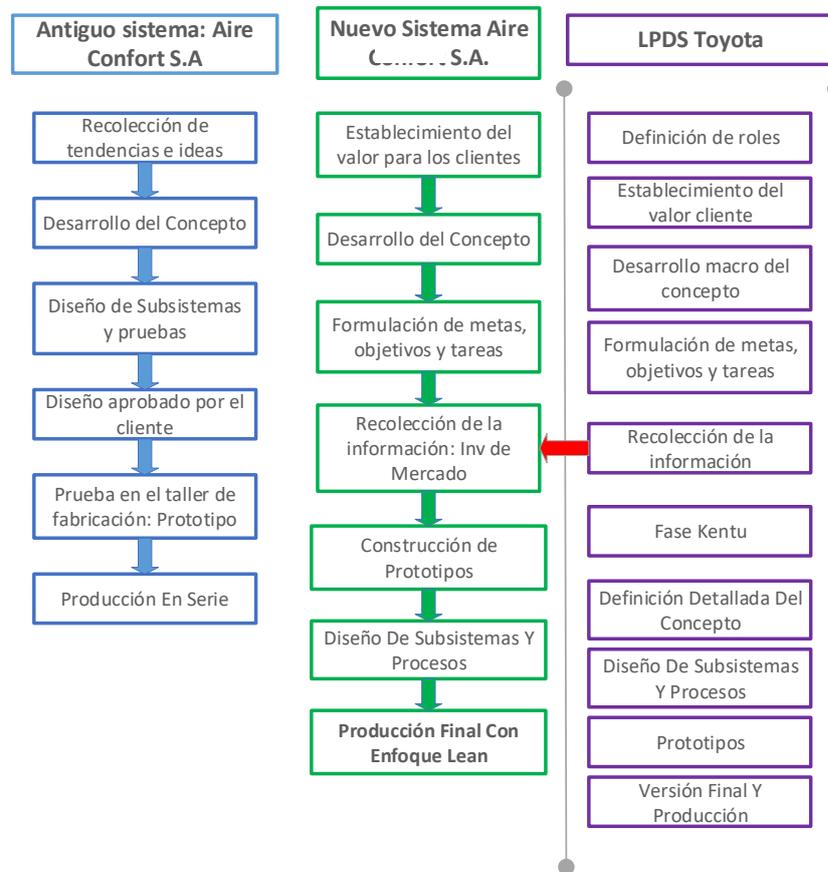


Figura 3. Comparación de Procesos de desarrollo: empresa sistema antiguo y nuevo vs. PPDS Toyota.  
Fuente: elaboración propia.

Otro aspecto primordial a tener en cuenta para el desarrollo de productos es el cuidado del medio ambiente para ello son especialmente útiles los conceptos de eco diseño, los cuales ayudan a reducir los impactos ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida del producto.

Después de la revisión de los diferentes autores, se adopta como modelo para el proceso de desarrollo de productos Lean Product Development System (LPDS) como base para el nuevo sistema (ver la última columna de la Figura 3), debido a se incluye conceptos de ingeniería concurrente, inversa y ecodiseño en conjunción con la metodología QFD permite que se detecte lo que el cliente valora y además ser una empresa ágil, con un enfoque en cuidar los desperdicios.

### Metodología para la mejora en el diseño de nuevos productos

A continuación, se presenta el sistema de desarrollo de productos diseñado para la empresa estudiada como se aplica el nuevo sistema, la forma en que el proceso de diseño funcionará como un ciclo de mejoramiento continuo y finalmente se presenta una visión crítica de las características, ventajas y desventajas del nuevo sistema.

### En qué consiste y cómo funciona el nuevo sistema de la empresa PPDS Toyota

- i. *Establecimiento del valor para los clientes:* El ingeniero jefe (IJ) y el proyectista o diseñador industrial establecen lo que el cliente define como valioso mediante: información de campo, investigación de mercados, análisis de la competencia, entrevistas con personas del mercado objetivo, uso de productos similares y características del estilo de vida del mercado objetivo.
- ii. *Desarrollo del concepto del producto:* El Ingeniero Jefe del proyecto en conjunto con los representantes de todos los departamentos involucrados define la visión global en el documento, en conjunto con el diseñador industrial, el jefe de producción recursos humanos, administrativos, vendedores, técnicos, instaladores etc. y el proveedor de las partes de la campana extractora y tomando como base la información recolectada en la etapa anterior.
- iii. *Formulación de metas, objetivos y tareas:* El Ingeniero en jefe y la alta gerencia, definen las metas y objetivos globales de desempeño del nuevo producto y asigna tareas a los demás participantes del desarrollo, que fueron enumerados en la etapa anterior.
- iv. *Recolección de información:* El diseñador industrial y proyectistas en conjunto con los proveedores de la campana extractora recolectan y analizan la información que requieren para llevar a cabo sus labores e inician la etapa de estudio empleando el análisis de diversas alternativas de manera simultánea. El diseño de bocetos preliminares y planos está a cargo del proyectista y el diseñador industrial. El diseño de subsistemas está a cargo del ingeniero industrial y el gerente de la empresa, con la ayuda puntual de los proveedores principales. La selección de bocetos y subsistemas es realizada por el Ingeniero industrial. Los resultados finales son desplegados presentados por el grupo de diseño en un lugar de reunión donde se presentará el prototipo o partes de los nuevos subsistemas o componentes del producto. El diseñador y el jefe de proyectos llevan a cabo reuniones de retroalimentación con los clientes y toman sus pedidos.  
El Ingeniero en jefe define y comunica los planos de conjunto y de las partes del producto con sus especificaciones documentadas a los demás integrantes del proceso de desarrollo, los cuales diseñan subsistemas, realizan un prototipo y pruebas que se exponen en un lugar privado y se discuten los temas para lograr integrar todos los puntos de vista.
- v. *Diseño de los subsistemas y procesos:* Paralelamente al diseño de subsistemas se realiza el diseño de los procesos de manufactura y venta, liderado por el Ingeniero en jefe y realizado con los proveedores. También se realiza un análisis global de ciclo de vida del producto.
- vi. *Construcción de los prototipos:* El diseñador industrial, el proyectista y el Ingeniero en jefe realizan prototipos integrando los subsistemas y probando los procesos de manufactura y venta de manera que esté todo listo para atender a los clientes.
- vii. *Producción Final con enfoque Lean:* Los prototipos finales se exhiben en un lugar de reunión que se conecta al blog (página web) de la empresa y se replica en el producto en los distintos puntos de venta.

A partir de este momento se produce lo que los clientes soliciten dentro de los modelos que puede desarrollar la empresa y se empieza a trabajar en nuevos modelos.

### **El nuevo proceso de desarrollo como Ciclo Deming (PHVA)**

Todas las empresas y organizaciones, desde su creación, se diseñan, definen su forma de medición, implementan sus sistemas de trabajo, miden y analizan su desempeño y empiezan a solucionar problemas, en lo que llamamos ciclos de mejora y ciclos de adecuación para el control.

Una empresa en desarrollo es aquella que realiza constantemente ciclos de adecuación para el control y resuelve problemas, además de aplicar acciones preventivas. Las empresas fiables no solo hacen ciclos de adecuación, sino que comienzan con ciclos de mejora e innovación (Socconini, 2019).



Figura 4. Ciclo PHVA de mejora de un sistema o Proceso.  
Fuente: Socconini (2014).

El formato final del nuevo sistema de desarrollo de producto de la empresa Aire S.A. se muestra en la Tabla 1 y es la adaptación de los elementos planteados por es la adaptación de los elementos planteados por Morgan y Liker (2006), para la implementación de un sistema Lean de desarrollo, con compatibilidad con otros sistemas como la Norma de Calidad de ISO 9001:2015 y la Norma Ambiental de ISO 14001:2015.

Dentro del sistema que se muestra en la Tabla 1, las etapas de desarrollo que se observa en la Figura 4, hacen parte de la de la sección denominada “Hacer” y son representadas con la palabra “Etapas” resaltada en negrilla.

Tabla 1. Nuevo proceso de desarrollo como Ciclo Deming. Fuente: por Barón y Rivera (2014).

PLANEAR		HACER	VERIFICAR	ACTUAR
Políticas	Planeación	Implementación y operación	Análisis de Desempeño	Mejora
Política. -Principios -Aspectos claves del sistema. -Política de compra de los componentes. -Pautas de diseño. -Tipos de diseño y distribución del tiempo. -Pautas para manejo de imprevistos.	*Alcance * Identificación de requerimientos legales, de las partes interesadas. *Mapa de valor actual y futuro. *Objetivos. *Identificación y evaluación de aspectos, impactos y riesgos. *Estructura: Eventos de integración, subsistema, sistema del ingeniero jefe. Ciclo de vida del producto *Roles, responsabilidad y autoridad. *Plan de contingencia.	*Etapas -Procesos y documentación -Afiliación -Venta -Atención - Cálculo de precio de venta -Documentación técnica -Compras -Producción -Entrega -Distribución -Personas. -Estructura. -Competencias y Perfiles. -Capacitación -Herramientas y tecnología Comunicación Aprendizaje Organizacional	-Manejo de los recursos Control de la operación. -Monitoreo y medición de metas, objetivos, requisitos legales y otros requisitos. -Indicadores clave. -Evaluación del cumplimiento. -Auditoría interna. -Manejo de no conformidades.	- Revisión por la Dirección. -Acción correctiva, preventiva y de mejora. -Sistema de acción Integral.

### **Características, ventajas y desventajas.**

El nuevo sistema de desarrollo posee las siguientes características y ventajas:

- Disminución de impactos ambientales: se utiliza el inventario de ciclo de vida para identificar los principales impactos y sus causas para luego plantear acciones que reduzcan dichos impactos y verificarlas.
- Aumento en la capacidad de aprendizaje organizacional: para mejorar la capacidad de aprendizaje, mediante el conocimiento compartido mediante mutuo aprendizaje. La persona (interna o externa) que desarrolle algún tipo de conocimiento nuevo, relacionado con desarrollo del nuevo producto lo documenta de forma escrita o por medio de videos breves, que incluyan las razones por las cuales se hace algo de una determinada manera. Luego publica la información en una carpeta compartida en un servicio gratuito de almacenamiento en la nube para que pueda ser usada por los demás miembros del sistema de desarrollo.
- Mejora de procesos empleando tecnologías de información y comunicación: se realiza una actualización y mejora de un análisis organizacional previo, el cual es útil para definir las necesidades tecnológicas y parametrizar los sistemas de información.
- Creación de sinergias con los proveedores y la empresa: se jerarquiza a los proveedores, y únicamente los proveedores clave hacen parte directa del desarrollo. Se empieza a construir una relación de amistad la cuales la base para establecer alianzas más estrechas, con participación conjunta en ferias y ruedas de negocios, convenios para compartir espacios físicos, entrenamiento cruzado en temas de gestión o técnicos, inversiones conjuntas y participación como asesor externo en la toma de decisiones.

## **4. METODOLOGÍA**

### **Investigación del mercado con un enfoque Lean**

El caso en estudio se refiere a una pequeña empresa metal mecánica ubicado en la ciudad de Posadas, Misiones, la cual elabora productos de referidos a la industria metal mecánica, cortes con CNC por plasma para piezas mecánicas, cartelería metálica y además fabrica y realiza montajes de conductos en chapa galvanizada, para instalaciones de aire acondicionado y ventilación.

Se detectan necesidades en lo referente a ventilación mecánica mediante campanas de extracción para cocinas tanto domiciliarias como así industriales (cocinas de hoteles y hospitales etc.).

El desarrollo del producto se inició con la identificación de un problema, detectado a partir de necesidades mal atendidas en el mercado. El caso el producto que se analiza, es un extractor de cocina de acero inoxidable, utilizados en departamentos y viviendas familiares.

Se localizaron los segmentos del mercado objetivo en la provincia de Misiones. Los principales resultados que se obtuvieron en la investigación de mercado cuyo enfoque Lean coincide con lo citado anteriormente por el desarrollo PPDS, citado en el punto i) como el establecimiento del valor para los clientes, detectando las necesidades actuales y futuras de los clientes y las funciones de valor del producto.

En cuanto a los resultados de la investigación de mercado-producto que se refieren a las características del producto fueron:

- De un total de 77 personas encuestadas, el 92% se encuentran dentro de la provincia de Misiones (la cual es nuestra región objetivo) y el resto en las provincias de Corrientes, Chaco y otras.
- En cuanto al tipo de vivienda en la región analizada el 33,3% habita en una casa grande, el 30,7% en casas pequeñas y departamentos de varios ambientes y en departamentos mono ambientes el 5,3%.
- En cuanto a la intención de compra del producto, el 46,7% de los encuestados se tiene una respuesta positiva, el 17,3% negativa y el porcentaje restante tal vez adquiriría el producto un 36%.
- En cuanto a la intención de compra del producto, el 46,7% de los encuestados se tiene una respuesta positiva, el 17,3% negativa y el porcentaje restante tal vez adquiriría el producto un 36%.
- Las dimensiones de la campana que se obtiene con mayor aceptación fueron de 600x600x450 (mm) un 59,2% seguido de 550x500x350 con un 18,3% y las menos aceptadas del 12,7% (350x500x350) y el 7% (900x600x500) y otras opciones con valores muy pequeños.
- De los materiales consultados, se concluye que la campana de acero inoxidable es la que mejor aceptación tiene entre los encuestados con un valor de respuestas del 81,3% (por lo tanto, es el material que se utilizará para el diseño y fabricación de las campanas extractoras) seguido de una campana innovadora de vidrio templado con el 14,7% y el resto de chapa esmaltada.

#### Funciones que agregan valor:

- En cuanto a los resultados de la investigación con respecto a las funciones adicionales que agregan valor, se obtuvo los siguientes resultados:
- ¿Te interesa que la Campana Extractora tenga la función mediante control remoto y pueda programarse la velocidad y tiempo de acuerdo al tipo de comida? Se observa en los gráficos que el 62,2% acepta la propuesta, un 27,6% contesta tal vez y el restante 9,2% no le interesa.
- En cuanto a la forma de recibir el producto si armado/desarmado las respuestas fueron de entrega totalmente armado del 60,5% de respuestas, indistinto el 34,2% (en partes) y el resto de las respuestas desarmado.
- ¿Te interesa que la Campana Extractora tenga la función adicional de poder aromatizar la cocina? De los encuestados se obtiene los siguientes datos: lo consideran muy importante un 7%, importante en un 36%, poco importante un 32% y un 23% nada importante, por lo cual esta discutida su aporte.
- ¿Te interesa que la Campana Extractora sea flexible y se puede configurar el color con el diseño de la cocina? Se resalta que lo siguiente: contestan afirmativamente un 58,1%, 27,5% tal vez y no le interesa un 16,2%, por lo que podemos comentar que es un punto importante a tener en cuenta para adecuarnos a las necesidades del cliente.
- ¿Te interesa que se brinde servicio de post venta y post consumo? El servicio de post venta y post consumo se concluye que los encuestados manifiestan una gran aceptación con un 80,3% y el resto no le interesa o tal vez lo considere.
- ¿Prefiere que tenga partes intercambiables, como para poder reparar o realizar un mantenimiento? Se determina que el 92% de los clientes manifiesta un gran interés por esta opción en el producto.
- ¿Prefiere que tenga Servicio de instalación y de entrega del producto en forma particular sin cargo, como un agregado al producto? De los datos se obtiene que el 85,5% manifiesta un gran interés en que se ofrezca el producto con servicio de instalación.

## Utilización de la Matriz de valor (FVD)

La técnica de Función Calidad de Valor (FVD) de acuerdo a Pessôa y Trabasso (2017), es una adaptación del Despliegue de la Función Calidad (QFD), en la cual se aplica los principios Lean basados en la creación de valor y la reducción de desperdicios, introduciendo una matriz adicional, teniendo en cuenta las demandas de funciones que agreguen valor.

Cada demanda de los clientes debe ser medido y cuantificado de forma específica, basado en factores técnicos medibles y cuantificables. Se busca traducir los que's de los clientes en los como's, es aquí donde aplicamos la metodología "ágile" realizando las iteraciones necesarias con los clientes de manera de determinar la cumplir las expectativas del cliente, quien indica el valor que le aporta cada requisito del proyecto. Otros de las características del concepto de agilidad es la participación activa del cliente; simplicidad; equipos de desarrollo motivados y auto organizados; comunicación efectiva; auto inspecciones; y adaptación a los posibles cambios.

A partir de lo antes expuesto se procede al armado de la Primera Matriz FVD de Valor.

Tabla2. 1ra. Matriz de Valor demandas de valor vs. Requisitos Técnicos de valor. Fuente: elaboración propia.

Matriz de Valor	Requisitos técnicos (Como's) del producto														Req. de Valor				/DI Importancia: I.M.
	Ac.Inox. SAE 304. Dim. : 2x1 mts. E=0,5 mm	Dim. campana: 60x60x45 cm.	Motor: Q= 1000 m3/h, 3 vel., 55 db.,400 w	Kits placa electrónica, 220/12v.	Transformador 220/12 volt	Control remoto y placa receptora	Luces de leds: 5 w, Di= 50 mm	Filtros met. 520x520 mm, esp.= 12 mm.	Filtro activo de carbón	Guía para porta filtros y colgar utensilios .	Cubre cond. de ac. inox.: de 20cmx20cm	Cond.salida: flex met de d= 15 cm	Diseño ergonómico (escala: 1-10).	Diseño estético (escala: 1-10).	Repuestos (herramientas) componentes	Tec. instaladores de garantías	Atención de post venta y post consumo	Camionetas para instalación y garantía	
Prod. armado.	3	9	9	9		9	6	6	6	3	3	3			6	9	3	9	0,8
Dis. y color flex.	9	9	6	6	6	6		6	6	6	6	6	9	9	9	3	3	3	0,7
Camp. ccolores	9	9	9	9	6	6		6	3	3	6	9	9	9	9	3	3	3	0,9
Bajo consumo			9	6	6	9	6								9	6	6		0,7
Progr. y c.rem.			9	9	9	9	6								9	9	9	9	0,7
Aromatizar			9	6	6	9									3	3	3	3	0,5
Post venta-cons.			9	9	9	9	9	9	9						6	9	9	9	0,8
Partes interc.			9	9	9	9	9	9	9	3	3	3			6	9	9	9	0,9
Garantía Extendida			9	9				9	9	3	3	3			9	9	6	9	0,8
Servicio instal.			9	9	9	9	9	9	9	3	3	3			6	9	6	9	0,9
Serv. de entrega			9	9	9	9	9	9	9	3	3	3			6	9	6	9	0,9
<i>Imp. técnica (IQj)</i>	17	21	73	70	53	64	44	52	49	19	22	25	14	14	60	61	49	57	
<i>Ev. actuación (Dj)</i>	1,0	1,0	1,0	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
<i>Ev. competitiva (Bj)</i>	1,0	1,0	0,5	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
<b>Pr.(IQvj*) con valor</b>	17	21	52	140	80	128	88	104	99	19	22	25	14	14	120	122	98	114	

Para el armado, se utiliza parte de la 1ra. matriz FVD, donde relacionamos las demandas del cliente y las demandas de valor del cliente (que's) IDvi\*, con las características de calidad desarrolladas en la empresa (IQj\*) que son los Como's o características de calidad a desarrollar dentro de la empresa.

En la Tabla 2, se aprecia que los ítems de "características técnicas de valor" a desarrollar en la empresa, cobra importancia los servicios como ser: técnicos de instalación, repuestos de las partes de la campana, el taller de atención de post venta y post consumo, una camioneta para realizar estos servicios que acompañan al producto con el agregado de repuestos como ser: plaqueta electrónica, control remoto, luces de leds y los filtros de metal y de carbón activo.

## 5. CONCLUSIONES

El sistema continúa basando gran parte del proceso de desarrollo en proveedores externos, pues no se cuenta con los recursos económicos para hacerlo de otra manera; pero dada la informalidad y la falta de disciplina que caracteriza a las pequeñas empresas del sector metal mecánico y metalúrgico.

Es muy difícil lograr el cambio cultural requerido en ellos para que trabajar bajo los nuevos estándares, con la esperanza que no sea una prueba de unos meses, sino la nueva manera de operar, con principios de mejora continua, basados en el enfoque Lean.

A la espera de resultados positivos de esta implementación en la empresa para lograr de cambios que paulatinamente se esperan, como ser: aumento de la agilidad para responder a las necesidades del mercado, la búsqueda de ideas innovadoras, incremento de la flexibilidad en los modelos, colores y materiales de las campanas extractoras adaptándose a las necesidades del cliente y agregando valor con los servicios de instalación y canales de post venta y post consumo.

Por último, un aspecto muy importante es la mejora de la capacidad de generar valor, mediante estudios de voz del cliente, que permitirán obtener cambios en las necesidades, expectativas y requerimientos de los clientes actuales y futuros; sus preferencias en cuanto a productos y servicios; su perfil demográfico; clasificación según lo que valoran y cómo se relacionan con la empresa, y estadísticas acerca de la satisfacción con los productos y servicios (mediante encuestas de satisfacción y con página web).

## 6. REFERENCIAS

Alcaide Marzal, J.; Diego Más, J. A.; Artacho Ramírez, Miguel A. (2004). Diseño de producto: métodos y técnicas. Alfaomega. México.

Carreras, M. R., y García, J. L. S. (2010). Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España, Madrid. Editorial: E. D. de Santos.

Cuatrecasas, L. (2010). Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación. España. Profit. Barcelona, España.

García, J. P. (2005). Tema 2 Diseño del Producto. Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos. Recuperado de <http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedddocuments/2disenodeproducto.pdf>

Grech, T. (2015). The intersection of agile and waterfall. Industrial Engineer: IE,47 (8), 49.

- Hernández Matías, J. y Vizán Idoipe, Antonio. (2013). Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. Madrid. España. Editorial: Fundación EOI.
- Krajewski, Lee J, Ritzman, Larry P.& Malhotra, Manoj K. (2013). Administración de operaciones. Procesos y cadena de suministro. Madrid. España. Editorial: Pearson.
- Maldonado Barón, Diana I. y Cadavid Rivera, Leonardo. (2014). Cómo una microempresa logró un desarrollo de productos ágil y generador de valor empleando Lean. Revista Estudios Gerenciales, Vol. 30 (130), 40-47.
- Morgan, J. y Liker, J. (2006). The Toyota Product Development System. New York: Productivity Press.
- Pahl, G.; Beitz, W; Feldhusen, J.; Grote, K. H. (2007). Engineering design: a systematic approach. Tercera edición. Springer. Londres, Inglaterra.
- Pessôa, M.V.P., y Trabasso, L.G. (2017). The Lean Product Design and Development Journey. A Practical. Londres, Inglaterra. Editorial: Springer.
- Socconini Pérez Gómez, L. V. (2014). Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios. 1.ª edición. Lean Six Sigma Institute, SC.
- Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019). Lean Company: más allá de la manufactura. Barcelona, Marge Books. Recuperado de: <https://elibro.net/es/ereader/elibrounam/117565?page=16>
- Ulrich, K. T.; Eppinger, S. D. (2013). Diseño y desarrollo de productos. Quinta Edición. Mcgraw-Hill. México.
- Ulrich, Karl & Eppinger, S. (2015). "Product Design and Development". México. Sexta Edición. Mc Graw Hill, Education.
- Zarbo Pablo y Gonzalez, Diego I. (2021). Agilidad organizacional. Cómo Transformar Organizaciones, con propósito e impacto. 1ra. Edición. Editorial Dunken. Ciudad autónoma de Buenos Aires.