



JIDeTEV

Jornadas de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Extensión, Vinculación y Muestra de la Producción



JIDeTEV- Año 2021 -ISSN 2591-4219

Aplicación de técnicas de desarrollo de productos con enfoque Lean Thinking asociado a una gestión de cambio agile en una empresa metal mecánica.

Cohen, R.Saúl*.

*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones.
Juan Manuel de Rosas 325, Oberá (3360), Misiones.
saulcohen@fio.unam.edu.ar. rsaulcohen@gmail.com.*

Resumen

El mercado se encuentra cada vez más competitivo por lo que obliga a las empresas a mejorar sus métodos de desarrollo de productos y detectar eficazmente las necesidades de los clientes. Para atender a dichos problemas se propone como objetivo determinar aspectos metodológicos en el proceso de desarrollo de productos, mediante el estudio de caso en una empresa metal mecánica. El trabajo se centra en aplicar y comprender, las algunas herramientas sistemáticas de diseño propuestas en base a los resultados obtenidos de la investigación de mercado donde se detecta las necesidades y funciones de valor para poder priorizarlas y utilizar los datos en las fases de desarrollo del producto. Seguidamente se utiliza los datos obtenidos en las matrices (FVD) con el agregado del enfoque Lean Thinking con lo cual se determina funciones que aporten valor producto y mediante el concepto del agilismo nos permitirá realizar cambios rápidos y estar mejor comunicados con los clientes. En cuanto a la matriz de los procesos, se formula indicadores Lean y se prioriza para disminuir los desperdicios. Con el proceso implementado se obtuvo un prototipo virtual diseñado de acuerdo a características de calidad demandadas y las especificaciones de los procesos, recursos humanos e infraestructura.

Palabras Claves: *Diseño de productos; QFD-FVD; Lean Thinking; Cambio Ágile.*

Abstract

The market is becoming increasingly competitive, forcing companies to improve their product development methods and effectively detect customer needs. To address these problems, it is proposed as an objective to determine methodological aspects in the product development process, through a case study in a metal mechanic company. The work focuses on applying and understanding the some systematic design tools proposed based on the results obtained from market research where the needs and valuable functions are detected in order to prioritize them and use the data in the product development phases. Next, the data obtained in the matrices (FVD) is used with the addition of the Lean Thinking approach, which determines functions that provide product value and through the concept of agility, it will allow us to make quick changes and be better communicated with customers. As for the process matrix, Lean indicators are formulated and prioritized to reduce waste. With the implemented process, a virtual prototype designed according to demanded quality characteristics and the specifications of the processes, human resources and infrastructure was obtained.

Keywords: *Design of products; QFD-FVD; Lean Thinking, Agile Change.*

1. Introducción

El escenario de inestabilidad económica que enfrentan las empresas actualmente provoca cambios en la gestión con énfasis en la atención al cliente, el uso de la tecnología y la información, además de la formación de recursos humanos, entre otros aspectos. Debido a estos cambios, se puede ver el intento de modernizar estas empresas, con el fin de satisfacer las demandas del mercado.

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 prioridades 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*”.

A partir de allí se encontró interesante iniciar una línea de investigación para determinar un método que pudiera resolver esta situación y una futura implantación en base a los resultados obtenidos.

El problema común que enfrenta el desarrollo de un nuevo producto consiste principalmente en encontrar un conjunto de acciones y metodologías para ejecutar, que proporcionen una solución que satisfaga las necesidades del problema, buscando el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

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.

Por lo tanto, nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Resulta de utilidad la aplicabilidad de las herramientas Sistemáticas de diseño bajo un enfoque Lean Thinking y la gestión del cambio *Ágile* para definir, evaluar las funciones y atributos que agreguen valor de un nuevo producto, para asegurar de manera iterativa las necesidades de los usuarios han sido entendidas para obtener una ventaja competitiva?

En Argentina esta situación es mucho más deficitaria, por no decir casi nula. Por contraparte es un espacio muy fértil tanto para la investigación como para el desarrollo de productos, particularmente en el caso planteado y partiendo de herramientas sistemáticas de diseño, Ingeniería Concurrente, pensamiento ágil sumando la gestión de cambio ágil, técnicas de marketing y las técnicas de manufactura.

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 [1].

Poder aplicarlas a un estudio de caso en una pequeña empresa metal mecánica ubicado en la ciudad de Posadas, Misiones, la cual elabora, fabrica y realiza montajes de conductos de chapa galvanizada.

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.).

Se presenta una metodología de diseño de productos mediante la aplicación de los Métodos Sistemáticos (métodos cuantitativos y cualitativos) [2], desde el enfoque de Ingeniería Concurrente. Estas técnicas serán aplicadas en base a los resultados de una investigación de mercado.

El siguiente paso es el diseño detallado del producto y de los procesos para lo cual se propone para su obtención, la utilización del método de Despliegue de la Función Calidad (QFD) y la Función de Calidad con Valor de Calidad (FVD) orientando todo el proceso de desarrollo hacia las expectativas del usuario.

Se determina un modelo conceptual de aplicación de las matrices FVD, con el agregado de dos matrices orientado al enfoque Lean (agregando valor a las funciones y optimizando los desperdicios en la matriz de procesos), se utiliza como base el modelo desarrollado por [3].

El proceso para el desarrollo de un producto se describe [5] 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, [6] se destacan las mismas disciplinas clave y el trabajo interdisciplinario en un entorno de IC, junto con otras funciones de la empresa.

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 [7]. 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 [8]: 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. Por último, en la fase de implantación generalmente hay que re analizar tanto el producto como el proceso. Todas las fases están íntimamente relacionadas y, en numerosas ocasiones, deben desarrollarse simultáneamente. Este proceso se representa en la Figura 1.

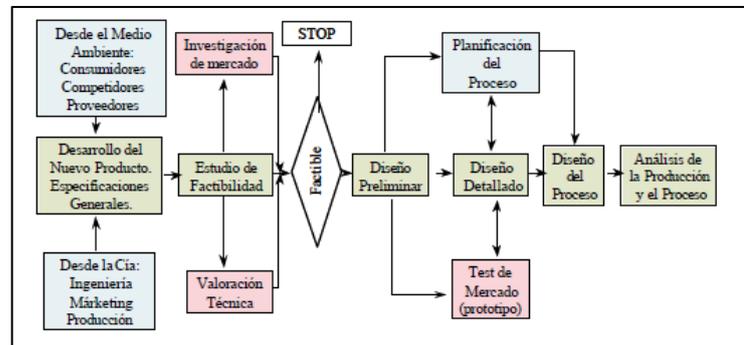


Fig. 1. Proceso de desarrollo de producto [7].

Es necesario adoptar un enfoque práctico, que en las etapas de planeación del producto integre herramientas y técnicas que permitan incorporar las necesidades de los clientes. Es allí donde las herramientas sistemáticas (o analíticas) QFD (Quality Function Deployment- Desdoblamiento de la Función Calidad) y el Desdoblamiento de la Función de Calidad con Valor (FVD) pueden aportar significativamente a los objetivos propuestos [6,9].

El presente trabajo tiene por objetivo presentar un caso de desarrollo de un producto en una empresa metal mecánica de la provincia de Misiones, utilizando herramientas sistemáticas de diseño (FVD) con un enfoque Lean Thinking con el aporte del cambio ágil y técnicas de marketing para la interpretación de las necesidades de los clientes.

En la siguiente sección se presentan brevemente los métodos sistemáticos utilizados; y seguidamente se presenta los pasos realizados en el proceso de desarrollo del producto, comenzando por la definición del problema, la investigación de mercado, hasta llegar a la aplicación de los métodos y sus resultados; finalmente se presentan las conclusiones del trabajo.

2. Métodos sistemáticos de diseño con foco en funciones de valor

Los métodos de diseño son todos y cada uno de los procedimientos, técnicas, ayudas o "herramientas" para diseñar. Representan un número de distintas actividades que el diseñador utiliza y combina en un proceso general de diseño. Algunos de los métodos que podemos mencionar tenemos: Análisis Funcional, Análisis FAST, Análisis de Valor, y QFD, en conjunto con herramientas de Lean manufacturing con lo cual se presenta el FVD que representa el desdoblamiento de las funciones de valor en el producto y en proceso.

Con la utilización de estas herramientas sistemáticas como el QFD-FVD con enfoque Lean Thinking se pretende encontrar una propuesta de diseño acorde con los resultados obtenidos de una investigación de mercado previamente realizada. Se presentan a continuación las herramientas más sobresalientes para el caso que analizamos.

2.1. Despliegue de la Función Calidad (QFD)

El QFD es una herramienta que permite orientar el diseño del producto y los procesos necesarios para su obtención, hacia las expectativas del usuario [10, 11]. De acuerdo con esto, QFD puede utilizarse como soporte para todo el proceso de desarrollo de un producto, desde las fases iniciales de definir el producto y sus especificaciones, hasta el diseño del proceso de producción y el sistema de aseguramiento de la calidad [12].

Tradicionalmente, la metodología QFD se compone de cuatro fases, que despliegan los requerimientos de los usuarios, a lo largo de todo el proceso de planeación. Estas fases son [13,3]: 1) Matriz de planificación del producto (M1), en la cual los requerimientos de los usuarios se traducen en requerimientos de ingeniería del producto; 2) Matriz de desarrollo de las partes o componentes (M2), en la cual se relacionan los requerimientos de ingeniería del producto con las partes o componentes del producto; 3) Matriz de planificación del proceso (M3), que permite desarrollar y seleccionar el proceso de producción; 4) Matriz de planificación de los recursos humanos y de infraestructura (M4) necesarios para la producción, presentados en la Figura 2.

2.2 Función Calidad de Valor (FVD)

La técnica de Función Calidad de Valor (FVD) de acuerdo a [14] 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 dos sub-matrices (M5 y M6, como se puede observar en la figura 2) teniendo en cuenta las demandas de funciones que agreguen valor.

El FVD se compone de dos matrices interconectadas, la identificación de la matriz de valor y la matriz de reducción de desperdicios. La primera captura, prioriza, y muestra la correlación entre todos los elementos de valor esperados por el proyecto y las partes interesadas. Además, se implementa los elementos de valor en las funciones de entrega de valor, calcula su criticidad, correlaciona las funciones a los equipos responsables de implementarlos y define los eventos que extraerán este valor de los equipos (definición de flujo). En cuanto a la matriz de reducción de desperdicios, se relaciona con la matriz de procesos y funciona como una sub- matriz de esta, teniendo presente los puntos de control, se determina la criticidad de los procesos y estableciendo indicadores para reducir los desperdicios en el proceso [14].

En la matriz de los procesos tendremos como resultado, los procesos que entregan más valor y/o están en mayor riesgo y cuáles son los más críticos (que aseguran las partes y las funciones de valor). Con estos valores se puede establecer los puntos de control mediante control estadístico de procesos (CEP). Se determinará indicadores Lean que son los que permitirán controlar el proceso y los desperdicios.

En la Figura 2, se observa la matriz (M6) de evaluación de desperdicios en la cual se debe determinar los riesgos de tener altos desperdicios en el flujo del proceso e identificar los riesgos relacionados con la entrega exitosa del producto, para luego en la siguiente matriz de infraestructura seleccionar adecuadamente las máquinas y personas capacitadas para operar el proceso.

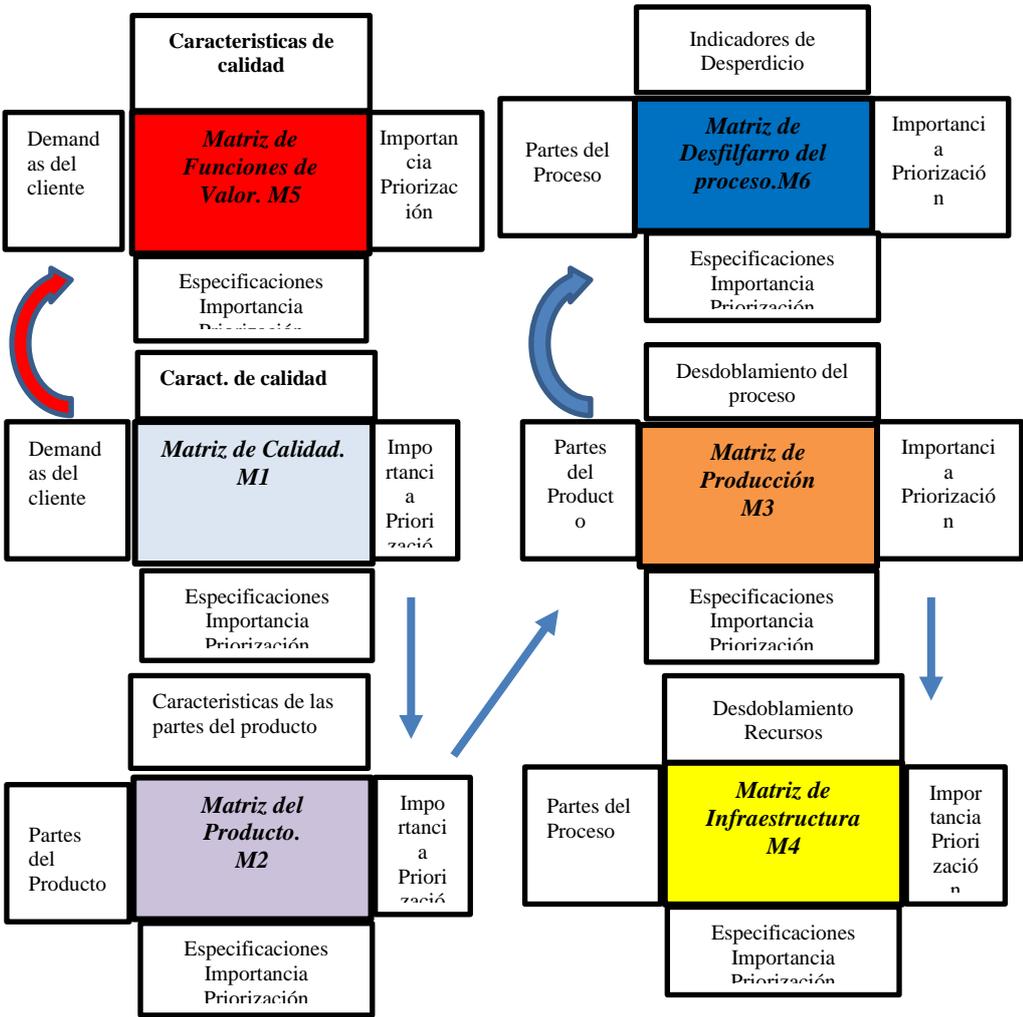


Fig. 2. Matrices FVD (con enfoque en valor). [14].

2.3 Enfoque Lean Thinking.

Otro de los puntos a desarrollar es el sistema Lean, el cual es un término genérico utilizado para describir los principios y métodos del Sistema de Producción de Toyota (TPS). Womack y Jones de acuerdo a [15], se describe el pensamiento Lean como el "antídoto" para la muda, el término japonés para los despilfarros.

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 [15].

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 [16].

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 [14].

2.4 Gestión del cambio agile

Las estructuras organizacionales y empresas tradicionales ya no son tan eficaces ni están orientadas para que los empleados puedan cumplir adecuadamente los nuevos objetivos demandados por el mercado [17].

El ritmo vertiginoso con el que cambian las tecnologías provoca en los mercados y en las empresas la necesidad de ser flexibles al cambio y ser capaces de adaptarse de forma rápida.

A finales de la década de los 90 emergen los métodos “Agile” de la mano del sector tecnológico como solución al incesante cambio en las demandas de los clientes dotando de rapidez y estabilidad a los procesos operativos. Pronto esta preocupación por atender y satisfacer las innovadoras necesidades del mercado se va extendiendo al resto de sectores. De acuerdo a [18] la metodología “Agile” se aplica de forma óptima en los sistemas de software e informática y está empezando a aplicarse con ciertas adaptaciones en determinados entornos de las actividades económicas.

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 [19].

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.



Fig. 3. Modelo en cascada o procesos secuencial [20].

La desventaja del modelo de cascada es superada por la metodología ágil (Figura 4) 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 [21].

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.

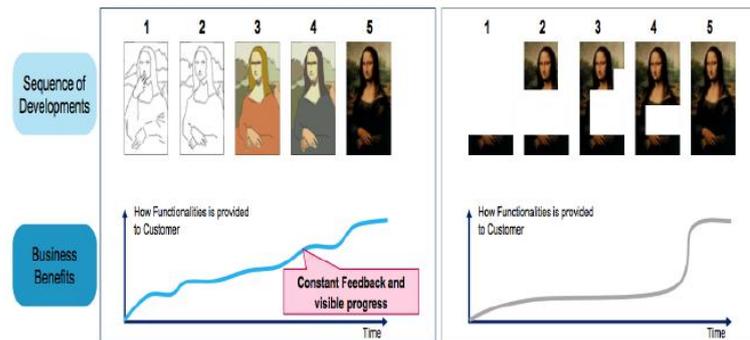


Fig. 4. Metodología 'Agile' vs. Modelo en cascada. [22].

Pese a lo anterior, no todas las organizaciones funcionan bajo la metodología ágil, sobre todo aquellas que necesitan tener una especificación concreta. Las empresas, con el fin de protegerse de estos cambios e incertidumbres comienzan a considerar oportuno transformar la gestión y la actualización de los procesos productivos que requieren una mejora continua o que interactúan con los clientes.

Estos procesos ágiles se relacionan con la primera matriz de la metodología FVD, 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.

De este modo la tecnología digital, se enriquece a partir de la composición de las distintas tecnologías disponibles como ser: información, informática, comunicación y conectividad [23], que dotan de agilidad y flexibilidad a los procesos operativos de las empresas e impulsan la innovación en las formas de relacionarse, organizarse y experimentar con los clientes.

La mayoría de las empresas aumentan sus esfuerzos para desarrollar estrategias digitales y estar en contacto directo con sus clientes mediante su presencia en redes sociales y disponibilidad y el uso de aplicaciones móviles.

3. Resultados

El desarrollo del producto inició con la identificación de un problema, detectado a partir de la observación de necesidades mal atendidas existente en el mercado. En este caso se analiza extractores de cocina de acero inoxidable utilizados en departamentos y viviendas familiares detectándose el problema con departamentos que no poseen salidas al exterior para la extracción como también en el sistema de filtrado.

3.1. Investigación del mercado

Se localizaron los segmentos del mercado objetivo en la provincia de Misiones. Los principales resultados que se obtuvieron en la investigación de mercado, 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 provincias.
- 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%.
- 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.
- En referencia a cuánto estaría dispuesto a pagar por la campana extractora, se concluye que el 41,9% pagaría menos de 12000\$, el 28,4% entre 12000\$ y 15000\$ y el 24,3%.
- 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.
- En cuanto a los ingresos de los posibles compradores, se pudo determinar que el 32,9% tiene un ingreso de más de tres SMVyM, el 23,3% entre dos y tres SMVyM, el 8,2% un valor entre una vez y media y dos SMVyM, el 15,1% el equivalente a un SMVyM y el 20,5% menos de un SMVyM. (Se adoptó como factor de escala monetaria el Salario Mínimo Vital y Móvil (SMVyM) de 16.875\$, para la provincia de Misiones a septiembre del 2019).
- 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.

En cuanto a las Funciones adicionales que agregan valor, se preguntó lo siguiente y 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.

- ¿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.
- ¿Dónde te gustaría comprar el producto? Las repuestas que se obtiene indican que el 70,7% prefiere comprar en casas de ventas de electrodomésticos, el 14,7% en tiendas online y el resto en ferreterías, mueblerías y shopping.
- ¿Suele comprar electrodomésticos tiendas online? El 61,3% se manifiesta por la opción que suele comprar electrodomésticos, el 28% que no y el resto tal vez, quizás por tratarse de una elección de compra pensada se necesita ver el producto y tener asesoramiento técnico, instalación y garantía.

3.2. Diseño del producto aplicando los métodos sistemáticos

3.2.1. Metodología FVD

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. Scrum (concepto deportivo, propio del rugby), su primera referencia en el contexto de desarrollo data de 1986, cuando [24] utilizan el Rugby Approach para definir un nuevo enfoque en el desarrollo de productos, dirigido a incrementar su flexibilidad y rapidez, a partir de la integración de un equipo interdisciplinario y múltiples fases que se traslapan entre sí.

A partir de lo antes expuesto se procede al armado de la primera matriz.

Luego de que se realiza los cálculos correspondientes en cada caso, se pasa a establecer un orden de priorización de los requisitos de los clientes y los requisitos técnicos a partir de los valores de priorización corregidos IDi^* y IQj^* .

De la primera matriz, resultó la priorización de las demandas del usuario (IDi^*) y de las características de calidad (iQj^*) que se muestran en el gráfico de Pareto en la figura 6 y Figura 7.

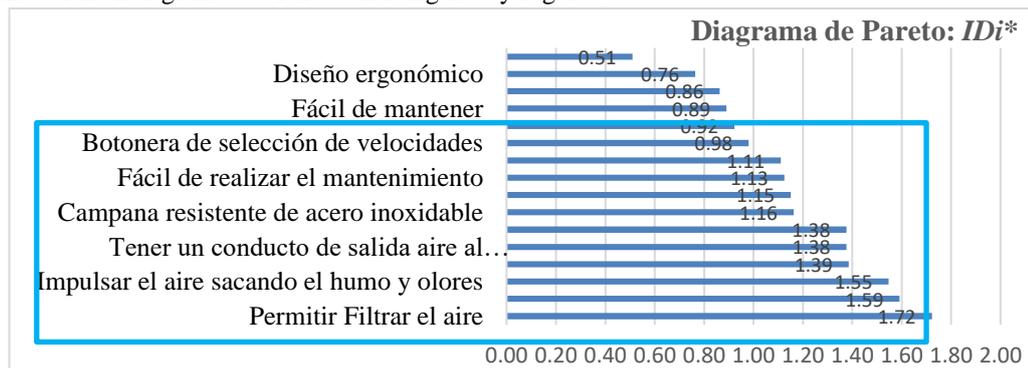


Fig. 5. Priorización de las demandas del usuario.

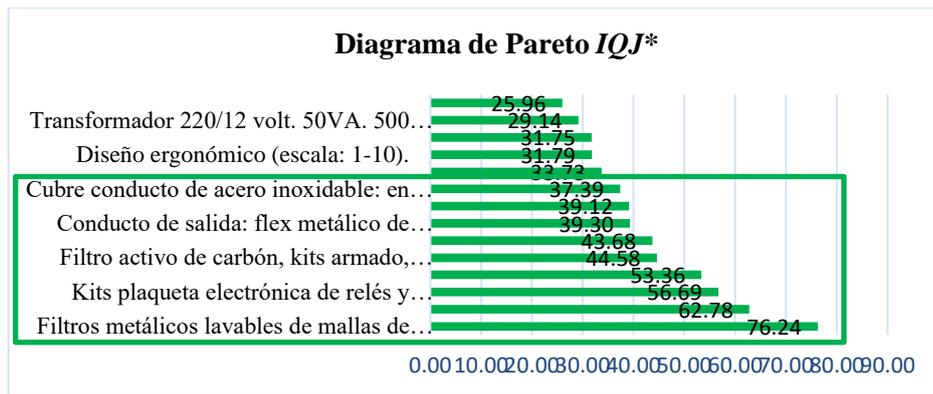


Fig. 6. Priorización de características de calidad del producto.

En los diagramas de Pareto de la Figura 6, se aprecia que los requisitos técnicos más importantes están destacados con un rectángulo de color celeste, siendo las menos prioritarios los siguientes: Diseño ergonómico, control remoto, transformador y diseño estético.

3.2.2. Matriz de Funciones de Valor (M5) con enfoque Lean

Se incluyeron algunas Funciones que agregan valor en las encuestas de la investigación de mercados, mediante preguntas cerradas y abiertas como las que mencionamos a continuación:

¿Cómo prefieres recibir el producto? armado/desarmado.

¿Te interesa que la campana tenga la función adicional de poder aromatizar?

¿Le interesaría utilizar una Campana extractora programable al tipo de comidas y que ahorre energía?

Para el armado, se utiliza parte de la 1ra matriz QFD, donde relacionamos 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.

Requisitos de Valor de los clientes

Items de valor	IDI	IDI*
Producto armado	0,78	0,78
Diseño y color flexible	0,71	1,42
Campana de varios colores	0,87	1,51
Bajo consumo	0,69	1,38
Programable y control remoto	0,69	1,20
Aromatizar el ambiente	0,45	0,68
Post venta y post consumo	0,803	1,61
Partes intercambiables	0,92	1,38
Garantía Extendida	0,76	1,52
Servicio de instalación	0,86	1,72
Servicio de entrega	0,85	1,70

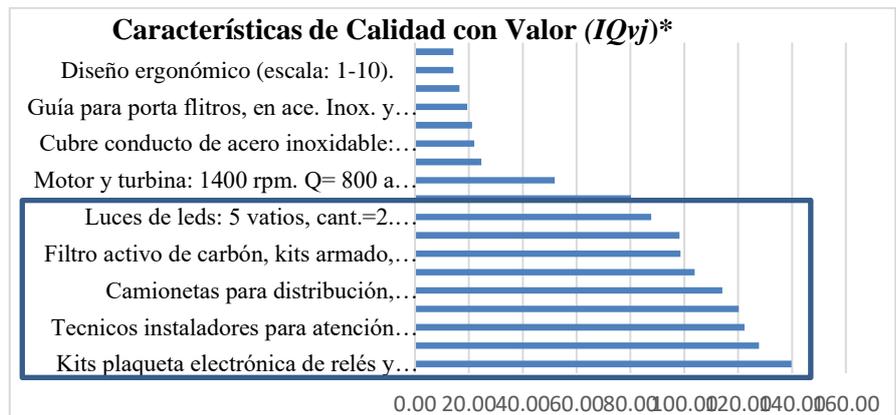


Fig. 7. Priorización de las Características de Calidad de valor.

En la Figura 7 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.

En la tercera matriz se desarrolló el proceso productivo quedó en evidencia el grado de relación entre cada etapa del proceso y cada característica de calidad, identificándose aquellos procesos críticos para asegurar la calidad del producto (Figura 8), para así poder monitorearlos, controlarlos y optimizarlos. Como procesos clave, se destacaron: corte de la chapa, soldar la chapa y pulir para completar el armado de la campana de acero inoxidable. También son importantes las pruebas eléctricas, montaje de motor-turbina, guías de filtro, plaqueta electrónica y conexionado eléctrico.

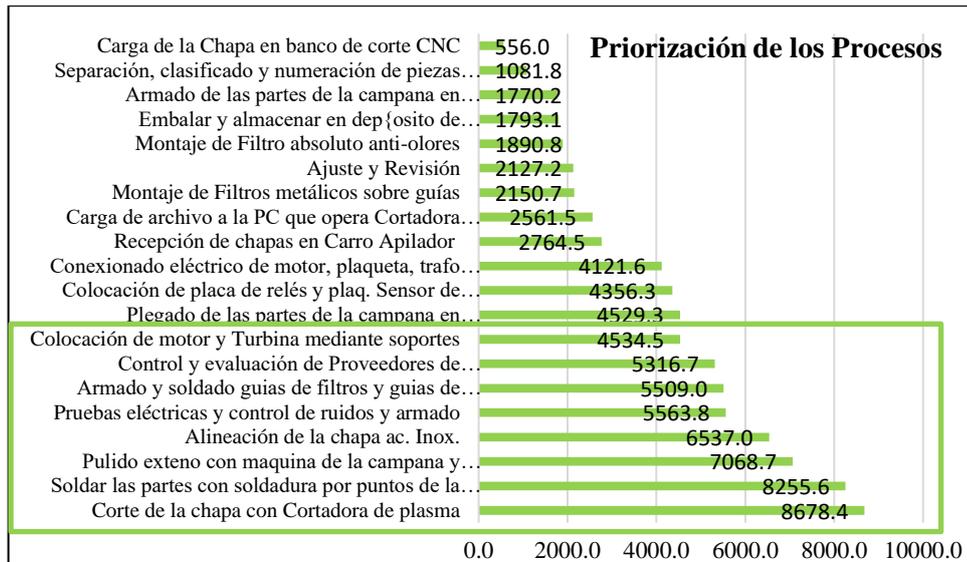


Fig. 8. Priorización de procesos.

3.2.3. Matriz de desperdicios de los procesos (M6) con enfoque Lean

De acuerdo a lo que comenta [25], el trabajo estandarizado es una de las bases del pensamiento Lean. El trabajo estandarizado es el mejor medio conocido para realizar una actividad de forma eficaz y eficiente. La reducción o eliminación de actividades que no incorporan valor añadido o actividades de desperdicio la entienden mejor hoy aquellos que tienen experiencia en la aplicación de la metodología Lean en los procesos de producción, las oficinas y servicios.

Los Indicadores clave de desempeño también llamados KPI's (Key Performance Indicators), son métricas financieras o no financieras que miden el comportamiento de un proceso o actividad de manera que sirva como guía para alcanzar los objetivos y metas fijados en el plan estratégico de la organización [26].

Los indicadores o KPI's permiten el seguimiento y evaluación periódica de las variables clave de la organización, y la comparación en el tiempo con los correspondientes referentes internos (metas), y externos (estándares a través de benchmarking).

Seguidamente se presenta los indicadores para poder controlar y disminuir los desperdicios en el proceso en la matriz de Desperdicios en los Procesos (M6): Calidad a la primera (FTT), Defectos por errores de operarios, Ratio de valor añadido (RVA), Indicador: %Tiempo de Espera, Lead time interno (DTD), Indicador: %Movimientos innecesarios, Indicador: %de piezas retrabajadas, Cumplimiento de la secuencia de fabricación (BTS), Pedidos entregados completos, Pedidos entregados a tiempo (OTD), Eficiencia Global de los Equipos (OEE), Indicador: %de Actividades q no añaden valor, Indicador: %Tiempo de Transporte.

Los resultados de la matriz de desperdicios del proceso (M6) se observa en la Figura 9, donde se obtiene la priorización de los indicadores más importantes (80/20).

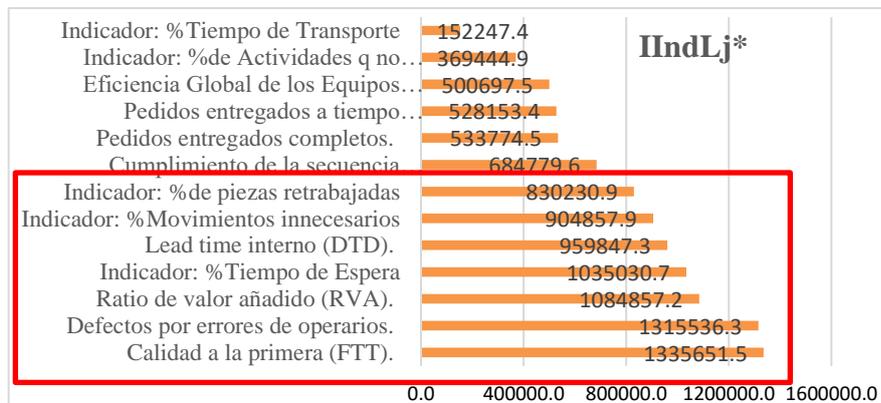


Fig. 9. Resumen de Priorización de los Indicadores de Desperdicio.

Analizando la Figura 9, se determina los principales indicadores Lean a controlar y verificar: ratio de valor añadido, Indicador % de tiempo de Espera, Lead time interno, Indicador: % movimientos innecesarios, Indicador: %de piezas retrabajadas y cumplimiento de la secuencia de fabricación (BTS).

3.2.4. Prototipo virtual del producto

Una vez concluidas las etapas del diseño del producto, se desarrolló un prototipo virtual del mismo, junto con los planos normalizados tanto del conjunto, como de sus componentes y ensambles. Para esta instancia se utilizó un software CAD/CAM. En las figuras siguientes (Figura 10) se presenta el prototipo del producto.

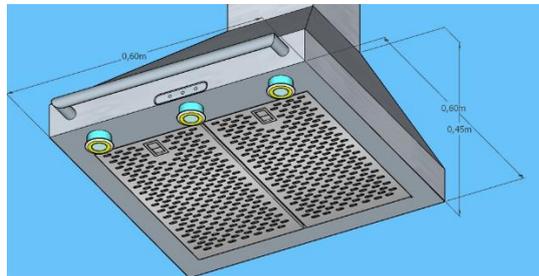


Fig. 10. Prototipo del producto.

4. Procesos de Desarrollo de productos de la industria metal mecánica.

De acuerdo a [27] 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. 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.

Se presentan brevemente los sistemas de desarrollo de producto que se utilizaron como referentes y que llevan al diseño del sistema propio para la empresa objeto de estudio, comparando también con pequeñas empresas en el rubro metalúrgico y metal mecánico.

En la primera columna de la Figura 11, se muestra el proceso de desarrollo tradicional en el sector de las empresas industriales de ventilación mecánica, corte por plasma (cartelería metálica), campanas industriales para cocinas industriales y de conductos de equipos centrales de aire acondicionado.

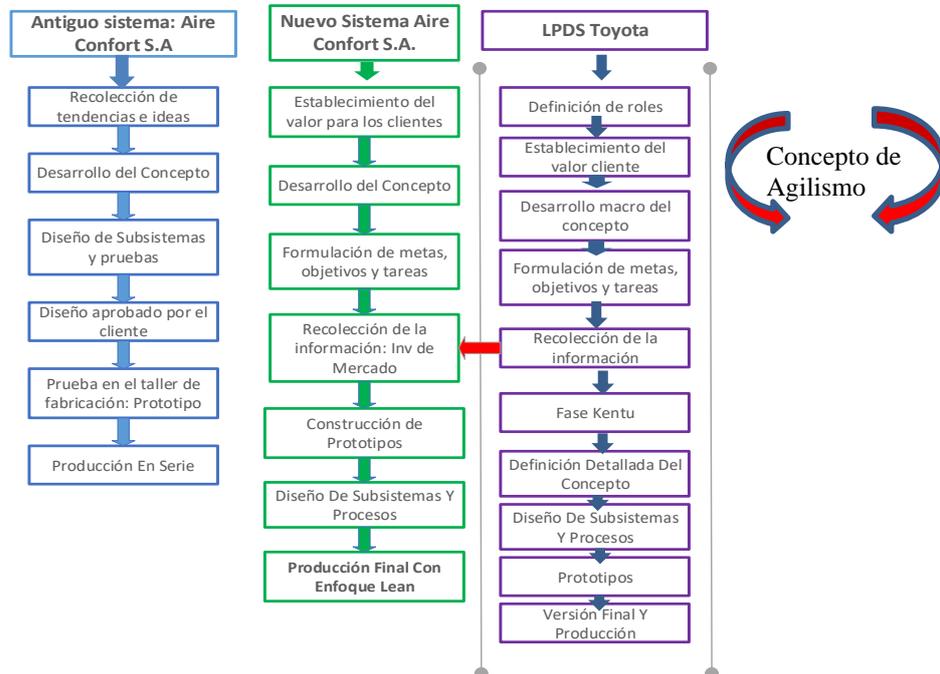


Fig. 11. Procesos de desarrollo de productos de la empresa antiguo, nuevo vs. PPDS Toyota- Ágile.

En la última columna de la Figura 11 se muestra el sistema de desarrollo de la empresa japonesa, 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.

Podemos hacer un paralelismo con la metodología Ágile donde el Scrum master es el dueño o encargado de la gestión del producto y del equipo de desarrollo.

El ingeniero en jefe (scrum master) 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 [27]. El desarrollo de productos en Toyota no es lineal sino iterativo, lo cual permite detectar y corregir errores más rápidamente, coincide también con la metodología “Ágile” basados en el desarrollo iterativo e incremental

(cada iteración crea nuevas funcionalidades o modifica las que el dueño del producto requiera), donde los requerimientos y soluciones evolucionan mediante la colaboración de grupos auto organizados y multidisciplinarios con capacidad de crear cambios y de responder ante los cambios.

La diferencia el agilismo es que tiene por misión la continua comunicación enlazada con el cliente para averiguar los requisitos del producto o servicio con el uso de la tecnología digital se enriquece a partir de la composición de las distintas tecnologías disponibles: información, informática, comunicación y conectividad [28], que dotan de agilidad y flexibilidad a los procesos operativos de las empresas e impulsan la innovación en las formas de relacionarse, organizarse y experimentar con los clientes.

Después de la revisión de los diferentes autores explicados anteriormente, se elige Lean Product Development System (LPDS) como base para el nuevo sistema de desarrollo (ver la tercera columna de la Figura 11), debido a se incluye conceptos de ingeniería concurrente, ecodiseño en conjunción con la metodología FVD (con un enfoque en cuidar los desperdicios) con conceptos del agilismo mejorando así la comunicación y conectividad con el fin de lograr lo que el cliente valora en cuanto a sus necesidades y expectativas.

Las nuevas etapas de desarrollo de diseño de campanas, en la empresa estudiada se muestra en detalle en la Figura 11 y son las siguientes:

- Establecimiento del valor para los clientes.
- Desarrollo del concepto del producto.
- Formulación de metas, objetivos y tareas.
- Recolección de información.
- Diseño de los subsistemas y procesos.
- Iteraciones necesarias con los clientes
- Construcción de los prototipos.
- Producción Final con enfoque Lean.

A la espera de una futura implementación de estos cambios en la empresa para lograr posibles cambios 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.

5. CONCLUSIONES

Todo este proceso se presentó y se trabajó aplicando las herramientas sistemáticas de diseño propuestas en base a los resultados obtenidos de la investigación de mercado se realizó la detección de las necesidades y funciones de valor para poder valorarlas y utilizar los datos en las fases de desarrollo del producto.

Luego se realizó el diseño detallado del producto y de los procesos para su obtención, utilizando el método de Despliegue de la Función Calidad con valor (FVD) con enfoque Lean y cambios ágiles en la fase de requisitos y especificaciones con los clientes.

En la 1ra. matriz de valor (M5), se detecta mediante las encuestas la importancia de funciones de valor que permiten desarrollar los servicios de post venta, garantía, instalación y determinar los recursos necesarios. En la 3ra. matriz de valor (M6) que depende de los procesos, se planea los indicadores Lean y se prioriza los más importantes para poder mantener al proceso lo más estable y controlado posible, teniendo la visión de disminuir los desperdicios más importantes y así mejorar la relación entre valor agregado y valor no agregado al proceso.

Además, se plantea un modelo de desarrollo de nuevos productos que va en línea con el uso de Lean por parte de la empresa analizada valiéndose de un conjunto de herramientas de gestión basada en el agilismo para mejorar el valor agregado, el flujo de materiales, información mediante tecnología digital incluyendo en un futuro el concepto de crowd design (diseño de multitudes o de internet) mediante el diseño abierto de que utiliza el conocimiento y los recursos disponibles en la multitud, generalmente a través de Internet, para resolver problemas y / o crear contenido.

Las metodologías ágiles funcionan bien dentro de un contexto específico caracterizado por equipos pequeños de desarrollo, ubicados en el mismo sitio, con clientes que pueden tomar decisiones acerca de los requerimientos y su evolución, con requerimientos que cambian con frecuencia (semanal, mensual), con alcance del proyecto o presupuesto variable, con pocas restricciones legales y con pocas restricciones en el proceso de desarrollo

6. REFERENCIAS

- [1] Ulrich, K. T.; Eppinger, S. D. (2013). Diseño y desarrollo de productos. Quinta edición. Mcgraw-Hill. México.
- [2] Aguayo González, F.; Soltero Sánchez, V.M. (2003). Metodología del diseño industrial: un enfoque desde la ingeniería concurrente. Alfaomega. México.
- [3] Ribeiro, J. L.; Echeveste, M. y Danilevicz, A. M. (2001). Desarrollo de Productos. Cuaderno didáctico de disciplina: Desarrollo de Productos. Especialización y Maestría en Ingeniería de Planta y Producción. UNaM. Oberá, Argentina.
- [4] Kotler, P & Armstrong, G. (2016). Principles of marketing. Inglaterra. Decimosexta edición. Editorial: Pearson. Harlow.
- [5] Ulrich, Karl & Eppinger, S. (2015). "Product Design and Development". México. Sexta Edición. Mc Graw Hill, Education.

- [6] Pahl, G.; Beitz, W; Feldhusen, J.; Grote, K. H. (2007). *Engineering design: a systematic approach*. Tercera edición. Springer. Londres, Inglaterra.
- [7] Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación*. España. Profit. Barcelona, España.
- [8] García, J. P. (2005). Tema 2 Diseño del Producto. *Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos*. Recuperado el 29 de Agosto de 2019 de: <http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedddocuments/2disennodeproducto.pdf>.
- [9] Valverde Islas, J. (2006). *Utilización de métodos sistemáticos para el diseño de productos: Caso de un portabebidas para automóviles (Tesis de Pregrado)*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto, México.
- [10] Childs, P. R. N. (2014). *Mechanical design engineering handbook*. Elsevier. Gran Bretaña.
- [11] Alcaide Marzal, J.; Diego Más, J. A.; Artacho Ramírez, Miguel A. (2004). *Diseño de producto: métodos y técnicas*. Alfaomega. México.
- [12] Franceschini, F; Galetto, M.; Maisano, D.; Mastrogiacomo, L.(2015). Prioritisation of engineering characteristics in QFD in the case of customer requirements ordering *International Journal of Production Research*. 53, 13, 3975-3988.
- [13] Tanure, R.L.Z.; Tudesco, A.P.K.; Silva, V.V.M.; Echeveste, M.E.S. (2013). Modelo conceitual para a integração de QFD e Kansei: aplicação em um caso da indústria de produtos de higiene e beleza. 9º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto.
- [14] Pessôa, M.V.P., y Trabasso, L.G. (2017). *The Lean Product Design and Development Journey. A Practical*. Londres, Inglaterra. Editorial: Springer.
- [15] Carreras, M. R., y García, J. L. S. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. España, Madrid. Editorial: E. D. de Santos.
- [16] Hernández Matías, J. y Vizán Idoipe, Antonio. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid. España. Editorial: Fundación EOI.
- [17] Kotter, John P.(2014). *Accelerate : building strategic agility for a faster-moving world*. Harvard Business Review Press.
- [18] Meffert, J., & Swaminathan, A. (2017). *Digital @ Scale*. Wiley.
- [19] Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Thomas, D. (2001). *Manifiesto for Software Agile Development [Internet]*, Disponible desde <http://agilemanifesto.org/>.
- [21] Powell-Morse, A. (2016). Waterfall model: What is it and when should you use it? Airbrake. (disponible en <https://airbrake.io/blog/sdlc/waterfall-model>).
- [21] Grech, T. (2015). The intersection of agile and waterfall. *Industrial Engineer: IE*,47 (8), 47-49.
- [22] Saran, C. (2013). How to get the best from the agile and waterfall development approaches. *ComputerWeekly.com.*, 4-5.
- [23] Piccinini, E., Hanelt, A., Gregory, R. W., & Kolbe, L. M. (2015). Transforming industrial business: the impact of digital transformation on automotive organizations. *Thirty-Six International Conference on Information Systems*.
- [24] Takeuchi, H., & Nonaka, I. (1986). New product development game. *Harvard Business Review*. (disponible en <https://hbr.org/1986/01/the-new-new-productdevelopment-game>).
- [25] Locher, D. (2017). *Lean Office. Metodología Lean en servicios generales, comerciales y administrativos. Guía de implantación paso a paso*. Barcelona, España. Editorial: Profit.
- [26] Vázquez, Martín Javier. (2013). *Indicadores de evaluación de la implementación del Lean manufacturing en la industria. Tesis de Máster En Logística*. Universidad de Valladolid, Valladolid.
- [27] 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.
- [28] Piccinini, E., Hanelt, A., Gregory, R. W., & Kolbe, L. M. (2015). Transforming industrial business: the impact of digital transformation on automotive organizations. *Thirty-Six International Conference on Information Systems*.