



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Estudio de las juntas del
Sistema de enfriamiento para
motor de vehículos

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecatrónico

PRESENTA

Bryan Pérez Ramírez

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Vicente Borja Ramírez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria.

A mi papá Francisco Pérez por su apoyo incondicional en cualquier decisión que he tomado en la vida.

A mi mamá Verónica Ramírez por su apoyo y por siempre alentarme a seguir adelante.

A mi hermana Diana por estar siempre a mi lado.

A mis abuelos Francisco y Becky por su gran cariño y a mi abuelita Flor gracias por preocuparse de mí en todo momento.

A mis tíos por su aprecio y apoyo a lo largo de toda mi carrera.

Este es un homenaje a los locos. A los inadaptados. A los rebeldes. A los alborotadores. A las fichas redondas en los huecos cuadrados. A los que ven las cosas de forma diferente. A ellos no les gustan las reglas, y no sienten ningún respeto por el statu quo. Puedes citarlos, discrepar de ellos, glorificarlos o denostarlos. Casi lo único que no puedes hacer es ignorarlos. Porque ellos cambian las cosas. Son los que hacen avanzar al género humano. Y aunque algunos los vean como a locos, nosotros vemos su genio. Porque las personas que están lo suficientemente locas como para pensar que pueden cambiar el mundo... son quienes lo cambian.

Apple, Think Different (1997)

Agradecimientos.

Le agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería por permitirme formar parte de esta gran comunidad que me ha hecho crecer en todos los aspectos y hacer realidad algunos sueños.

Le agradezco profundamente al Dr. Vicente Borja por su invaluable apoyo, motivación y por confiar en mí para colaborar en este y algunos otros proyectos.

También le doy las gracias a todo el equipo de *Engine Systems* por su apoyo en la realización de este proyecto, en especial a Mario Aguirre y a Ricardo Lozada.

Le agradezco a mi familia todo el amor y apoyo que me han brindado siempre.

Quiero agradecer a todos mis amigos, amigas y compañeros que he conocido a lo largo de todas mis etapas de estudiante, ya que sin ellos este camino sería más difícil.

GRACIAS...

RESUMEN

Uno de los objetivos de este trabajo “*Estudio de las juntas del sistema de enfriamiento para motor de vehículos*” comprende revisar, identificar y clasificar la tecnología en juntas de sistema de enfriamiento usadas en una empresa automotriz colaboradora, basados en sus requerimientos actuales. Adicionalmente se plantea revisar la tecnología en juntas de sistema de enfriamiento usadas en otras empresas.

Otro objetivo de este estudio es analizar los componentes de las juntas para que a partir de este se puedan definir nuevos requerimientos o modificar los actuales.

La selección y validación de un tipo de junta para un sistema de enfriamiento es un trabajo en el cual se deben contemplar diversos factores y parámetros; viéndose reflejado en el buen funcionamiento del sistema; evitando principalmente la presencia de fugas de líquido refrigerante que disminuyan el desempeño del sistema.

En los últimos años el tipo de abrazaderas propuestas inicialmente para las tuberías del sistema de enfriamiento de motor han causado problemas en la línea de ensamblaje, en una de las plantas de ensamble de la empresa colaboradora. Las fugas de refrigerante se detectaron al final de prueba de carretera y en campo, lo que ha ocasionado diversos cambios por parte del equipo de ingeniería. Los cambios fueron realizados porque la operación de instalación requería la aplicación de una abrazadera diferente.

Es por ello que se decidió desarrollar el presente proyecto, basado en la metodología *Diseño para seis sigma*, donde se pretende realizar un estudio de las juntas del sistema de enfriamiento de motor, enfocándose en las abrazaderas que se utilizan para sellar la junta, con la finalidad de contar con información que sirva de herramienta para los ingenieros de producto al momento de seleccionar el tipo de abrazadera y los requerimientos de cada junta del sistema de enfriamiento de motor, así como para el desarrollo de nuevos productos.

Uno de los principales resultados que se lograron en el proyecto fue la elaboración de un catálogo virtual con diferentes tecnologías de juntas de sistema de enfriamiento.

Por otro lado se obtuvieron los requerimientos del cliente y las características de ingeniería más importantes para mejorar las juntas del sistema de enfriamiento, por lo que estos resultados pueden servir como punto de partida para establecer nuevos criterios de selección y diseño de estas partes.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3 OBJETIVOS	2
1.4 HIPÓTESIS.....	2
1.5 METODOLOGÍA.....	2
CAPÍTULO 2.....	3
ANTECEDENTES.....	3
2.1 TRABAJOS PREVIOS.....	3
2.2 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.....	3
2.3 ABRAZADERAS.....	5
2.4 DISEÑO PARA SEIS SIGMA (DFSS).....	5
2.5 VOZ DEL CLIENTE (VOC).....	6
2.6 DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD).....	7
CAPÍTULO 3.....	8
DEFINICIÓN DEL PROYECTO.....	8
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	8
3.2 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS.....	8
3.3 DEFINICIÓN DE BENEFICIOS POTENCIALES DEL PROYECTO.....	9
3.4 PROCESO SEGUIDO.....	9
CAPÍTULO 4.....	10
TECNOLOGÍA DE ABRAZADERAS PARA SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.....	10
4.1 TECNOLOGÍA EMPLEADA POR LA EMPRESA AUTOMOTRIZ.....	10
4.1.1 Consulta en estándares de la empresa automotriz.....	10
4.1.2 Aspectos importantes en una junta del sistema de enfriamiento de motor.....	12
4.1.3 Visita a proveedor de mangueras.....	16
4.2 TECNOLOGÍA EMPLEADA POR OTRAS EMPRESAS AUTOMOTRICES.....	19
4.2.1 Búsqueda en literatura publicada.....	19
4.2.2 Estudio comparativo (<i>Benchmarking</i>).....	22
4.3 REQUERIMIENTOS ACTUALES DE LA EMPRESA AUTOMOTRIZ.....	23
4.3.1 Visita a Planta de ensamble.....	23

4.4 DISEÑO DE UN CATÁLOGO CON TECNOLOGÍAS EXISTENTES.....	25
4.4.1 Definición de parámetros.	26
4.4.2 Diseño de la ficha.....	28
4.4.3 Base de datos, captura e instrucciones.....	28
CAPÍTULO 5.....	36
IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE.	36
5.1 PLANEACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE LA VOZ DEL CLIENTE.....	36
5.1.1 Planificación de captura de información.....	36
5.2 CORRIDA DE PRUEBA PARA LA OBTENCIÓN DE LA VOZ DEL CLIENTE.....	41
5.3 OBTENCIÓN DE LA VOZ DEL CLIENTE.	48
5.3.1 Obtención del VOC en planta en ensamble.....	49
5.3.2 Obtención del VOC en Servicio.	52
5.3.3 Obtención del VOC en Ingeniería.....	53
5.3.4 Resumen de la obtención del VOC.	55
5.4 PROCESAMIENTO DE LA VOZ DEL CLIENTE.	56
5.4.1 Traducción de la voz del cliente.....	57
5.4.2 Ejercicio de afinidad de la voz del cliente.....	61
5.4.3 Encuesta de importancia de la voz del cliente.	68
5.5 MATRIZ DE CORRELACIÓN DE LA CASA DE LA CALIDAD DE QFD.	72
CAPÍTULO 6.....	79
CONCLUSIONES.	79
REFERENCIAS.....	82

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN.

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo surgió a partir de un proyecto realizado en conjunto con una empresa automotriz. El proyecto fue planteado por el Ing. Mario Aguirre (líder del equipo del sistema de enfriamiento) con el apoyo del Ing. Ricardo Lozada, ambos del área de sistemas de motor en la empresa colaboradora.

Debido a la naturaleza del proyecto, se estableció el acuerdo para trabajar en conjunto con un estudiante y un asesor de la Facultad de Ingeniería de la UNAM; quedando como titulares del proyecto el estudiante y el ingeniero líder de sistema de enfriamiento en la empresa colaboradora, quien además fue el asesor del proyecto dentro de la empresa.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La necesidad de realizar el proyecto comenzó a partir de una reestructuración en la empresa, que se vio reflejada en un incremento de los modelos de vehículos manejados por esta. Por lo anterior, también se incrementaron los tipos de partes utilizadas en los vehículos; específicamente en las juntas del sistema de enfriamiento de motor se tenían partes de dos proveedores diferentes, es por ello que se planteó realizar un estudio comparativo, entre las partes utilizadas por la empresa colaboradora y las utilizadas por otras empresas, así como tecnologías con el propósito de estandarizar el tipo de juntas a utilizar en el sistema de enfriamiento. Adicional a esto, también se habían presentado problemas en las juntas del sistema de enfriamiento durante el proceso de ensamble en planta, lo que ocasionaba fugas de refrigerante y la necesidad de realizar cambios de las partes.

Una junta del sistema de enfriamiento para motor de vehículos está compuesta principalmente por tres componentes: manguera, conector y abrazadera. Por tal motivo, al hablar de una junta de sistema de enfriamiento se consideran los tres elementos; sin embargo, en la mayoría de las ocasiones lo que diferencia a un tipo de junta con otro es la tecnología que se tiene en el elemento de sellado, que es la abrazadera.

El propósito del ensamble de la tubería para el refrigerante del motor es proveer un método confiable sin fugas, para transferir el líquido refrigerante del motor entre éste y varios intercambiadores de calor en el vehículo, como son el radiador y el calentador, para altas y bajas temperaturas y presiones. Por lo tanto, la correcta selección del tipo de junta que se debe usar para determinado componente del sistema de enfriamiento de un vehículo, así como su instalación, son de suma importancia para asegurar el desempeño del sistema, así como el tiempo de operación de las partes utilizadas.

1.3 OBJETIVOS

Uno de los objetivos de este estudio comprende revisar, identificar y clasificar la tecnología en juntas de sistema de enfriamiento usadas en una empresa automotriz colaboradora, basados en sus requerimientos actuales. Adicionalmente se plantea revisar la tecnología en juntas de sistema de enfriamiento usadas por otras armadoras de autos.

Otro objetivo de este estudio es analizar los componentes de las juntas para que a partir de este se puedan definir nuevos requerimientos o modificar los actuales.

1.4 HIPÓTESIS

Los tipos de juntas mejor evaluados y por lo tanto los más apropiados para cada componente son aquellos que tienen la mejor relación de criterios como: complejidad de instalación, fuerza de cierre, herramienta y prevención de fugas. Por lo tanto, las tecnologías con las cuales se requieran menos operaciones para sellar la junta, que no presenten fugas y que se adapten mejor al ambiente, serán las óptimas.

1.5 METODOLOGÍA

La metodología propuesta se basó en las etapas del método DMADV (Definir, Medir, Analizar, Diseñar y Verificar) el cual es un método de *Diseño para seis sigma* (DFSS, por sus siglas en inglés). Se llegó hasta la etapa de Analizar y se tienen algunas variantes en cada una de las etapas desarrolladas.

El capítulo 2 de Antecedentes contiene la información necesaria para comprender el tema que se está tratando en este trabajo así como aspectos importantes de procesos que se manejan en los capítulos siguientes. También se presentan algunos trabajos previos similares a este que se pueden tomar como referencia.

En el capítulo 3 se presenta la Definición del proyecto, es decir, muestra la definición de los aspectos necesarios para estructurar y aprobar el proyecto como son: problema, objetivos, beneficios y proceso a seguir.

El capítulo 4 contiene todas las actividades para identificar, analizar y clasificar la tecnología existente para sistema de enfriamiento tanto en la empresa colaboradora como en otras empresas. Además, como resultado de este capítulo se presenta la elaboración de un catálogo virtual de abrazaderas.

En el capítulo 5 se muestran las actividades relacionadas con la voz del cliente, en otras palabras se presenta la forma de planear, recolectar y procesar la voz del cliente hasta llegar a su interpretación en características de ingeniería.

Finalmente se presentan las conclusiones y resultados generales obtenidos en las actividades más importantes del proyecto.

CAPÍTULO 2.

ANTECEDENTES.

2.1 TRABAJOS PREVIOS.

Aunque se han realizado numerosos estudios respecto a los sistemas de enfriamiento del motor de vehículos, no existen muchos estudios enfocados específicamente en las juntas de la tubería del líquido de enfriamiento. Sin embargo, los escasos estudios e invenciones en cuanto al tema son bastante interesantes. Prueba de ello es la patente registrada en EE.UU. *Torsion-proof hose connection* de Matthias Koch. La patente es sobre un dispositivo para la conexión de una manguera de un sistema transportador de fluido que incluye un conector y una manga de compresión, con los cuales después de haber ensamblado la manguera sobre el conector, se coloca la manga en la unión por encima de la manguera, para después ser rotada la manga respecto a la manguera y generar una compresión que sella la junta.

Otro dispositivo es el mostrado en la patente registrada en Estados Unidos *Connector for flexible hoses* de Marco Sorbi. La patente se trata de un elemento colocado sobre el ensamble de la manguera con el conector, tal elemento cuenta con ranuras con la posición adecuada dentro de las cuales se pueden colocar abrazaderas de tipo clic, con la ventaja de que éstas quedan en la posición correcta para realizar el sello de la junta. Cabe destacar que similares a este dispositivo ya existen otros diseños con algunas variantes.

Por otro lado, han sido publicados artículos científicos como en el caso del *Complexity reduction in product design and development using Design for Six Sigma*, realizado por la Ford Motor Company en conjunto con la Wayne State University, en el cual se examinan varios aspectos de complejidad en el diseño y desarrollo de producto y se propone ecuación para determinar el costo total de la complejidad (TCC, *Total Cost of Complexity*) para cuantificar el impacto de ésta en el valor del producto. La estructura del proyecto presentado en el artículo se basa en proyectos de DFSS (*Design for Six Sigma*). Así que, una conexión para fluidos de un automóvil fue el caso de estudio que mostró el enfoque del proyecto DFSS, para reducir la complejidad y cuantificar los beneficios usando la ecuación del TCC.

2.2 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

Romero y Carranza (2007) señalan que el rendimiento de un motor de combustión interna está asociado a su capacidad para convertir el total de la energía calorífica suministrada por el combustible, en trabajo mecánico útil o aprovechable. Para incrementar el rendimiento térmico del motor es ideal operarlo a temperaturas lo más elevadas posible, sin embargo existen restricciones que lo impiden, como es el caso de los materiales de los componentes utilizados, los cuales no pueden trabajar en niveles muy elevados de temperatura, siendo

necesario extraer el calor del sistema eficientemente para prevenir fallas debido a la fatiga térmica.

El nivel del estado térmico del motor puede garantizarse de manera indefinida sólo si el calor resultado de la combustión, el cual es transferido a las paredes de la cámara de combustión, y el calor generado por la fricción de los componentes mecánicos, pueden disiparse a un sistema de enfriamiento o sistema recuperador de energía a la misma velocidad de su generación. El calor que debe disiparse al sistema de enfriamiento es función del régimen de velocidad y del régimen de carga del motor, lo que hace necesario que el sistema disipador o recuperador de energía deba tener suficiente capacidad de respuesta, acorde con la variación de esos mismos regímenes.

Es por ello que, la función del sistema de enfriamiento y lubricación del motor de combustión interna está diseñado para regular la temperatura en las partes críticas del motor en el rango necesario para aprovechar su máxima vida útil. Tapia y Romero (2010) indican que los sistemas de enfriamiento están diseñados para que en condiciones normales el motor opere eficientemente manteniendo una temperatura homogénea entre 82 °C y 113 °C. En realidad cada marca maneja un punto óptimo pero todas se encuentran dentro de este rango de temperatura.

Un calentamiento excesivo del motor puede, entre otros aspectos: afectar el desempeño del lubricante alterando sus propiedades; ocasionando aumento en la fricción de piezas móviles y por tanto su deterioro. Por otro lado, operar el motor por debajo del rango de temperatura óptimo, incrementa el consumo de combustible.

Los sistemas de enfriamiento generalmente se clasifican de acuerdo al tipo de fluido utilizado para enfriar el motor. En algunos casos es un líquido refrigerante y en otros es aire. En los casos en los que el sistema maneja aire como elemento refrigerante, éste fluye por el interior del sistema y requiere grandes cantidades de este elemento para enfriar al motor, por lo cual su uso se limita a motores pequeños o en condiciones específicas. Estos sistemas son confiables, debido a que regularmente no presentan fugas, pero no son tan eficientes como los que utilizan una sustancia líquida. El uso del líquido refrigerante proporciona un control de la temperatura en los cilindros y en la cámara de combustión, además de ser fácil de manejar para su integración al sistema de enfriamiento. Sin embargo, con el uso de líquido refrigerante se pueden presentar fugas, principalmente en las juntas del sistema, que comprenden la unión de la manguera, el conector de la manguera y el dispositivo de unión y sellado.

Las abrazaderas metálicas son piezas que sirven para unir y sellar el ensamble de la manguera sobre el conector de un componente del sistema de enfriamiento, como por ejemplo: radiador, bomba, termostato, calentador, etc. Son usadas generalmente cuando se opera a presiones moderadas, es por ello que son los dispositivos más usados para las juntas del sistema de enfriamiento en la industria automotriz.

2.3 ABRAZADERAS.

Hoy en día existen diversos tipos de juntas para sistemas de enfriamiento de motor, diferenciándose principalmente por el dispositivo con el que se sella la junta. Los dispositivos más utilizados para tal operación son las abrazaderas metálicas y recientemente los conectores rápidos (*Quick Connectors*).

En el caso de las abrazaderas metálicas hay varios tipos, clasificándose principalmente en cinco tipos, como son:

- *Worm Drive Clamps.*
- *Spring Band Clamps.*
- *Wire clamps.*
- *Ear Clamps.*
- *Clic clamps.*

Éstos son los tipos de dispositivos más usados en la industria automotriz. Cada uno cuenta con diferentes aspectos o parámetros, como por ejemplo: diseño, dimensiones, método de apriete, fuerza de apriete, etc. Con los cuales las abrazaderas son utilizadas en diferentes aplicaciones. Una de las aplicaciones en la que más se emplean, es precisamente en la industria automotriz, para los sistemas de enfriamiento.

Por otro lado se tienen los *Quick connectors*, los cuales son dispositivos de plástico y con los que se debe contar tanto con el conector macho, como con el conector hembra, así la única operación que se debe realizar para sellar el ensamble es insertar uno de ellos en el otro hasta hacer un clic. En realidad lo que se hace es recorrer la junta, ya que el conector rápido está unido a la manguera por medio de una abrazadera metálica o con un anillo de inyección de plástico.

2.4 DISEÑO PARA SEIS SIGMA (DFSS).

DFSS es el acrónimo para *Design For Six Sigma*. A diferencia de la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), las etapas o pasos de DFSS no son reconocidas o definidas universalmente, casi todas las empresas u organizaciones de capacitación definen DFSS de forma diferente. Muchas veces una empresa implementa DFSS para adaptar sus negocios, industria y cultura; otras veces se implementa la versión de DFSS usada por la compañía consultora que está asistiendo en el desarrollo. Por ello, DFSS es más un enfoque que una metodología definida.

¿Cómo se puede usar DFSS?

DFSS es usado para diseñar o rediseñar un producto o servicio desde su inicio. Obtener un nivel tan bajo de defectos de un producto o servicio lanzado significa que las expectativas y

necesidades del cliente (CTQs, *Critical to Quality*, por sus siglas en inglés) deben estar completamente entendidas antes de que un diseño pueda ser completado e implementado.

Una metodología popular de *Design For Six Sigma* es llamada DMADV. Las cinco fases de DMADV están definidas como: Definir, Medir, Analizar, Diseñar y Verificar. A continuación se explican brevemente cada una de las cinco fases de DMADV.

- **Definir** los objetivos del proyecto y requerimientos del cliente (internos y externos).
- **Medir** y determinar las necesidades del cliente y especificaciones; *benchmarking* de competidores e industria.
- **Analizar** las opciones del proceso para satisfacer las necesidades del cliente.
- **Diseñar** (a detalle) el proceso para satisfacer las necesidades del cliente.
- **Verificar** el desempeño del diseño y su capacidad para satisfacer las necesidades del cliente.

(iSixSigma, 2015)

2.5 VOZ DEL CLIENTE (VOC).

La *voz del cliente* (VOC, por sus siglas en inglés) es un término utilizado en negocios para describir el proceso de captura de los requerimientos del cliente. La voz del cliente es una técnica de desarrollo del producto que produce un conjunto detallado de requerimientos y necesidades del cliente las cuales están organizadas dentro de una estructura jerárquica, y después priorizadas en términos de la importancia relativa y satisfacción con las alternativas actuales.

El proceso de VOC tiene salidas importantes y beneficios para los desarrolladores del producto.

El VOC otorga:

- Un entendimiento detallado de los requerimientos del cliente.
- Un lenguaje común para el avance a futuro del equipo.
- Entrada clave para el ajuste de las especificaciones apropiadas del diseño para el nuevo producto o servicio.
- Una plataforma muy útil para la innovación de producto.
- Definición de los “*targets*” con los cuales se diseñará.

Hay cuatro aspectos del VOC: necesidades del cliente, una estructura jerárquica, prioridades y percepción del cliente del desempeño. (Gaskin, S., Griffin, A., Houser, J., et al, 2009)

2.6 DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD).

El Dr. Mizuno, profesor emérito del Instituto Tecnológico de Tokio, es reconocido por iniciar con el sistema de despliegue de la función de calidad (QFD, por sus siglas en inglés). La primera vez que se aplicó QFD fue en el año de 1972 en Japón, concretamente en la compañía *Mitsubishi, Heavy Industries, Ltd.* Después de cuatro años de desarrollar el caso de estudio, refinamiento y preparación, QFD fue implementado exitosamente en la producción de *mini-vans* por Toyota. En un lapso de siete años Toyota reportó reducciones en costos por más del 60%. El despliegue de la función de calidad fue introducido por primera vez a EE.UU. en 1984 por el Dr. Clausing de Xerox. QFD puede ser aplicado a prácticamente cualquier industria de manufactura o servicio y se ha convertido en una práctica estándar para organizaciones líderes, quienes también lo solicitan a sus colaboradores.

El despliegue de la función de calidad (QFD) es una herramienta de planeación utilizada para cumplir las expectativas del cliente. Con una correcta implementación, se obtiene una aproximación disciplinada para el diseño del producto, ingeniería y producción, también otorga una evaluación profunda del producto que se traduce en productividad, calidad, costos, tiempo de desarrollo y cambios en ingeniería.

QFD se enfoca sobre los requerimientos del cliente, también conocidos como voz del cliente. Es empleado para traducir los requerimientos del cliente, en términos de requerimientos específicos, en direcciones y acciones, en términos de características de ingeniería; que pueden ser desplegadas a través de:

- Planeación del producto.
- Desarrollo de la parte.
- Planeación del proceso.
- Planeación de producción.
- Servicio.

En otras palabras, QFD es una herramienta de organización para el equipo de desarrollo, en la cual los requerimientos del cliente son utilizados para conducir el proceso de desarrollo del producto. También ayuda a identificar nueva tecnología de calidad y funciones de trabajo para llevar a cabo las operaciones. Esta herramienta provee una referencia histórica para mejorar la tecnología futura y prevenir errores de diseño. Básicamente QFD es un conjunto de matrices gráficas orientadas a la planeación, y que son usadas como base para la toma de decisiones que afectan cualquier fase del ciclo de desarrollo del producto. Los resultados de QFD son medidos con base en los cambios de diseño e ingeniería, tiempo de venta, costos y calidad. (Besterfield, D., Besterfield-Michna, C., et al, 2012)

CAPÍTULO 3.

DEFINICIÓN DEL PROYECTO.

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

En los últimos años, el tipo de abrazaderas propuestas inicialmente para las tuberías del sistema de enfriamiento de motor han causado problemas en la línea de ensamblaje, en una de las plantas de ensamble de la empresa colaboradora; lo que ha ocasionado diversos cambios por parte del equipo de ingeniería. Los cambios fueron realizados porque la operación de instalación requería la aplicación de una abrazadera diferente de diámetro más pequeño, debido a la herramienta que se utiliza para instalarla. También se detectaron fugas de refrigerante al final de la prueba de carretera y en campo.

Es por ello que se decidió desarrollar el presente proyecto, basado en la metodología DFSS, en el cual se pretende realizar un estudio de las juntas del sistema de enfriamiento de motor, enfocándose en las abrazaderas que se utilizan para sellar la junta. Esto con la finalidad de contar con información que sirva de herramienta para los ingenieros de producto al momento de seleccionar el tipo de abrazadera para cada junta del sistema de enfriamiento de motor en un modelo de vehículo.

3.2 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS.

El objetivo principal del proyecto es determinar los beneficios y problemas asociados con diferentes tipos de juntas para el sistema de enfriamiento de motor; considerando los requerimientos de diferentes clientes y estableciendo métricas claras, para después comparar cada tecnología de juntas del sistema de enfriamiento de motor con el propósito de evaluar cuál es la mejor o la óptima.

Adicional, se tienen los siguientes objetivos:

- Revisar, identificar y clasificar la tecnología en juntas de sistema de enfriamiento usadas en una empresa automotriz basada en sus requerimientos actuales.
- Revisar la tecnología en juntas usadas por otras armadoras de autos.
- Analizar los componentes de las juntas para definir nuevos o actualizar los requerimientos actuales.

3.3 DEFINICIÓN DE BENEFICIOS POTENCIALES DEL PROYECTO.

El proyecto está pensado para que a partir de éste resulte una guía y estandarización de juntas para el sistema de enfriamiento de motor usadas por la empresa automotriz para todos los modelos manufacturados en la región de NAFTA. Así como, algunos otros beneficios señalados en la Tabla 1.1.

Tipo de beneficio	Descripción de la métrica
Ahorro en costos	Material, diámetro.
Tiempo	Instalación en la planta de ensamble.
Calidad	Tasa de fugas, diámetro, área de contacto en la junta, número de errores de ensamble.
Peso	Peso del componente.
Complejidad	Número de componentes por junta.

TABLA 1.1. Beneficios potenciales del proyecto

3.4 PROCESO SEGUIDO.

El proceso seguido está basado en las etapas de la metodología DMADV de DFSS, con algunos cambios en el contenido, el proceso se muestra en la Figura 3.1.

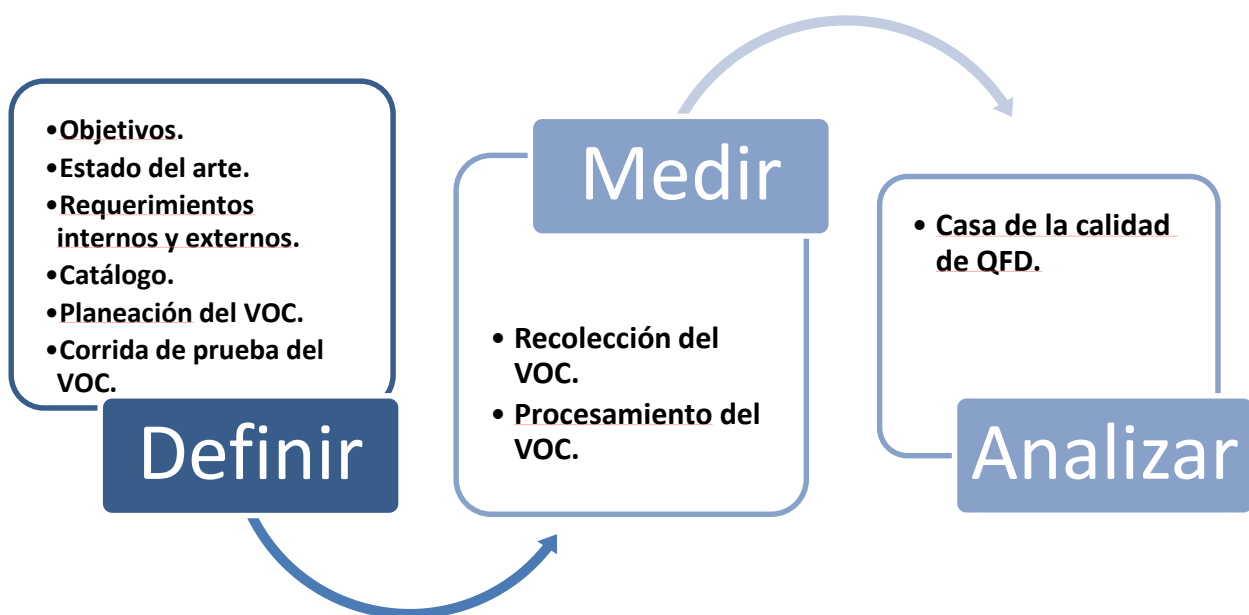


FIGURA 3.1 Proceso seguido del proyecto.

CAPÍTULO 4.

TECNOLOGÍA DE ABRAZADERAS PARA SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

4.1 TECNOLOGÍA EMPLEADA POR LA EMPRESA AUTOMOTRIZ.

La empresa automotriz con la que se trabajó en conjunto para la realización del proyecto, recientemente fue reagrupada en una sola empresa tras la unión de dos importantes fabricantes de automóviles. Debido a esto, se volvió necesario identificar la tecnología en juntas de sistema de enfriamiento utilizadas por cada uno de los dos fabricantes, así como revisar los beneficios y problemas en las partes empleadas en cada uno de los modelos de los dos fabricantes. Otro aspecto importante fue la identificación de los proveedores de partes, en este caso de los fabricantes de las abrazaderas utilizadas por la empresa.

Es por ello que uno de los principales objetivos consiste en estandarizar el tipo de tecnología utilizada por la empresa automotriz tras la unión de los dos fabricantes de automóviles.

4.1.1 Consulta en estándares de la empresa automotriz.

Para revisar la información relacionada a juntas de sistema de enfriamiento de motor utilizadas actualmente por la empresa, se consultaron dos bases de datos internas (una base de datos por cada uno de los dos fabricantes que se unieron) dentro de las cuales se obtuvieron documentos como: estándares de desempeño (*Performance standard*), estándares de proceso (*Process standard*), estándares de material (*Material standard*) y estándares de diseño (*Design standard*). A continuación se presentan algunos ejemplos del propósito de cada uno de los tipos de documentos consultados.

- 1. Estándar de desempeño.** Este tipo de estándar contiene información de los límites, requerimientos o expectativas de desempeño que deben conocerse para ser evaluados en un determinado nivel de desempeño. Por ejemplo, un estándar de desempeño que se consultó fue uno que cubre requerimientos ambientales, físicos, eléctricos, mecánicos, funcionales, regulatorios y de durabilidad para mangueras de refrigerante y ensambles de tubería.
- 2. Estándar de proceso.** Este tipo de estándar describe cómo realizar un proceso, los procedimientos a seguir y las metodologías a aplicar para cumplir con las expectativas. Por ejemplo, un estándar de proceso que se consultó fue uno que controla las dimensiones, uniformidad y calidad de las conexiones para mangueras, usadas para las juntas de manguera del radiador en los sistemas de enfriamiento del motor.

3. **Estándar de material.** Este tipo de estándar ayuda a asegurar que los materiales cumplen las expectativas, así como el cumplimiento de las condiciones técnicas, lo que significa que su utilización es confiable. Por ejemplo, un estándar de material que se consultó fue el estándar que especifica los requerimientos para el curado de peróxido, así como el refuerzo textil de mangueras de EPDM usadas para transferir sistemas de glicol acuoso que contienen inhibidores de corrosión bajo determinadas condiciones de presión y temperatura.

4. **Estándar de diseño.** Este tipo de estándar proporciona una pauta para la selección de los parámetros en el proceso de diseño. Por ejemplo, un estándar de diseño que se consultó, proporciona directivas generales de diseño para especificar dimensiones de instalación de las conexiones y mangueras usadas sobre el sistema de enfriamiento de motor en vehículos motores y sistemas de calefacción de compartimiento de los ocupantes. También proporciona restricciones de diseño para aquellas partes que interactúan en el acoplamiento de un miembro conector flexible (manguera) con un elemento rígido (radiador, bomba de agua, calentador, etc.).

Se revisaron 51 estándares en total, entre los cuales destacan:

- Dimensiones de la instalación de mangueras de refrigerante y conectores. Directivas de diseño. Empresa colaboradora.
- Ensamblajes de mangueras de refrigerante y tubería. Empresa colaboradora.
- Procedimiento para pruebas de fuerza de abrazadera. SAE J2371.
- Conectores rápidos para líneas de alimentación al motor de líquido refrigerante y calentamiento de la cabina de pasajeros. Empresa colaboradora.

Se consultaron de las dos bases de datos de cada uno de los dos fabricantes automotrices, también se consultaron algunos documentos que ya están disponibles como un solo documento para la nueva empresa, a estos documentos se les llama “armonizados”, en la Tabla 4.1 se presenta la cantidad de estándares revisada.

Fuente	Cantidad
Primer fabricante	23
Segundo fabricante	20
Armonizados	8

TABLA 4.1 Cantidad de estándares revisados

Los resultados de esta revisión se muestran en los apartados siguientes.

4.1.2 Aspectos importantes en una junta del sistema de enfriamiento de motor.

Una junta del sistema de enfriamiento de motor comprende tres componentes principalmente, que son: manguera, conector y abrazadera (Figura 4.2). Es por ello que al hablar de una junta, se deben tener en cuenta cada uno de éstos tres elementos, ya que de ello depende que se cumpla el propósito principal de la junta, que es el evitar fugas de anticongelante. A continuación se muestran los aspectos más importantes a considerar en cada uno de los elementos que se mencionó anteriormente.

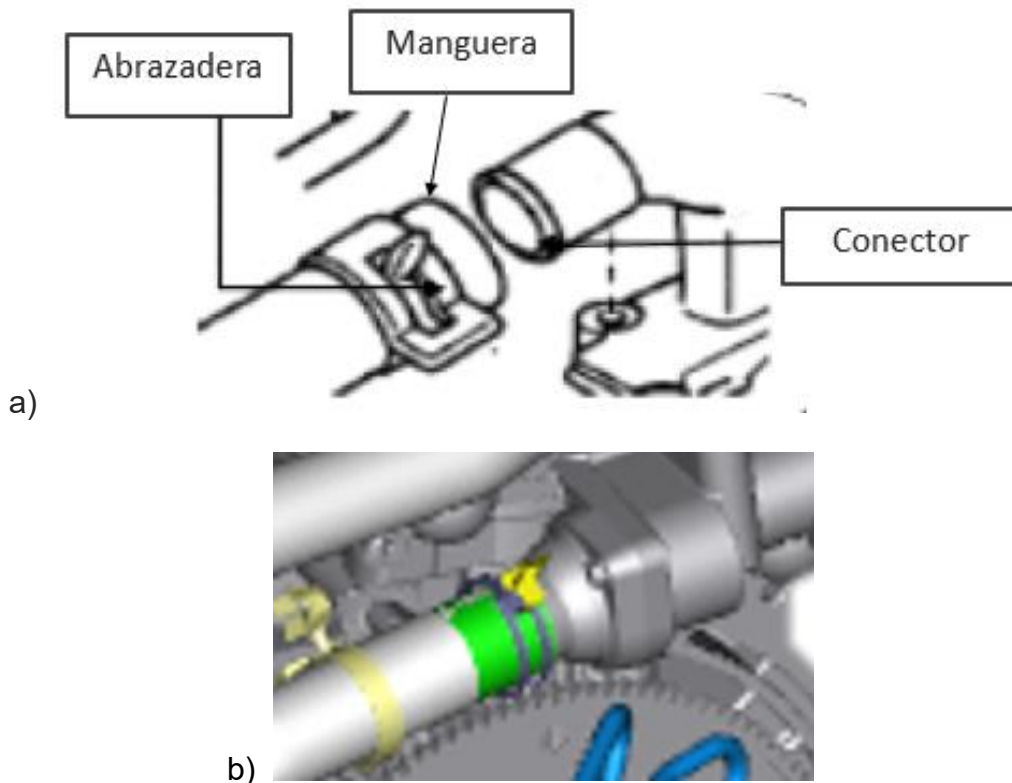


FIGURA 4.2 a) Componentes de una junta de sistema de enfriamiento de motor.

b) Ensamble de una junta. (Empresa colaboradora, 2014)

Conectores.

Generalmente los conectores son de metal, es decir son parte de un tubo, son moldeados o maquinados. En la Figura 4.3 se muestra un diagrama de las variantes que puede tener un conector.

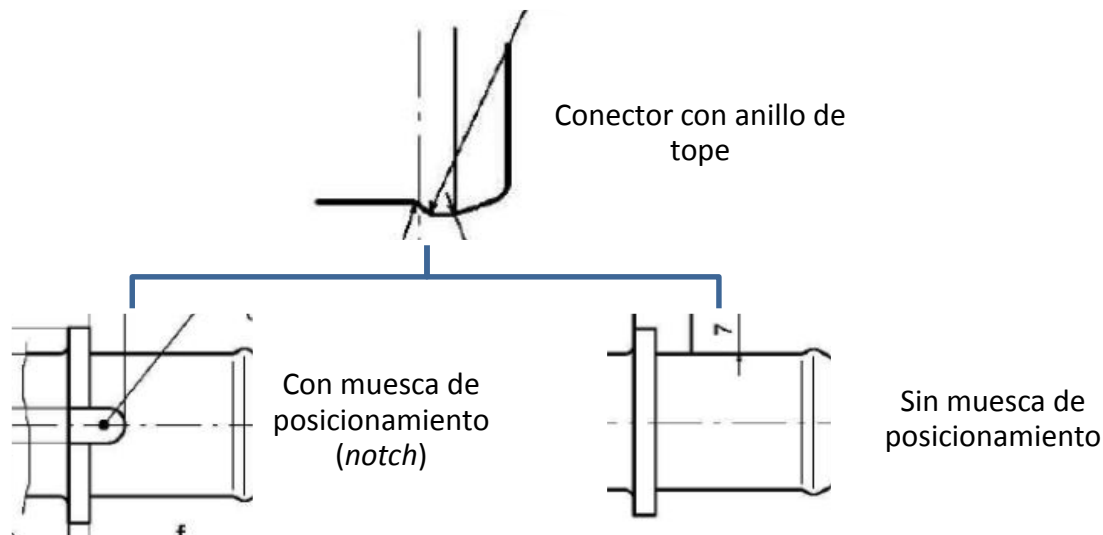


FIGURA 4.3 Clasificación de conectores.

1. **Diámetro exterior del conector (*Fitting Size OD*)**. Es el parámetro principal para determinar el tamaño del conector, ya que de éste dependen las dimensiones de otros elementos. Por otro lado, el grosor de la pared del conector debe ser lo más uniforme posible, es decir, en el diámetro de la superficie exterior a lo largo del conector no se permiten variaciones de más de 0.1 mm.
2. **Tope del conector (*Fitting Bead OD*)**. El conector debe tener un anillo de 360° como tope en la circunferencia exterior, éste sirve como sello mecánico entre el conector y la manguera.
3. **Longitud de asentamiento del conector (*Fitting Landing Length*)**. Es la longitud de la superficie sobre la que se ensambla la manguera y asienta la abrazadera. Este parámetro es importante ya que es donde la abrazadera debe sellar la junta.
4. **Muesca de posicionamiento (*Locating notch*)**. La muesca de posicionamiento es una guía para la instalación de la manguera, con éste se asegura que la manguera entre en la posición correcta y no tenga rotación.
5. **Hombro (*shoulder*)**. El hombro del conector es una barrera para la inserción de la manguera.

Mangueras.

En función del uso, presiones y temperaturas del fluido conducido y la exposición al ambiente, las mangueras se clasifican de la siguiente manera, como se muestra en la Tabla 4.4.



Tipo	Características de diseño		Presión máxima (bar)
	Estructura	Material	
	Simple	Una sola capa completamente de caucho	2.0
	Reforzada	Dos capas de caucho con refuerzo	2.5 – 3.5

TABLA 4.4 Clasificación de mangueras.

1. **Tipo de material de hule (*Type rubber material*).** El material que generalmente se usa para las mangueras del sistema de enfriamiento de motor, es el caucho con refuerzo.
2. **Proceso de curado del caucho (*Rubber curing process*).** El proceso de curado o vulcanizado del caucho se trata de una reacción química producida cuando se calienta el caucho crudo en presencia de azufre. El caucho vulcanizado tiene más fuerza, elasticidad y mayor resistencia a los cambios de temperatura que el caucho no vulcanizado.
3. **Material de refuerzo (*Reinforcement material*).** Generalmente el material de refuerzo que se utiliza para las mangueras de sistema de enfriamiento de motor es un textil colocado encima de la capa interior de caucho, cuya finalidad es darle resistencia a la presión, que también depende del patrón de trenzado del material.
4. **Muesca de posicionamiento (*Locating notch*).** Dependiendo del conector, la manguera puede o no tener una muesca de posicionamiento en el extremo.
5. **Marca de pintura (*Paint marking o Reference mark*).** Para asegurar el posicionamiento correcto de la abrazadera en la manguera, los extremos de las mangueras deben estar marcados (usando pintura) con una banda circunferencial indicando el área sobre la cual la abrazadera será instalada.
6. **Diámetro interior de la manguera (*Hose ID*).** El diámetro interior de la manguera debe ser el diámetro exterior del conector.
7. **Grosor nominal de la pared de la manguera (*Nominal Wall thickness*).** Es el valor del grosor de la manguera, se considera junto con el diámetro exterior del conector para seleccionar el tamaño de la abrazadera.

Abrazaderas.

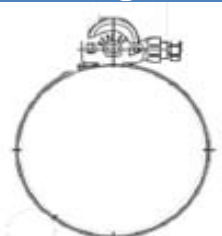
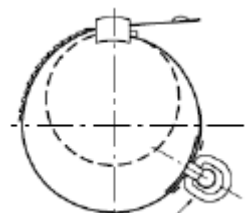
Las abrazaderas son elementos mecánicos en forma de anillo o correa, las cuales abrazan 360° tanto a la manguera como al conector y su función principal es sellar la junta para evitar la presencia de fugas.

Las abrazaderas para mangueras del sistema de enfriamiento de motor se clasifican generalmente por su tipo, es decir, por la manera en la que se cierran o aprietan. En la Figura 4.5 se presentan los diferentes tipos de abrazaderas usados por la empresa.

1. **Tamaño de la abrazadera (*Clamp Size*)**. El diámetro nominal del ensamble (NDA, por sus siglas en inglés) es la métrica principal para determinar el tamaño de la abrazadera.

NDA (\emptyset) = Diámetro nominal del cuello del conector + 2 veces grosor nominal de la manguera.

2. **Abrazadera en el ensamble (*PIA, Part in Assembly*)**. Son las abrazaderas que ya vienen colocadas en su posición sobre el ensamble de manguera, el cual es suministrado por el proveedor de la parte.
3. **Recubrimiento de la abrazadera (*Clamp Coating*)**. Es el acabado exterior de la abrazadera, que dependiendo del material con el que se realice, se obtiene mayor resistencia al ambiente.

Tipo	Modelo	Imagen
<i>Worm drive clamp</i>	NEMO BES (CAILLAU)	
<i>Double ratchet lock elastic clamp</i>	VISA E (CAILLAU)	


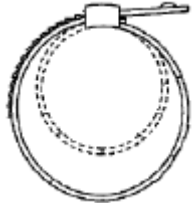
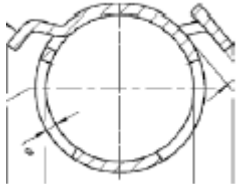
<p>Snap on elastic band clamp</p>	<p>Clic E, clic R (CAILLAU)</p>	
<p>Double ratchet clamps</p>	<p>VISA (CAILLAU)</p>	
<p>Spring clamps</p>	<p>Sping Band Clamps (MUBEA)</p>	

FIGURA 4.5 Tipos de abrazadera utilizados actualmente por la empresa colaboradora.

4.1.3 Visita a proveedor de mangueras.

Se realizó una visita a la planta de *Cooper Standard* en Atlacomulco, Estado de México. En esta planta se manufacturan mangueras de caucho, las cuales son partes empleadas para automóviles de diferentes fabricantes.

Los principales objetivos de la visita fueron los siguientes:

- Identificar el proceso de manufactura de las mangueras del sistema de enfriamiento.
- Realizar un breve *benchmarking* de las juntas del sistema de enfriamiento usadas por otros fabricantes de vehículos.

Manufactura.

El proceso de manufactura de las mangueras comienza con el caucho crudo, el cual es extruido con el diámetro requerido para después ser enfriado con el paso a través de rodillos.

Enseguida, el tubo es cubierto con un material de refuerzo, que generalmente es un textil. Después se baña con tolueno, el cual ayuda a adherir la segunda capa de caucho, por lo que se pasa por una segunda extrusión, donde también se realiza una prueba de calidad

con sensores para detectar si el grosor de la manguera no es el adecuado. Por último, la manguera se corta en secciones.

Las mangueras son llevadas a un sitio de almacenamiento, donde son enfriadas durante 8 horas, para después llevarlas al proceso de vulcanización, donde son introducidas sobre moldes para que adquieran su forma y resistencia final.

Por último, otros componentes como abrazaderas y conectores son ensamblados en las mangueras.

Pruebas de calidad.

También se revisaron las mesas de dimensionamiento (*checking fixture*), las cuales tienen una serie de elementos que validan dimensionalmente el ensamble de manguera. La manguera debe ser colocada para verificar que cumple con los requerimientos dimensionales tales como longitud y posición de las abrazaderas.

Ensamble.

En la sección de ensamble en la planta, para las mangueras de los automóviles de la marca Ford, se pudieron observar diferentes tipos de conectores rápidos (QCs, *Quick Connectors*), principalmente cambian en el tamaño y la forma, pero su funcionamiento es el mismo, sólo un tipo de conector rápido tiene un seguro que se gira después de ser colocado en la conexión (Figura 4.6 b).

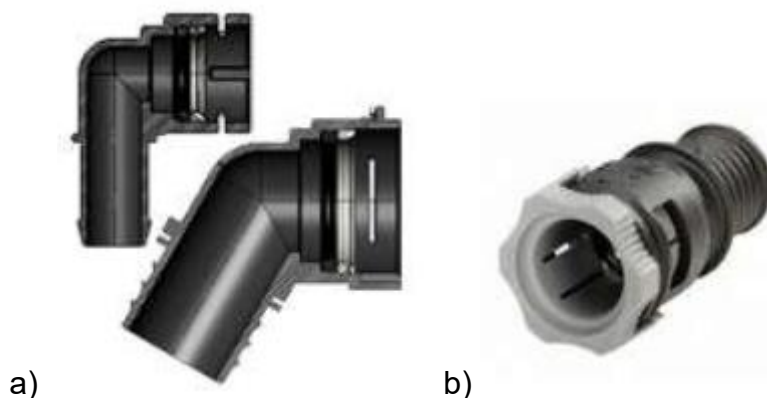


FIGURA 4.6 a) Quick connectors, b) QC con seguro. (Norma group, 2014)

Éstos *Quick Connectors* son de la marca Craig Assembly que fue adquirida por Norma Group.

Encapsulado.

El “encapsulado” (Figura 4.7) es un proceso de inyección de plástico, con el cual se tiene como resultado uno o varios anillos de plástico que envuelven la junta bajo presión. Por lo tanto, este método asegura una junta libre de fugas. El inconveniente es que si surge una falla en la junta, ésta no puede ser reemplazada individualmente, se tiene que cambiar por un nuevo ensamble de mangueras.



FIGURA 4.7 Encapsulado en mangueras (Cooper standard, 2016)

4.2 TECNOLOGÍA EMPLEADA POR OTRAS EMPRESAS AUTOMOTRICES.

A lo largo de todo el proyecto se realizó una búsqueda continua de las tecnologías en juntas del sistema de enfriamiento que están utilizando las empresas automotrices competidoras, así como de nuevas tecnologías desarrolladas por los fabricantes de las partes. El propósito de esta búsqueda es obtener información (de productos similares o soluciones) que ayude a mejorar los procesos y calidad de las partes que se están utilizando dentro una empresa. Se realizó una búsqueda externa para la cual se emplearon dos formas de obtener información principalmente: buscar literatura publicada y el *benchmarking* de otras automotrices.

4.2.1 Búsqueda en literatura publicada.

La literatura publicada incluye revistas, memorias de conferencias, revistas industriales, informes gubernamentales, información de mercado, consumidores y productos, así como anuncios de nuevos productos. La búsqueda de literatura es en ocasiones una fuente fértil de soluciones existentes. (Ulrich y Eppinger, 2013)

En forma electrónica, primero se buscaron nuevas tecnologías dentro de los catálogos de los productos de las dos empresas fabricantes de abrazaderas (MUBEA y CAILLAU) que ya son proveedores de abrazaderas para la empresa automotriz colaboradora. Debido a que en los sitios web de los fabricantes no siempre se encuentran los catálogos completos de todos sus productos, también se le solicitó a un contacto del fabricante de abrazaderas CAILLAU el envío de catálogos con información de sus productos para mangueras de sistema de enfriamiento.

Fabricante	Nombre	Tipo	Utilizada por la empresa
MUBEA	Standard SBC	Spring clamp	Si
MUBEA	Space saver SBC	Spring clamp	Si
MUBEA	Special SB ring	Spring clamp	No
MUBEA	Pre opened SBC T-clip	Spring clamp	Si
MUBEA	Pre opened SBC handyclip	Spring clamp	Si
MUBEA	Clipless pre opened SBC	Spring clamp	Si

TABLA 4.8 Abrazaderas de proveedor existente MUBEA.

Fabricante	Nombre	Tipo	Utilizada por la empresa
CAILLAU	Clic	Snap on elastic band clamp	No
CAILLAU	Clic R	Snap on elastic band clamp	Si
CAILLAU	Clic E	Snap on elastic band clamp	Si
CAILLAU	Nemo	Worm screw clamp	No
CAILLAU	Nemo BE	Worm screw elastic clamp	Si
CAILLAU	HOP	Worm screw clamp	No
CAILLAU	VISA	Double ratchet clamp	Si
CAILLAU	VISA E	Double ratchet clamp	Si

TABLA 4.9 Abrazaderas de proveedores existentes

Se revisaron 3 catálogos del fabricante de abrazaderas MUBEA, dentro de los cuales se encontraron abrazaderas enfocadas para las mangueras del sistema de enfriamiento en la industria automotriz. Se revisaron y seleccionaron seis productos de éste fabricante que se muestran en la Tabla 4.8., todos del tipo *spring clamp*, de los cuales cinco ya son utilizados por la empresa colaboradora.

Por otro lado, se revisaron 5 catálogos del fabricante de abrazaderas CAILLAU, las abrazaderas que se revisaron en esos catálogos son para el uso de la industria automotriz principalmente. Se revisaron y seleccionaron ocho tipos de abrazaderas que se muestran en la Tabla 4.9., de las cuales cinco son utilizadas por la empresa automotriz colaboradora.

Posteriormente se buscaron tecnologías en catálogos electrónicos del fabricante NORMA Group, quien aunque es proveedor de los *quick connectors* para el sistema de enfriamiento de los vehículos de la empresa colaboradora, no lo es así para abrazaderas, las cuales se encuentran entre sus principales productos. Es por ello que se revisaron 25 catálogos de éste fabricante, entre los cuales se seleccionaron las abrazaderas más adecuadas para la industria automotriz y para mangueras del sistema de enfriamiento; dando como resultado ocho posibles nuevos productos que se muestran en la Tabla 4.10.

Fabricante	Nombre	Tipo
NORMA	ABA mini	Worm Screw clamp
NORMA	ABA original	Worm Screw clamp
NORMA	Breeze constant torque	Spring clamp
NORMA	Torro	Worm screw clamp
NORMA	Power grip thumbscrew	Worm screw clamp
NORMA	Serratub 2	Worm screw quick lock clamp
NORMA	Clamp Tx	Screw clamp
NORMA	FBS	Spring clamp

TABLA 4.10 *Abrazaderas de proveedor existente para otras partes*

También se revisó el catálogo de Ideal Tridon, uno de los principales fabricantes de abrazaderas, quien entre sus productos también cuenta con abrazaderas para la industria automotriz. Se revisaron y seleccionaron seis posibles nuevos productos, que de acuerdo a su tamaño y las especificaciones del fabricante, están diseñados para aplicaciones automotrices, todas las abrazaderas son del tipo *worm screw clamp* y se muestran en la Tabla 4.11.

Fabricante	Nombre	Tipo
Ideal Tridon	½ Hy-gear	Worm screw clamp
Ideal Tridon	9/16 Hy-gear	Worm screw clamp
Ideal Tridon	Non perforated 9mm	Worm screw clamp
Ideal Tridon	Non perforated 12mm	Worm screw clamp
Ideal Tridon	Smartseal	Worm screw clamp
Ideal Tridon	Flex gear 9/16	Worm screw clamp

TABLA 4.11 *Abrazaderas de otro proveedor*

4.2.2 Estudio comparativo (*Benchmarking*).

De acuerdo con las diferentes definiciones que se le han dado a ésta práctica de comparación de productos o procesos, existen diferentes tipos de estudios comparativos o *benchmarking* que se pueden aplicar dependiendo del tipo de proyecto con el que se esté trabajando, sin embargo se puede decir que los dos principales tipos de benchmarking son: el funcional y el competitivo.

***Benchmarking* funcional.**

En el contexto de generación de un concepto, *benchmarking* es el estudio de productos existentes con funcionalidad similar a la del producto en desarrollo o a los subproblemas en los que está concentrado el equipo. El *benchmarking* puede revelar conceptos existentes que se han puesto en práctica para resolver un problema en particular, así como información sobre puntos fuertes y débiles de la competencia. (Ulrich y Eppinger, 2013)

***Benchmarking* competitivo.**

La mayoría de las empresas tienen, al menos, un competidor que puede ser considerado como excelente en el proceso que se pretende mejorar. Conseguir que el competidor directo proporcione los datos de interés puede ser una tarea difícil, si no imposible. Este problema puede ser en ocasiones solventado mediante una tercera empresa que actúe de intermediaria. (Cge.es, 2016)

Se realizó una visita a la empresa Cooper Standard en Atlacomulco, Edo. De México. La empresa es líder global como proveedor de sistemas y componentes para la industria automotriz. Los productos incluyen sellado y corte, suministro en combustible y frenos, transferencia de fluidos y sistemas anti vibración. Su sede central se encuentra en Novi, Michigan, EE.UU.

Durante la visita a la planta de Cooper Standard para sistemas de fluidos, se revisó el proceso de ensamble de las partes que ellos proveen a otra empresa automotriz competidora. En la estación de ensamble se mostró el proceso en el cual las abrazaderas son colocadas en las mangueras, los empleados usan herramientas neumáticas automáticas para cerrar las abrazaderas o para poner material adhesivo.

Básicamente, la empresa competidora utiliza tecnología similar de abrazaderas, sin embargo, para la tecnología de *snap on elastic band clamp*, esta empresa emplea abrazaderas del fabricante Oetiker mientras que la empresa colaboradora utiliza las abrazaderas de Caillau.

Posteriormente se revisó el catálogo del fabricante de abrazaderas Oetiker, el cual es un fabricante con sede en Suiza, líder a nivel mundial en sistemas de sujeción y conexión. El 90% de sus ventas se deben al grupo de productos de abrazaderas, y su principal segmento de clientes se encuentra en la industria automotriz. Se revisaron y seleccionaron nueve posibles nuevos productos, que de acuerdo con sus especificaciones están diseñados y fabricados para aplicaciones automotrices, los productos se muestran en la Tabla 4.12.

Fabricante	Nombre	Tipo
OETIKER	Stepless Earclamp PG 123	Ear clamp
OETIKER	Stepless Earclamp PG 193	Ear clamp
OETIKER	Stepless Earclamp PG 117	Ear clamp
OETIKER	Stepless Earclamp PG 167	Ear clamp
OETIKER	Stepless Lowprofile PG 168	Low profile
OETIKER	Stepless Lowprofile PG 192	Low profile
OETIKER	Stepless Screw PG 178	Worm screw clamp
OETIKER	Worm Drive PG126&177	Worm screw clamp
OETIKER	Multi crimp rings PG150	Ring clamp

TABLA 4.12 Abrazaderas de proveedor del competidor

4.3 REQUERIMIENTOS ACTUALES DE LA EMPRESA AUTOMOTRIZ.

4.3.1 Visita a Planta de ensamble.

Se realizó una visita a la Planta de ensamble de la empresa automotriz colaboradora con los siguientes objetivos:

- Revisar e identificar el ensamble de las juntas del sistema de enfriamiento.
- Identificar las partes de las juntas y las herramientas utilizadas.
- Revisar los diferentes tipos de abrazaderas utilizados en la línea de ensamble.

El recorrido a la planta se realizó de acuerdo con las áreas en donde se instalan abrazaderas o en donde se encuentran las partes y ensambles que aún no han sido instalados, las áreas en las que se realizaron observaciones, fueron las siguientes: racks de partes, vestido de motor e instalación de módulo de enfriamiento.

Racks de partes.

En esta sección se colocan todas las partes que deben ser instaladas en el área de vestido de motor, por lo que se encuentran los contenedores con abrazaderas individuales o contenedores con ensambles de manguera con abrazadera. Al estar en esta sección es

mucho más fácil manipular e identificar las partes, así como el tipo de junta o abrazadera que se está utilizando.

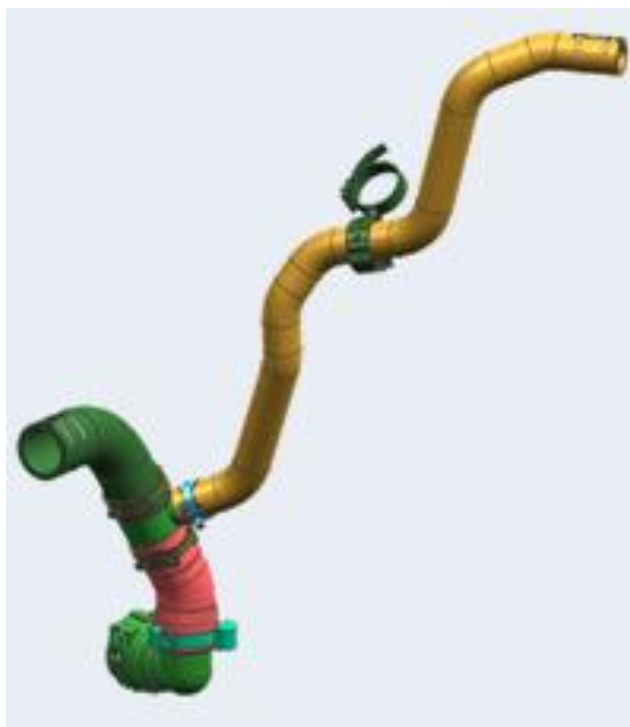


FIGURA 4.13 *Ensamble de botella a radiador de auto subcompacto. (Empresa colaboradora, 2015)*

Por ejemplo, en uno de los modelos de auto subcompacto, el ensamble que va de la botella que contiene el líquido refrigerante al radiador (Figura 4.13), es un ensamble proporcionado por el proveedor, en uno de los extremos de este ensamble, la junta se realiza con conectores rápidos, que al final lo único que se está haciendo es recorrer la junta de la abrazadera, estos conectores rápidos se encuentran de diferentes tipos y tamaños, además las pestañas que sujetan la conexión son de diferentes materiales, dependiendo de la aplicación. El ensamble también cuenta con una junta intermedia que se realiza con abrazaderas del tipo *spring clamp*, en donde se conectan tres mangueras.

Vestido de motor.

En esta sección es donde los operarios de la línea de ensamble instalan algunas de las mangueras y abrazaderas que van al motor. Algunas de las abrazaderas están pre instaladas y pre abiertas sobre la manguera, especialmente las abrazaderas de la marca Mubea del tipo *spring clamp*. Otras, como lo son las abrazaderas de la marca Caillau, deben ser instaladas manualmente.

Por ejemplo, para el ensamble de mangueras que van al calentador, el operario necesita sujetar la abrazadera con pinzas y después colocar la abrazadera dentro del área marcada sobre la manguera.

La mayoría de las abrazaderas instaladas tienen un seguro llamado T-clip o Handy clip, éste seguro de clip debe ser removido con las manos o con una herramienta y el sello se realiza en seguida.

También, muchas conexiones son realizadas con conectores rápidos, estos *quick connectors* vienen instalados en las mangueras por el proveedor, así que el operario solamente necesita insertar el *quick connector* en el conector del motor o de algún otro componente.

La mayoría de las conexiones, requiere el uso de lubricante, por ejemplo para realizar la instalación en la junta entre la botella del líquido refrigerante y la manguera. El operario pone lubricante en la manguera y en seguida es insertada en el conector, después de eso la abrazadera es cerrada con una herramienta especial.

Instalación de módulo de enfriamiento.

El módulo de enfriamiento es proporcionado por el proveedor, así que debe ser conectado a la máquina, sin embargo, se trata de una maniobra difícil el quitar el seguro de clip con la herramienta, por ejemplo en el ensamble de manguera de la entrada de radiador porque hay demasiados componentes alrededor.

Conclusiones de la visita a la planta de ensamble.

- La mayoría de los ensambles de manguera son proporcionados por el proveedor con abrazaderas preinstaladas, estas abrazaderas están pre colocadas de diferentes formas como pegamento o un gancho mecánico.
- El operario de la línea de ensamble requiere más fuerza, precisión y tiempo para colocar una abrazadera que no está pre instalada.
- Las abrazaderas son de diferentes tipos, dependiendo de su aplicación y del espacio donde tienen que ser instaladas.

4.4 DISEÑO DE UN CATÁLOGO CON TECNOLOGÍAS EXISTENTES.

En términos generales un catálogo es una relación ordenada o clasificada que se hará sobre cualquier tipo de objetos para facilitar su localización. (Definición ABC, 2016)

Con toda la información obtenida en cuanto a tecnologías de abrazaderas para sistemas de enfriamiento y con las 37 abrazaderas seleccionadas tanto de proveedores existentes como de posibles nuevos proveedores, se realizó un **catálogo virtual** en el cual se agrupan las diferentes tecnologías y se resume la información obtenida. Básicamente lo que se diseñó es la ficha dentro de la cual se contiene toda la información relevante de cada abrazadera y

útil para el departamento de Ingeniería de Producto de la empresa colaboradora. El proceso que se siguió para la realización del catálogo se muestra en la Figura 4.14.

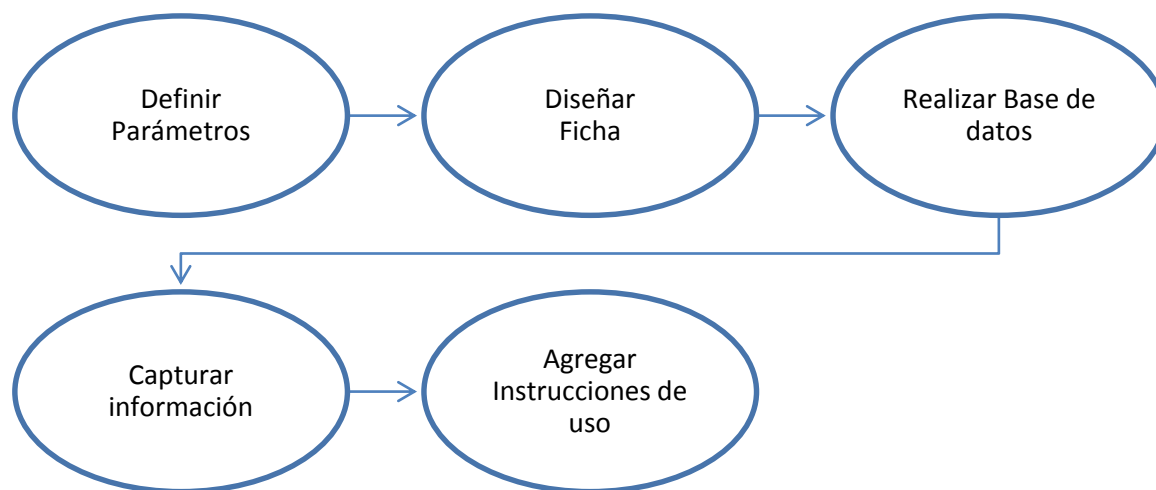


FIGURA 4.14 Proceso de la realización del catálogo virtual.

4.4.1 Definición de parámetros.

La definición de los parámetros con los que cuenta la ficha, se realizó con base en los datos más característicos y necesarios para identificar a una abrazadera, como son: diámetro, ancho de banda, grosor y material. Además se incluyó información importante para los ingenieros de producto, como es: instalación, herramienta, fuerza de sellado y fugas. Cabe destacar que la selección de algunos de estos parámetros se hizo a partir de actividades como las de *benchmarking* y visitas a la planta de ensamble. Por último se agregó como información complementaria las referencias de los estándares utilizados por la empresa. A continuación en la Figura 4.15 se muestra la lista de todos los parámetros o datos incluidos en la ficha.

Estos datos se agruparon en tres rubros:

- Identificación.
- Especificaciones.
- Complementos.

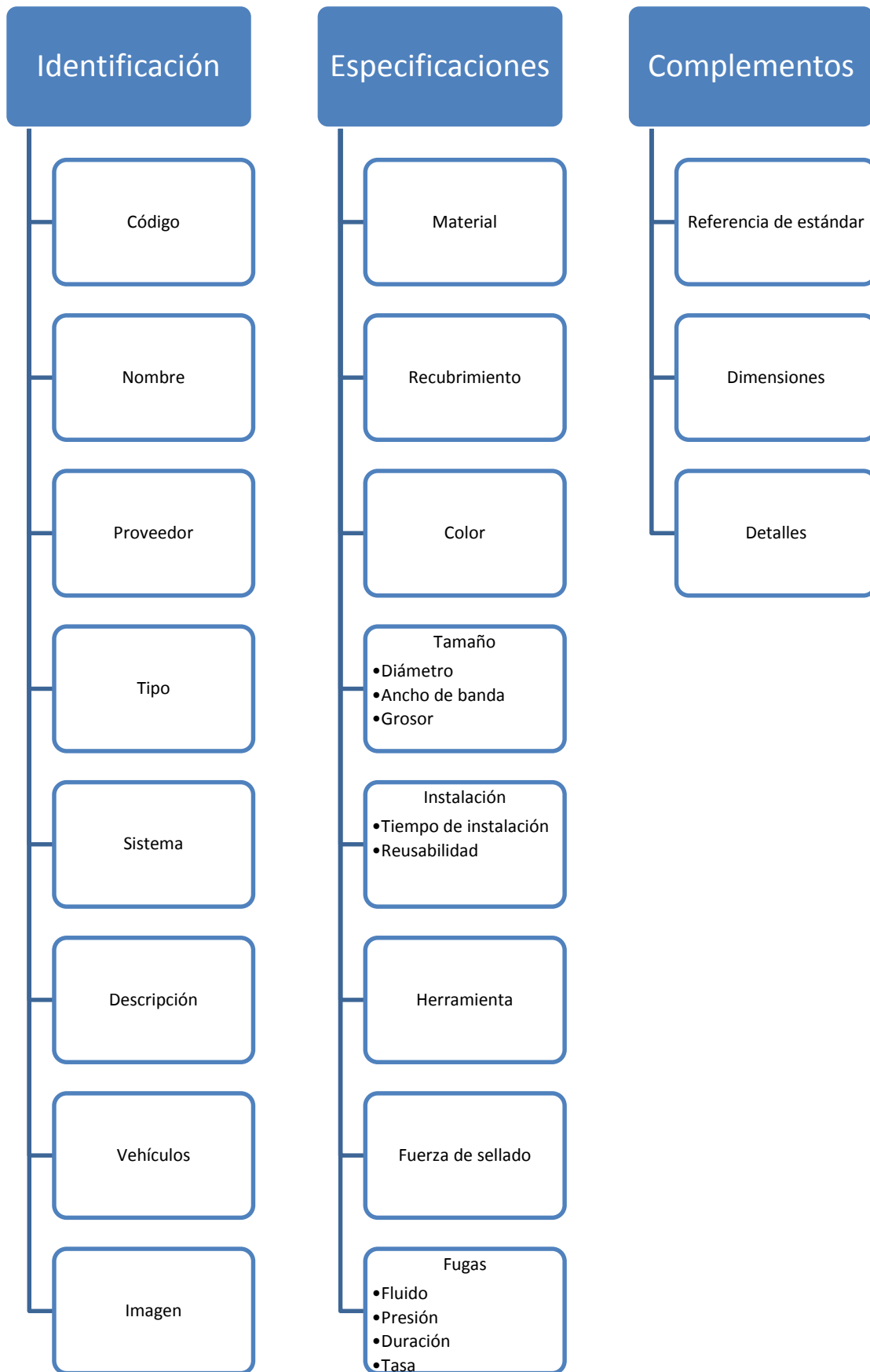


FIGURA 4.15 Datos incluidos en la ficha.

4.4.2 Diseño de la ficha.

El diseño de la ficha consistió en definir cómo colocar y distribuir la información en una ventana desplegada en la computadora. Lo que se tomó en cuenta para distribuir los parámetros dentro de la ficha es que éstos estuvieran ordenados de acuerdo a los rubros de: identificación, especificaciones y complementos; resaltando la información en ese orden, ya que a partir de los datos de identificación de cada elemento o abrazadera se ingresa a la ficha correspondiente dentro del catálogo, para después observar sus especificaciones y posteriormente, si es necesario, buscar su referencia. Sin embargo, también se tomó en cuenta la información que los ingenieros de producto consideran más relevante para la selección de una parte, como lo son el material y el tamaño de la abrazadera.

Otro aspecto importante en un catálogo es la parte visual, por lo que en la ficha se resalta el campo donde se va a colocar la imagen real de cada una de las abrazaderas, para que se tenga una referencia visual más detallada del producto que se está analizando.

Por último se realizó la distribución y tamaño de la ficha de tal manera que ésta se pueda visualizar en una sola pantalla, es decir, sin la necesidad de desplazar hacia abajo la pantalla (*scroll down*) debido a que es un catálogo virtual. En la Figura 4.16 se muestra la estructura de la ficha.

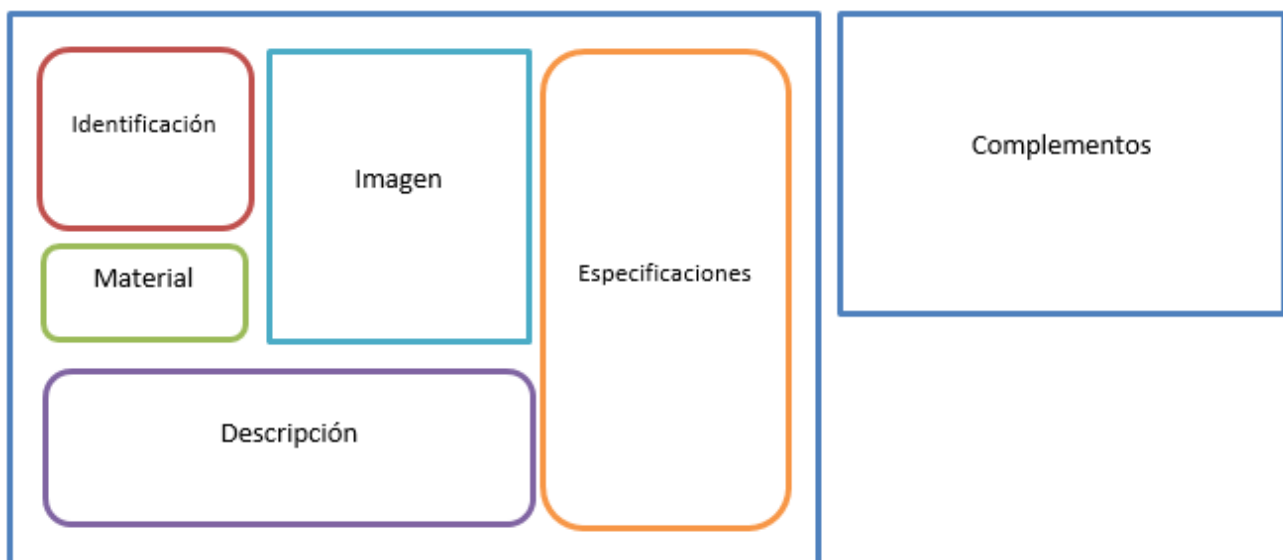


FIGURA 4.16 Estructura de la ficha.

4.4.3 Base de datos, captura e instrucciones.

Para realizar el catálogo virtual, en un inicio se plantearon principalmente dos opciones: una presentación o un archivo PDF. En los cuales cada ficha estaría en una página o diapositiva por separado, es decir, se tendrían 37 fichas o páginas en el catálogo, una por cada abrazadera seleccionada.

Debido a la cantidad de elementos que contiene el catálogo, se decidió realizarlo como una estructura de **base de datos**, en donde el formato de la ficha únicamente es una interfaz de

usuario que muestra la información de cada abrazadera que se seleccione, tal información es extraída de una base de datos.

Una base de datos (cuya abreviatura es BD) es una entidad en la cual se pueden almacenar datos de manera estructurada, con la menor redundancia posible. (CCM, 2016)

La base de datos se realizó en Excel, ya que es sencillo de manejar y la aplicación a implementar no requiere el uso de recursos muy complejos o avanzados. La implementación del catálogo se dividió en dos partes principalmente: la interfaz y la base de datos.

Interfaz.

La interfaz se realizó siguiendo los pasos para el diseño de un formulario de Excel. Un formulario, ya sea impreso o en línea, es un documento diseñado con formato y estructura estándar que facilita la captura, la organización y la edición de la información. Contienen controles, que son objetos que muestran datos o hacen que sea más fácil para los usuarios entrar o editar los datos, realizar una acción o seleccionar una opción. En general, los controles facilitan el uso de los formularios. Algunos ejemplos de controles comunes son los cuadros de lista, los botones de opción y los botones de comando. Los controles también pueden ejecutar macros asignadas y responder a eventos, tales como clics del mouse, mediante la ejecución de código de Visual Basic para Aplicaciones (VBA).

Ya que nuestro objetivo únicamente es el de realizar un catálogo, la estructura de nuestro formulario solamente se diseñó para búsqueda y consulta de la base de datos, no se tomaron en cuenta opciones como editar e ingresar información.

Lo primero que se hizo fue elaborar en Excel el diseño de la ficha que se mostró anteriormente, esto se realizó insertando formas básicas como cuadros y rectángulos a los cuales se les modificaron sus respectivas etiquetas, color, tamaño y estilo. El diseño de la interfaz en Excel se muestra en la Figura 4.17.

Posteriormente se definieron los métodos de entrada, es decir, con cuál (es) datos se haría la búsqueda de los elementos en la base de datos. Se definió que sería con los dos primeros datos de identificación: código y nombre.

Para los campos de entrada de código y nombre se utilizaron controles de formulario, los cuales se pueden insertar desde la pestaña de *desarrollador* en Excel, además se pueden modificar activando el *modo de diseño*. En este caso para ambos campos se utilizaron cuadros combinados.



FIGURA 4.17 Diseño de la interfaz.

Cuadro combinado. Combina un cuadro de texto con un cuadro de lista para crear un cuadro de lista desplegable. Un cuadro combinado es más compacto que un cuadro de lista pero requiere que el usuario haga clic en la flecha abajo para mostrar una lista de elementos (Figura 4.18). Use un cuadro combinado para permitir que un usuario escriba una entrada o elija solamente un elemento de la lista. El control muestra el valor actual en el cuadro de texto, sin importar el modo en que dicho valor se haya proporcionado (Microsoft, 2016).

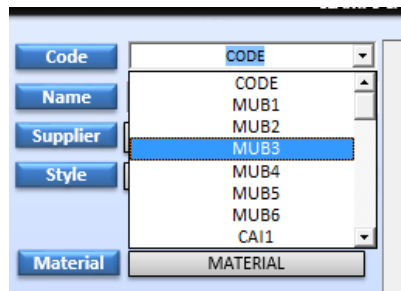


FIGURA 4.18 Cuadro combinado.

Para que sin importar el campo de entrada que se utilice, el otro campo también se actualice con la información correspondiente al campo utilizado y viceversa, se usó Visual Basic para programar estas acciones (Figura 4.19).

```

Private Sub CboCode_Change ()
Hojal.Range ("C2").Value = CboCode.Text
CobName.ListIndex = CboCode.ListIndex
End Sub

Private Sub CobName_Change ()
Hojal.Range ("C3").Value = UCase (CobName.Text)
CboCode.ListIndex = CobName.ListIndex
End Sub

```

FIGURA 4.19 Código de Visual Basic.

Otro elemento importante es el cuadro de imagen. En éste se muestra la imagen real de la abrazadera que se ha seleccionado (Figura 4.20). Para ello, se tiene una carpeta en el mismo directorio que el archivo en Excel, la carpeta contiene todas las imágenes de las abrazaderas nombradas con el código correspondiente. Así cuando se selecciona un código de abrazadera, se extrae la imagen con el nombre correspondiente a ese código.



FIGURA 4.20 Cuadro de imagen. (Mubea, 2014)

En Visual Basic se pone la ruta de donde se extrae la imagen y el nombre (código) más su extensión “.JPG”. Además de las acciones a realizar en caso de que no se encuentre la imagen solicitada y el cuadro de imagen permanezca vacío (Figura 4.21).

```
Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)

Dim MiFoto As String, StrRuta As String, PicAddress1 As String
Dim MiRuta As String

MiFoto = Hoja1.Range("C2").Value & ".JPG"

On Error GoTo ControlError

MiRuta = ThisWorkbook.Path & "\ImgClamp\" & MiFoto

PicAddress1 = MiRuta

If Target.Row = 2 And Target.Column = 3 Then

    If IsError(PicAddress1) Then
        Img1.Picture = Nothing
    Else
        Img1.Picture = LoadPicture(PicAddress1)
    End If
End If

ControlError:
Select Case Err.Number
Case 53
    Img1.Picture = Nothing
End Select
End Sub
```

FIGURA 4.21 Código para extraer imagen.

Para el resto de los datos, lo que se hace es extraer de la base de datos la información que se encuentra en la misma fila que la de los datos de entrada (código o nombre). Al estar la base de datos en otra hoja del libro con el que se está trabajando, lo primero que se hace es trasladar todos los datos a celdas que se encuentran en la misma hoja de la interfaz. Las celdas en las que se extrae la información se encuentran debajo de la interfaz, para que el usuario no las pueda observar.

Para desplegar la información en los cuadros de la interfaz, lo único que se hace es asignarle a cada cuadro el valor igual al valor que tiene la celda correspondiente, en la cual se extrajo el dato de la base de datos.

En la parte de debajo de la interfaz también se agregó una tabla de material, en la cual se muestran las equivalencias entre diferentes grados y denominaciones de materiales, la tabla se muestra en la Tabla 4.13.

MATERIAL			
Grade	Number (EN)	AISI/SAE	DESCRIPTION
W1			Completely zinc plated steel
W2	.4301/1.457	304/316 Ti	Band: Stainless steel. Screw + Trunnions: Zinc
W2	1.4016	430	Band + housing: Stainless steel. Screw: Zinc
W3	1.4016	430	All parts completely stainless steel
W4	1.4301	304	All parts completely stainless steel
W5	1.4401	316	All parts completely stainless steel

TABLA 4.13 *Tabla de material*

Base de datos.

La base de datos se realizó en Excel debido a que la estructura a utilizar es sencilla y el entorno de Excel se adecua muy bien. Tanto la interfaz como la base de datos se hicieron en un mismo archivo, o lo que es igual, en un mismo libro de Excel pero en hojas diferentes.

La estructura de la base de datos consiste en: columnas y renglones. Donde a cada columna se le asignó un identificador colocado en la celda superior (celda 1) de cada una de las columnas, el número de columnas o identificadores corresponde al número de parámetros a mostrar en la interfaz del catálogo, de igual manera, el nombre del identificador corresponde al de un parámetro.

Después de colocar el identificador de cada columna, se llenaron las filas de la base de datos con toda la información de cada una de las partes del catálogo como se muestra en la Figura 4.22. Es importante mencionar que una fila corresponde a una parte, por lo que todos los datos de una parte deben estar colocados en la misma fila. Otro punto a destacar es que los

identificadores de código y nombre están colocados al principio, ya que estos son nuestros datos de entrada que se definieron en la interfaz.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	CODE	NAME	SUPPLIER	STYLE	MATERIAL	COATING	COLOR	SYSTEM	DESCRIPTION	VEHICLES	DIAMETER
2	MUB1	Standard SB	MUBEA	SpringBandC	6150 Steel	Zinc, organic	Black, Grey	Cooling, Hea	Self adjusting sealing, wid	(9 - 90)	
3	MUB2	Space Saver	MUBEA	SpringBandC	6150 Steel	Zinc, organic	Black	Cooling, Hea	Self adjusting sealing, wid	(9 - 90)	
4	MUB3	Special SB Ri	MUBEA	SpringBandC	6150 Steel	Zinc, organic	Black	Cooling, Hea	Self adjusting sealing, wid	(9 - 90)	
5	MUB4	Pre opened	MUBEA	SpringBandC	6150 Steel	Zinc, organic	Black	Cooling, Hea	Self adjusting sealing, wid	(9 - 90)	
6	MUB5	PreOpened	MUBEA	SpringBandC	6150 Steel	Zinc, organic	Black	Cooling, Hea	Self adjusting sealing, wid	(9 - 90)	
7	MUB6	Clipless pre	MUBEA	SpringBandC	6150 Steel	Zinc, organic	Black	Cooling, Hea	Self adjusting sealing, wid	(9 - 90)	
8	CAI1	Clic	CAILLAU	Clic	304 Stainless	Zinc plated n	Silver	Water, fuel,	Basic version, light weight,	8 - 51.5	
9	CAI2	Clic R	CAILLAU	Clic	304 Stainless	Zinc plated n	Silver	Water, fuel,	Advantages of the Clic, cor	7.5 - 117.5	
10	CAI3	Clic E	CAILLAU	Clic	304 Stainless	Zinc plated n	Silver	Cooling, Pow	Two crimped bands, provid	11.5 - 75	
11	CAI4	NEMO	CAILLAU	WormDriveC	304,430 Stair	Zinc plated n	Silver	Automotive	Dissengageable housing w	11.5 - 75	
12	CAI5	NEMO BE	CAILLAU	WormDriveC	304,430 Stair	Zinc plated n	Silver	Automotive	Spring function to compen	12 - 150	
13	CAI6	HOP	CAILLAU	WormDriveC	304,430 Stair	Zinc plated n	Silver	Automotive	Easy fitting and resistance	(7 - 16)	
14	CAI7	VISA	CAILLAU	Latch	430 Stainless	Steel	Silver	Automotive	Guarantees a 1st fitting, ca	(11 -95)	
15	CAI8	VISA E	CAILLAU	ClipClamp	430 Stainless	Steel	Silver	Automotive	This band is guided by a sta	(11 - 92)	
16	NOR1	ABA MINI	NORMA	Screw	304 Stainless	Zinc plated	Silver	Cooling syst	Suitable for small thin-wal	(7 - 17)	
17	NOR2	ABA ORIGIN	NORMA	Screw	304 Stainless	Aluzinc	Silver	Cooling syst	Solid band, rolled up band	15 - 277	

FIGURA 4.22 Base de datos.

Básicamente el funcionamiento de la base de datos es el siguiente:

1. En la interfaz, selección de un código o nombre.
2. En la base de datos, búsqueda de un dato localizado en la misma fila del código o nombre ingresado.
3. Extracción del dato colocado en la intersección de la fila y columna deseada de acuerdo a su identificador.
4. El dato se extrae en la hoja de la interfaz y se muestra en la interfaz.

Para realizar el funcionamiento de la base de datos antes mencionado, se empleó la función BUSCARV, la cual está implementada en la hoja de la interfaz, ya que es en donde se va a extraer el elemento. La función BUSCARV es una de las funciones de búsqueda y referencia de Excel, se utiliza cuando se requiere encontrar elementos en una tabla o en un rango por filas. Por ejemplo, buscar el material de una abrazadera por su código, o encontrar su diámetro y grosor mediante la búsqueda de su nombre.

El punto clave de BUSCARV es organizar los datos de manera que el valor que busque (código de la abrazadera) esté a la izquierda del valor devuelto que desea encontrar (material de la abrazadera).

La sintaxis es la siguiente:

BUSCARV (valor_buscado, matriz_buscar_en, indicador_columnas, [ordenado])

Por ejemplo:

BUSCARV (\$C\$2,DATOS!\$B\$1:\$AJ\$38,5,0)

Donde:

- **Valor_buscado.** C2 (\$C\$2 para fijar la celda) es la celda donde se encuentra el código de la abrazadera, el cual es el valor buscado.
- **Matriz_buscar_en.** DATOS!\$B\$1:\$AJ\$38 dentro de la hoja DATOS (donde se encuentra la base de datos) se busca en toda la matriz que ocupa la base de datos que va de B1 hasta AJ38.
- **Indicador_columnas.** Tiene el número 5, ya que la columna de MATERIAL (E) es la columna número 5 de izquierda a derecha.
- **[ordenado].** El 0 (falso) indica que la columna no está ordenada y se debe buscar un valor exacto.

Adicional a la función BUSCARV, se utilizó la función SI para que no se muestre nada en caso de que no se seleccione ninguna entrada del buscador. La función SI es una de las funciones lógicas de Excel para devolver un valor si una condición es verdadera y otro si es falsa.

La sintaxis es la siguiente:

SI(prueba_lógica; [valor_si_verdadero]; [valor_si_falso])

Por ejemplo:

SI(\$C\$2<>"",BUSCARV(\$C\$2,DATOS!\$B\$1:\$AJ\$38,5,0),"")

Donde:

- **Prueba_lógica.** \$C\$2<>"", si el valor de la celda C2 es diferente a valor nulo.
- **[valor_si_verdadero].** Si C2 contiene un elemento (verdadero), colocar el valor de la función BUSCARV.
- **[valor_si_falso].** Si C2 está vacía (falso). No colocar nada "".

Después de agregar a la base de datos toda la información que se encontró para mostrar en el catálogo, los datos se desplegaron en la interfaz. Con la ayuda de las funciones de Excel y del código en Visual Basic se complementaron la interfaz y la base de datos en una sola aplicación, a la cual se le denominó *Catálogo de abrazaderas* (Figura 4.23).



FIGURA 4.23 Catálogo de abrazaderas.

Adicional al diseño de la interfaz, se decidió agregar un campo de instrucciones, en el cual se muestran las indicaciones al usuario para hacer un uso óptimo de la interfaz del catálogo, el cuadro de instrucciones se muestra en la Tabla 4.14.

Instructions
1. You should search a part according to its code or its commercial name.
2. You can find part information about its characteristics, specifications, standards and a brief material comparative table.
3. In the <i>Standard Info</i> table, and in the subsection <i>Standard Reference</i> , the first document number corresponds to the main standard; the arrow indicates that you can find more information in the next document.
4. In the <i>Standard Info</i> table, and in the subsection <i>Dimensions</i> , indicates the diameter dimensions recommended for each part, according to the standards.
5. The Material table is only for consulting.

TABLA 4.14 Cuadro de instrucciones

CAPÍTULO 5.

IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE.

La filosofía es crear un canal de información de alta calidad que fluya directamente entre clientes del mercado objetivo y los desarrolladores del producto. Esta premisa se basa en la premisa de que quienes controlan directamente los detalles del producto, incluyendo ingenieros y diseñadores industriales, deben interactuar con los clientes y experimentar el producto en su ambiente de uso real. Sin esta experiencia directa es poco probable que los compromisos técnicos se resuelvan correctamente, que jamás se encuentren soluciones innovadoras a las necesidades del cliente, además de que el grupo de desarrollo no desarrollará un compromiso profundo para satisfacer las necesidades del cliente.

El proceso de identificar las necesidades del cliente es parte integral del proceso de desarrollo del producto y está más estrechamente relacionado con la generación de conceptos, la selección del concepto, la comparación contra productos de la competencia y el establecimiento de especificaciones del producto. (Ulrich y Eppinger, 2013)

5.1 PLANEACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE LA VOZ DEL CLIENTE.

La “voz del cliente” es un proceso usado para capturar los requerimientos o retroalimentación del cliente (interno o externo) para otorgar al cliente lo mejor en el tipo de servicio o calidad del producto. Éste proceso es sobre ser proactivo y constantemente innovador para capturar el cambio con el paso del tiempo en las necesidades del cliente.

VOC es el término usado para describir las necesidades o requerimientos declarados y no declarados del cliente. La voz del cliente puede ser capturada de diferentes maneras: Plática directas o entrevistas, encuestas, grupos de enfoque, observaciones, reportes de campo, etc.

Esta información es utilizada para identificar los atributos de calidad que necesita un componente o material para incorporar en el proceso del producto. (isixsigma.com, 2016)

5.1.1 Planificación de captura de información.

La planificación del proceso a seguir para recolectar la información de la voz del cliente inició determinando claramente aspectos como: clientes, objetivos, manera de capturar información, tiempos, lugares, etc. Para ello se respondieron algunas preguntas organizadas en una hoja de trabajo (Tabla 5.1) que ayudaron a planear el VOC.

Planificación de la recolección de información del VOC	
<p>¿Quiénes son tus clientes?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Interno (Calidad, Ingeniería, Servicio, Manufactura, etc.)? ✓ Externo (Conductores, Líderes, Servicio, Proveedores, Regulación, etc.)? 	<ul style="list-style-type: none"> • Interno: Plantas de ensamble (3 plantas), Ingeniería (Sistemas de motor: Enfriamiento y áreas aplicables). • Externo: Servicio, Proveedor.
<p>¿Cuál es tu objetivo?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ¿Qué preguntas estás buscando responder? ✓ ¿Qué VOC ya tengo/conozco? ✓ ¿Cómo vas a resistir/prevenir la influencia? 	<ul style="list-style-type: none"> • Primero ejecutar una simulación. • Los resultados de la simulación. • Definir preguntas abiertas referidas solamente a ensambles de juntas de enfriamiento y procesos.
<p>¿Cómo vas a obtener la información del VOC?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Clínicas. ✓ Entrevista. ✓ Encuesta. ✓ Grupo de enfoque. ✓ Investigación de mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista (Operador de línea de ensamble, Ingeniero, Proveedor, Servicio). • Investigación de mercado sobre tecnología en juntas de enfriamiento (Armadoras, Proveedores de armadoras y refacciones).
<p>¿Cuándo y cuánto tiempo puede llevar obtener el VOC?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Duración total. ✓ Por recolección. ✓ Cantidad necesaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seis a ocho semanas. • Recolecciones por el total de clientes. • Más de 20 entrevistas, 15 observaciones.
<p>¿Dónde se recolectará la información del VOC?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Internamente. ✓ Externamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Internamente: Plantas de ensamble, Departamento de ingeniería México, Oficinas centrales de ingeniería. • Externamente: Proveedores, Servicio.
<p>¿Quién y cómo establecerás la población? Segmento de mercado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Género, Edad. • Posición, Nivel. • Departamento. • Compañía. • Proveedor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aquellos que realicen operaciones o actividades directamente con ensambles de juntas de sistema de enfriamiento (Plantas de ensamble, Ingeniería, Servicio).

TABLA 5.1 Planificación de la recolección de información del VOC

Determinación de clientes.

Quizás la mayoría de las personas podría suponer que al ser un proyecto sobre partes del sistema de enfriamiento de motor de vehículos, los clientes serían precisamente las personas que compran y conducen los autos. Sin embargo, para los ingenieros de producto del sistema de enfriamiento de motor, los principales clientes son aquellos que tienen contacto directo con las partes, puntualmente para este proyecto, los que tienen contacto directo con las juntas de enfriamiento (mangueras, conectores y abrazaderas).

El departamento de Ingeniería de la empresa colaboradora diseña, analiza y selecciona las partes que serán utilizadas en los vehículos. Por lo tanto, el primer lugar donde se tiene contacto con las partes, es en la planta de ensamble ya que aquí es donde las partes serán instaladas en el vehículo y se debe cumplir con aspectos como: viabilidad de ensamble, resistencia de partes, utilidad de herramientas y pruebas de calidad (libre de fugas).

Por lo anterior, se determinó que los clientes principales son los operadores de la línea de ensamble que están en contacto con juntas de enfriamiento, ya que ellos se encargan de realizar la instalación de las partes que los ingenieros de producto han seleccionado. Los ingenieros de sistema de enfriamiento del departamento de Ingeniería en México y en las oficinas centrales de la empresa colaboradora fueron determinados como clientes por su experiencia en el tema y por ser responsables de la selección de la tecnología empleada.

Debido a que se contó con acceso a las 3 plantas de ensamble de la empresa colaboradora localizadas en México, una en el Estado de México y dos en el estado de Coahuila, se decidió obtener el VOC de los operadores de la línea de ensamble en las tres plantas. Además en la planta del Estado de México se ensamblan modelos de vehículos subcompacto y SUV (*Sport Utility Vehicle*), a diferencia de las plantas de Coahuila en donde ensamblan modelos de camiones y camionetas. Por lo tanto, al tomar en cuenta las tres plantas se tiene mayor alcance de información en cuanto al tipo de partes utilizadas.

Los clientes internamente son:

- Plantas de ensamble (Estado de México y Coahuila): **Operadores de línea de ensamble.**
- Ingeniería (México y oficinas centrales): **Ingenieros de producto.**

Por otro lado, se decidió tomar en cuenta a Servicio como cliente externo, lo que significa tomar en cuenta el VOC de los técnicos automotrices que trabajan en el área de servicio en las agencias de autos de las marcas de la empresa. Lo anterior se determinó debido a que los técnicos de servicio frecuentemente realizan el cambio de autopartes en los vehículos, en algunas ocasiones los técnicos realizan la sustitución de las mangueras del sistema de enfriamiento que estén dañadas, lo que resulta en acciones de desensamble y ensamble de las partes, esto nos permite tener un VOC un poco más amplio, ya que en servicio conocen las principales fallas que se presentan en las juntas de sistema de enfriamiento cuando el

vehículo ha estado en uso. De tal manera que los técnicos automotrices de servicio también están en contacto directo con las juntas del sistema de enfriamiento.

Por último, los proveedores de las partes que conforman la junta (manguera, abrazadera y conector) también se incluyeron como posibles clientes del VOC porque cuentan con experiencia en el manejo de las partes, sin embargo se decidió no profundizar para el VOC de proveedores ya que el enfoque del proyecto es el de realizarse al interior de la empresa y obtener información general, es decir, no obtener información sesgada como podría ocurrir con proveedores.

Los clientes externamente son:

- Servicio (agencias de automóviles): **Técnicos automotrices.**
- Proveedor.

Objetivos del VOC.

El objetivo en la captura del VOC es obtener información abierta y general, es decir obtener información que no se conoce, propuestas y datos que los clientes puedan aportar en relación a cualquier aspecto que tenga que ver con las juntas del sistema de enfriamiento.

Primero se propuso realizar una corrida de prueba (simulación) para conocer mejor de qué forma orientar la captura del VOC, lo que significa realizar un cuestionario de prueba e ir a una planta de ensamble a realizar una pequeña serie de capturas del VOC con algunos clientes para que a partir de la información que devuelva esta corrida de prueba, se pueda planear mejor la forma de capturar el VOC que se tomará en cuenta.

Las preguntas que se buscan responder con el VOC se formularon con base en los resultados de la corrida de prueba.

Para evitar influenciar el VOC con preguntas muy enfocadas en un rubro, con preguntas de las cuales ya se conoce la respuesta o con respuestas ajenas a lo que comprende el proyecto, se deben definir preguntas abiertas referidas solamente a ensambles de juntas de enfriamiento y procesos.

Forma de obtener información.

Como se señaló anteriormente la información del VOC se puede obtener a través de diferentes medios como: entrevistas, encuestas, grupos de enfoque, clínicas, etc.

Las clínicas son sesiones en las cuales se invita a usuarios o clientes a “probar” un producto o servicio y se les cuestiona para obtener sus experiencias y comentarios mientras se realiza la prueba. En la industria automotriz, las clínicas son utilizadas principalmente para las partes y funciones en los interiores de un vehículo, por ejemplo en los asientos del automóvil para conocer los requerimientos de confort del usuario.

Por otro lado, los grupos de enfoque son pláticas entre un grupo de expertos en el tema de interés, en los cuales se puede obtener un buen VOC ya que generalmente se realizan en lugares que propicien la plática, como en salas de juntas u oficinas, lo que disminuye las distracciones de los participantes. La limitante para realizar un grupo de enfoque es reunir a los participantes para una o varias sesiones.

El inconveniente que hay con las encuestas es que limitan las respuestas de los encuestados (clientes), es decir generalmente se acota a conocer las opiniones respecto a un tema y difícilmente se propicia el obtener información nueva o diferente a la esperada.

Por lo tanto, las entrevistas fueron el medio que se definió para obtener el VOC, ya que son pláticas directamente con los clientes, en las cuales se puede obtener demasiada información, apoyándose en un cuestionario que va guiando la entrevista. Incluso resulta sencillo que durante una entrevista se puedan reformular preguntas si se percibe que el entrevistado no proporciona información relacionada al proyecto o también ahondar más sobre un tema que se percibe interesante. El problema con las entrevistas es que al ser demasiada la información recolectada, se requiere mayor tiempo para procesarla; sin embargo, los resultados son de los mejores que se pueden obtener.

Adicionalmente se puede completar el VOC con la información obtenida de la investigación de mercado resultante de la realización del catálogo de abrazaderas, así como también con información de observaciones hechas en las plantas de ensamble y plantas de proveedores.

Estimaciones para la obtención del VOC.

Se planeó obtener más de 20 entrevistas en total (una entrevista por cliente), es decir con la combinación de las entrevistas realizadas en: plantas de ensamble, ingeniería, servicio y proveedores. El número mínimo de entrevistas se determinó con base en el número de entrevistas que se decidieron capturar en cada lugar, que son de 4 a 6 entrevistas por cada uno de los lugares a visitar para las entrevistas. Además se contemplaron alrededor de 15 observaciones, muchas de las cuales se harían durante la entrevistas.

La determinación del tiempo para completar la obtención del VOC de todos los clientes se realizó de acuerdo con la planeación de visitas para entrevistas, que regularmente fue de una visita por semana.

5.2 CORRIDA DE PRUEBA PARA LA OBTENCIÓN DE LA VOZ DEL CLIENTE.

Para la corrida de prueba (simulación) se elaboró un cuestionario de prueba (Tabla 5.2), el cual se decidió aplicar en la planta de ensamble localizada en el Estado de México debido a su cercanía. Las preguntas se determinaron con base en los objetivos del proyecto y en la información adquirida de las actividades descritas en el capítulo 4. Básicamente el cuestionario pretendió cubrir tres rubros: tipos de abrazadera, tipos de herramienta y operaciones realizadas.

Preguntas de prueba	
1	¿Qué operaciones realiza con las abrazaderas?
2	¿Cuáles son las operaciones más difíciles?
3	¿Por qué son difíciles esas operaciones?
4	¿Qué tipo de abrazaderas utiliza?
5	¿Qué tipo de herramientas utiliza?
6	¿Qué tipo de abrazadera es más fácil de tomar del contenedor?
7	¿Qué es más fácil, colocar la abrazadera o cerrarla?
8	¿Con qué tipo de abrazaderas tiene más problemas?
9	¿Con qué tipo de abrazaderas tiene menos problemas?
10	¿Cuáles son los problemas más comunes?

TABLA 5.2 Cuestionario de prueba

El cuestionario se aplicó a 5 operadores de línea de ensamble y a un ingeniero residente de sistemas de motor en la planta, quien nos proporcionó dos entrevistas, sumando 7 entrevistas en total. En algunas entrevistas no se ejecutaron las diez preguntas debido a que al formular una pregunta, la respuesta englobaba las de dos o más preguntas, también con algunas otras no se lograba extraer información útil para el proyecto.

El proceso que se siguió para capturar y procesar la información resultante de la corrida de prueba se muestra en la Figura 5.1:

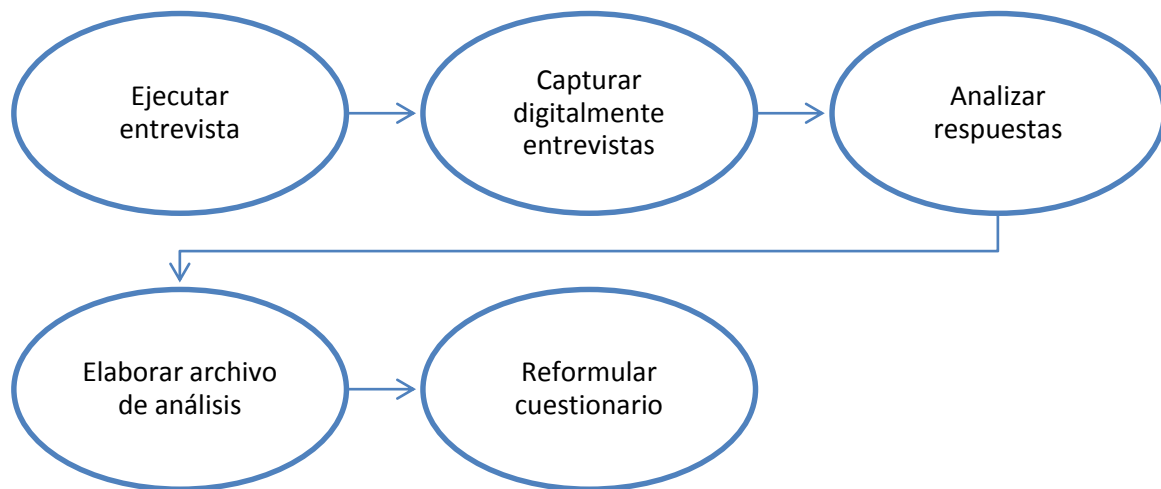


FIGURA 5.1 Proceso de captura y procesamiento de la corrida de prueba.

Ejecutar entrevista.

A la planta de ensamble donde se realizó la corrida de prueba se llevó el cuestionario impreso y se ejecutó la entrevista al ingeniero residente y a los operadores de línea de ensamble con la línea en operación, por lo que se utilizó grabación de voz para mayor agilidad (Figura 5.2). Además de que observaron en tiempo real algunas operaciones realizadas en las juntas de sistema de enfriamiento.

Capturar digitalmente entrevistas.

Posterior a realizar las entrevistas y grabarlas como archivos de audio, estas se pasaron textualmente a archivos digitales, en los cuales es más cómodo manejar, visualizar y analizar la información obtenida.

Analizar respuestas.

En esta etapa se analizaron cada una de las respuestas para determinar si la información obtenida de los clientes realmente responde a las preguntas realizadas, así como determinar si los datos capturados están inclinados hacia un tema en específico e identificar qué temas parecen ser más interesantes para los clientes y que no se están tomando en cuenta, y por lo tanto abordarlos más en la obtención del VOC.



FIGURA 5.2 Entrevista en Planta de ensamble.

Elaborar archivo de análisis.

Se elaboró un archivo en el que se señalan las preguntas formuladas en cada entrevista y en el cual se denotan con el mismo color aquellas preguntas en las que se obtuvieron respuestas similares (Figuras 5.3 a y 5.3 b), con el fin de ver qué preguntas arrojan resultados semejantes y englobarlas en una sola pregunta, así como determinar si es necesario reformular o eliminar algunas preguntas.

Interview 1	Interview 2	Interview 3	Interview 4
What operations do you do with clamps?	What operations do you do with clamps?	What operations do you do with clamps?	What operations do you do with clamps?
Which are the most difficult operations?	Do you have any complication?	Do you have any complication?	What complications do you have with clamps?
Why are they difficult?	What tools do you use?	What do you recommend?	What are the most frequent issues?
Do you have problems when take it?	What are the most frequent issues?	Do you need much force?	What do you recommend?
What tools do you use?	Are diameters correct?	Do you have problems when take it?	
What are the most frequent issues?	Do you have any problem when take it?		
Do you have troubles placing clamps?	What do you recommend?		

FIGURA 5.3 a Clasificación de preguntas.

Interview 5	Interview 6	Interview 7
Why do you hit the installed clamp?	What types of clamps do you use?	What operations do you do with clamps?
Why did you remove the yellow clamp?	What complications have you ever had?	What tools do you use?
Why did you wrong?	What do you recommend?	Do you have any complication?
Why the yellow was changed to another station?	Does pliers come from supplier?	Are dimensions correct?
What do you recommend?	Does the tool need modify?	What are the most frequent issues?
Do you need much force with the pliers?		What do you recommend?
Have you ever closed the clamp and this got out?		
What are the most frequent issues?		

FIGURA 5.3 b Clasificación de preguntas.

Al acomodar de esta forma las preguntas de las entrevistas, basados en las respuestas, resultó más fácil extraer las preguntas más representativas de la corrida de prueba, dando como resultado las siguientes preguntas que se muestran en la Tabla 5.3.

Preguntas resultantes de la corrida de prueba	
1	¿Qué operaciones realiza con las abrazaderas?
2	¿Qué operaciones son las más complicadas?
3	¿Tiene problemas al sujetar las partes?
4	¿Qué herramientas utiliza?
5	¿Cuáles son los problemas más comunes?
6	¿Las dimensiones son las correctas?
7	¿Qué recomendarías?

TABLA 5.3 Preguntas resultantes de la corrida de prueba

A pesar de que se redujo el número de preguntas a ejecutar, así como algunas se tuvieron que reestructurar como resultado de la corrida de prueba, se consultaron otras fuentes y opiniones para realizar un cuestionario más eficaz. Se consultó “*Diseño y desarrollo de productos*” de Ulrich y Eppinger, y también se tomaron en cuenta las recomendaciones de Alan Wu, quien es *coach* para proyectos DFSS en la empresa colaboradora.

Reformular cuestionario.

Reunir información de necesidades es muy diferente de una llamada de ventas: el objetivo es obtener una expresión honesta de necesidades, no convencer a un cliente de lo que necesita. En casi todos los casos, las interacciones con clientes serán verbales; los entrevistadores hacen preguntas y el cliente responde. Una guía de entrevista ya preparada es valiosa para estructurar este diálogo. Algunas preguntas y sugerencias útiles para usar después que los entrevistadores se presenten y expliquen el propósito de la entrevista son:

- ¿Cuándo y por qué usa usted este tipo de producto?
- ¿Podemos ver una sesión típica en la que use el producto?
- ¿Qué le gusta de los productos existentes?
- ¿Qué le disgusta de los productos existentes?
- ¿Qué problemas considera usted cuando compra el producto?
- ¿Qué mejoras haría al producto?

(Ulrich y Eppinger, 2013).

Por otro lado, las recomendaciones de Alan fueron orientadas a evitar preguntas cerradas, es decir, evitar que los entrevistados respondan cosas muy específicas; limitando sus respuestas. Por el contrario, lo que sugirió fue tener preguntas abiertas que permitan obtener información nueva, las preguntas que recomendó Alan fueron las siguientes:

- ¿Qué le parece el diseño actual de la junta? ¿Por qué?
- ¿Experimenta problemas-dificultades con el diseño actual? Por favor explique.
- ¿Ha visto otro diseño que preferiría sobre el diseño actual? ¿Por qué?
- ¿Cómo mejoraría el diseño actual? ¿Por qué?

La propuesta final del cuestionario que sirvió como guía para obtener el VOC del proyecto fue resultado de la combinación de los tres grupos de preguntas sugeridas: Corrida de prueba, Ulrich-Eppinger y por último Alan Wu. Cabe destacar que se presentaron dos variantes para el cuestionario final, dependiendo de los clientes a los que fue dirigido: uno para operadores de línea de ensamble y servicio y el otro para ingenieros. Se decidió realizar la variante para Ingeniería, ya que con este se buscó obtener información con respecto al diseño y selección de las partes.

De tal manera que el cuestionario dirigido a plantas de ensamble y servicio quedó conformado por 14 preguntas (Ver Tabla 5.4) y el cuestionario dirigido a Ingeniería consta de 10 preguntas (Ver Tabla 5.5). Por consiguiente, una vez determinado el cuestionario a aplicar a los clientes, se pudo continuar con la obtención del VOC para el proyecto.

Preguntas para el VOC de plantas de ensamble y servicio	
1	¿Con qué tipos de juntas trabajas?
2	¿Por qué crees que el diseño actual se usa?
3	¿Te gusta el diseño actual? ¿Por qué?
4	¿Experimentas problemas-dificultades con el diseño actual? Por favor explica.
5	¿Qué se ha hecho para resolver los problemas?
6	¿Has visto algún otro diseño que preferirías sobre el diseño actual? ¿Por qué?
7	¿Qué herramientas usas?
8	¿Qué te gusta de las herramientas? ¿Por qué?
9	¿Tienes problemas con las herramientas actuales? ¿Por qué?
10	¿Cómo podrías mejorar las herramientas actuales? ¿Por qué?
11	¿Qué técnicas empleas para hacer más fáciles las operaciones que realizas? ¿Por qué?
12	¿Podrías hacer una demostración típica?
13	¿Qué parte del proceso que haces consideras lo más importante? ¿Por qué?
14	¿Cómo podrías mejorar el diseño actual? ¿Por qué?

TABLA 5.4 Preguntas para el VOC de plantas de ensamble y servicio

Preguntas para el VOC de Ingeniería	
1	¿Con qué tipos de juntas trabajas?
2	¿Por qué crees que se usa el diseño actual?
3	¿Te gusta el diseño actual? ¿Por qué?
4	¿Experimentas problemas o dificultades con el diseño actual? Por favor explica.
5	¿Qué se ha hecho para resolver los problemas?
6	¿Has visto algún otro diseño que preferirías sobre el diseño actual? ¿Cuál? ¿Qué programa o familia? ¿Por qué?
7	¿Cómo validas el tipo de juntas que se usan actualmente en tu programa?
8	¿Cuáles son los problemas más comunes cuando validas estas juntas? ¿Por qué?
9	Cuándo se diseña o se define una junta de enfriamiento, ¿Qué parámetro/requerimiento consideras el más importante?
10	¿Cómo podrías mejorar el diseño actual? ¿Por qué?

TABLA 5.5 Preguntas para el VOC de Ingeniería

5.3 OBTENCIÓN DE LA VOZ DEL CLIENTE.

A partir de este punto se inician como tal las actividades formales y estructuradas para la identificación de las necesidades del cliente. Una vez definidos el plan para recolectar el VOC y el cuestionario que sirve como guía de las entrevistas, se puede decir que se tienen los elementos necesarios para iniciar con el proceso de entrevistas para la obtención del VOC.

A continuación se presentan algunas sugerencias para realizar las entrevistas con los clientes:

- **Mantener el curso.** Si durante la entrevista el cliente comienza a proporcionar información que no se esperaba, pero que resulta útil, se recomienda mantener la conversación sobre ese tema aunque se salga un poco de la línea preparada para la entrevista. Ya que el propósito de la obtención del VOC es reunir información importante sobre las experiencias y necesidades del cliente; dejando un poco de lado el apresurarse y el cumplir con cabalidad el cuestionario preparado.
- **Utilizar muestras del producto.** Tener consigo muestras de los productos existentes tanto de su empresa como de la competencia ayuda a expresar de mejor forma las ideas tanto del cliente como del desarrollador del proyecto, ya que por ejemplo, en una planta de ensamble es más fácil tomar las partes y señalar físicamente los puntos de interés así como simular algunas maniobras. Al final de la sesión, los desarrolladores incluso podrían dar referencia sobre posibles nuevos diseños o propuestas de cambio en las partes o productos.
- **Evitar influenciar la entrevista.** Es frecuente que los clientes hagan suposiciones acerca del concepto del producto que esperan satisfaga sus necesidades. En estas situaciones, los entrevistadores o desarrolladores deben evitar sesgar la conversación con suposiciones de las características que podría tener el diseño del nuevo producto o parte. Cuando los clientes mencionen tecnologías específicas o características del producto, el entrevistador debe explorar la necesidad básica que el cliente piensa que la solución sugerida va a satisfacer. (Ulrich y Eppinger, 2013)
- **Solicitar al cliente que realice una demostración típica del uso del producto.** Si la entrevista se realiza en el ambiente típico de uso, como en el caso particular de plantas de ensamble, por lo general una demostración de uso en condiciones reales es conveniente e invariablemente puede revelar más información que durante la charla no se perciba.
- **Mantenerse enfocado y alerta para detectar información útil.** Durante la entrevista, eventualmente el cliente puede llegar mencionar algo destacable o de mucho valor para los propósitos del VOC, se recomienda mantener la dirección de la plática con preguntas de seguimiento. Con frecuencia, una línea inesperada de preguntas revelará necesidades latentes, es decir, parámetros importantes con relación a las necesidades del cliente que no se han satisfecho, ni expresado o entendido.
- **Prestar atención a información no verbal.** Desafortunadamente, las palabras no siempre son la mejor forma de comunicar requerimientos y experiencias relacionadas

con el mundo físico. Especialmente cuando las necesidades tienen relación con las dimensiones humanas del producto o con manipulaciones directas de los clientes con el producto; por ejemplo, comodidad, imagen, estilo y operaciones manuales. El grupo de desarrollo debe estar siempre atento a los mensajes y expresiones no verbales proporcionados por los entrevistados como: expresiones fáciles, ademanes, etc.

5.3.1 Obtención del VOC en planta en ensamble.

Obtener el VOC en una planta de ensamble o de producción resulta ser una tarea complicada, ya que no se tienen las instalaciones y el ambiente idóneos para realizar entrevistas a los clientes, más aún cuando los clientes son propiamente los operadores de la línea de producción o de ensamble, porque ellos no se pueden separar fácilmente de las operaciones que realizan, ya que cualquier descuido podría ocasionar el paro de línea, lo que prácticamente siempre se busca evitar debido a las pérdidas económicas que esto representa.

Las técnicas y herramientas de apoyo que se utilizaron para obtener las necesidades de los clientes en las plantas de ensamble y que se pudieran tomar en cuenta como entrevistas de VOC exitosas, fueron las siguientes:

- Elaborar un formato para el cuestionario guía, en el cual se le agregó un campo para datos de identificación como: Puesto, área, lugar y programa (para Ingeniería). Lo anterior con el fin de tener un mejor manejo e identificación de las entrevistas realizadas, lo cual es muy conveniente al momento de traducir y procesar la información del VOC.
- Llevar a la entrevista el formato de cuestionario guía impreso, ya que aparte de que sirve para mantener la línea de la entrevista, también en ocasiones es necesario tomar algunas notas.
- Utilizar algún dispositivo para grabar voz como: teléfono celular, grabadora de voz, entre otros. Realizar grabaciones de voz en las entrevistas resulta más práctico debido a que en la mayoría de las ocasiones la plática entre el entrevistador y el cliente se desarrolla mientras este realiza su trabajo, por lo que no es recomendable el tener que detenerse a escribir lo que el cliente dice, porque representa pérdida de tiempo e incluso se podría llegar a causar algún inconveniente en la línea de ensamble.
- Solicitar a los responsables de la línea de ensamble la posibilidad de que otro trabajador cubra el puesto del cliente que será entrevistado por un periodo de tiempo corto (10 - 15 minutos), mientras se realiza la entrevista a un lado de la línea, con el propósito de que el cliente se sienta más relajado y enfocado en la plática con el entrevistador.

En la planta de ensamble localizada en el Estado de México se realizaron 6 entrevistas, todas a operadores de línea de ensamble. Las entrevistas se efectuaron en dos áreas diferentes de la línea de ensamble: vestido de motor y curva norte.

- **Vestido de motor.**

En vestido de motor se realiza el ensamble de partes que van directamente al motor, ahí se obtuvo el VOC del *team leader* y el de un operador con experiencia. Se buscaron a los operadores con más experiencia ya que generalmente han estado involucrados en mayor cantidad y tipos de ensambles, por lo que conocen tanto el manejo como el desempeño de distintas partes y herramientas.

- **Curva norte.**

En curva norte se realiza el ensamble del módulo del sistema de enfriamiento (Figura 5.4), el cual consta de partes como el radiador y ventilador, entre otras. Se realizaron cuatro entrevistas: una al *team leader* y tres más a los operadores con más experiencia.

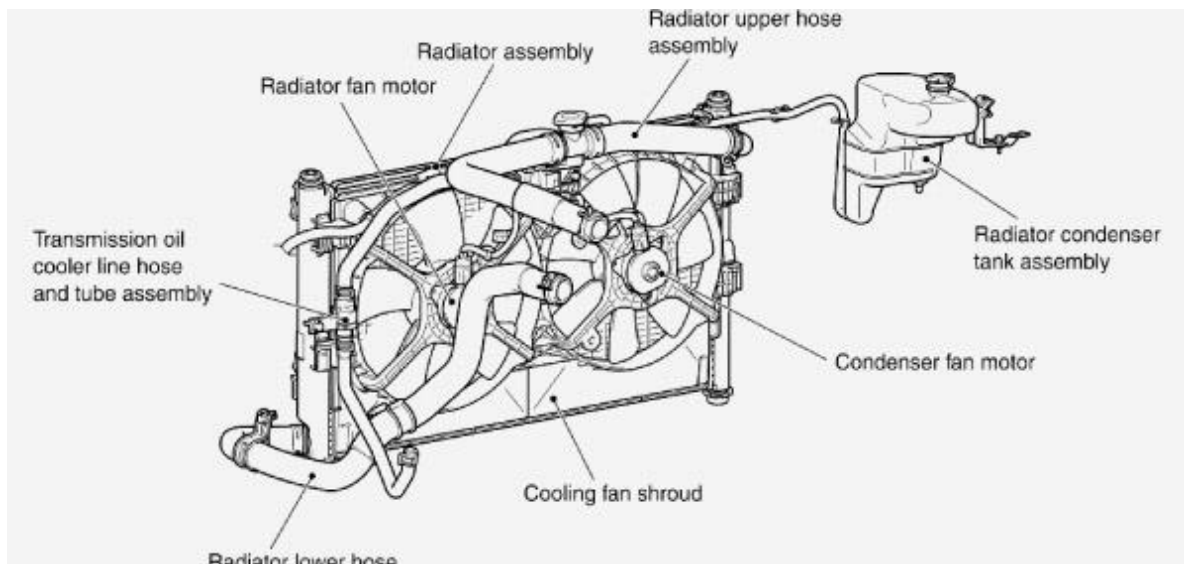
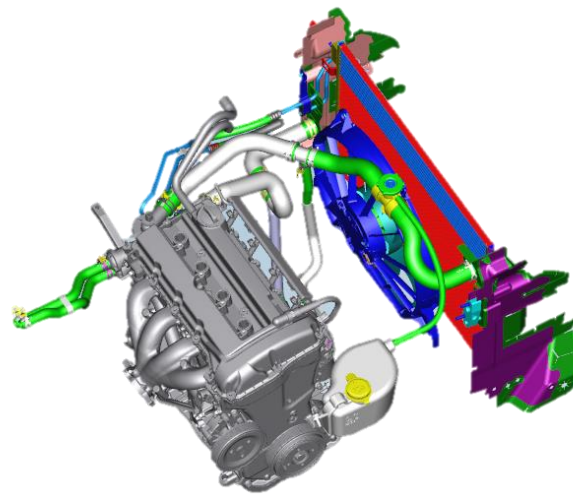


FIGURA 5.4 Módulo del sistema de enfriamiento. (Mitsubishi motors, 2016)

Para la obtención del VOC en las plantas de camiones y camionetas, ubicadas en el estado de Coahuila se contó con el apoyo de dos ingenieros de producto del equipo de sistemas de motor en la empresa colaboradora. Los dos ingenieros accedieron a realizar las entrevistas en cada una de las dos plantas respectivamente; aprovechando que tenían visitas de trabajo programadas a estos sitios. A los ingenieros se les proporcionó una breve introducción acerca del proyecto y del VOC, proporcionándoles información como: los objetivos del VOC, el tipo de clientes, las partes de interés y formato del cuestionario guía.

En la planta de ensamble de camiones se realizaron cinco entrevistas, entre los cuales había operadores con alta, mediana y baja experiencia en ensambles con abrazaderas para mangueras. Del área de vestido de motor se obtuvieron tres entrevistas y del área de línea final se obtuvieron dos.

Por otro lado, en la planta de ensamble de camionetas se realizaron cuatro entrevistas, dos en el área de vestido de motor y dos en el área de chasis, en esta última es donde se realiza el ensamble del módulo de enfriamiento. Todas las entrevistas se aplicaron a los operadores de mayor experiencia.

A continuación se presentan algunas de las respuestas obtenidas aún sin procesar de diferentes clientes, áreas y plantas de ensamble:

- **¿Experimentas problemas-dificultades con el diseño actual? Por favor explica.**
“Ninguno, quizás que surtan el material con el número especificado, porque luego vienen algunas revueltas, de hecho ahorita las están clasificando con unos colores, amarillo y verde, porque las colocamos en dos lados diferentes, pero son muy parecidas, una es más pequeña, pero ya con el color ya difieres cual es la que le toca a cada uno.” **Operador de vestido de motor. Planta Edo. De México.**
- **¿Qué técnicas empleas para hacer más fáciles las operaciones que realizas? ¿Por qué?**
“La única técnica que usamos es meter la abrazadera con la manguera bien, con la guía que quede perfectamente a las 12, entonces metes la pinza y no tienes ningún problema. En las de presión debemos manipular la herramienta con la manguera y abrazadera, debemos de darle guía y luego meter la manguera, es más fácil.” **Operador de curva norte. Planta Edo. De México.**
- **¿Qué herramientas utilizas?**
“Un tornillo como de 2 pulgadas cuerda fina.” **Operador de línea final. Planta de camiones.**

En general se obtuvieron respuestas de los clientes que tienen que ver con diferentes aspectos del ensamble de una junta como: problemas de identificación de las partes, posicionamiento complicado de las partes y herramientas improvisadas para realizar la instalación.

5.3.2 Obtención del VOC en Servicio.

Para la obtención del VOC de los técnicos automotrices del área de servicio en las agencias automotrices de las marcas de la empresa colaboradora, prácticamente se utilizaron las mismas técnicas y el formato con el cuestionario guía. Quizás una de las principales diferencias para realizar las entrevistas es que antes de acudir a las agencias de servicio se contactó al gerente de la agencia o al gerente de servicio, a quienes se les platicó sobre el objetivo del proyecto y la intención de entrevistar a técnicos de servicio que realicen operaciones relacionadas con juntas del sistema de enfriamiento, como parte de los clientes a tomar en cuenta para el proyecto.

Las agencias de autos a visitar fueron seleccionadas de acuerdo con un *ranking* interno de la empresa colaboradora, en el cual se señalan las de mayores ventas, además se consideró su ubicación con la finalidad de acudir a realizar las entrevistas sin inconvenientes. Así que se visitaron tres agencias automotrices y se realizaron dos entrevistas en cada una, para un total de seis VOC obtenidos de servicio. Cabe destacar que en las tres agencias se entrevistó a los jefes de taller, quienes a su vez son los que cuentan con mayor experiencia en el tema.

A continuación se presentan algunas de las respuestas crudas (*raw data*) que proporcionó un jefe de taller, es decir, tal cual las expresó el cliente:

- **¿Experimentas problemas-dificultades con el diseño actual? Por favor explica.**
“En los conectores de las tomas de agua, hay desprendimientos de las mangueras. También muchas veces tienes que quitar otros componentes para poder cambiar una manguera.”
- **¿Qué se ha hecho para resolver los problemas?**
“Se colocan abrazaderas sinfín para que asienten bien, además de que a veces no nos mandan suficientes en *stock*.”
- **¿Cómo podrías mejorar el diseño actual? ¿Por qué?**
“Evitar desprendimiento de las abrazaderas. En el conector no se tiene bien de donde sujetar la manguera con la abrazadera.” **Jefe de taller. Concesionaria Santa Fe.**

Los ingenieros del equipo de sistema de enfriamiento de motor tienen conocimiento de que las abrazaderas de tornillo sinfín causan graves daños a las mangueras porque debido al contacto de los hilos de la rosca del tornillo con la manguera, esta se comienza a desgarrar, ocasionando fugas. Al escuchar que los técnicos de servicio utilizan abrazaderas sinfín no se intervino en las respuestas del cliente, al contrario, se siguió la corriente y se supo que utilizan este tipo de abrazaderas ya que las pueden “sobre apretar” para evitar fugas a corto plazo, además de que muchas veces no cuentan con las partes originales.

5.3.3 Obtención del VOC en Ingeniería.

Se tomó en cuenta el VOC de Ingeniería para ampliar la información recolectada y tener en cuenta datos y necesidades del lado de los que diseñan y seleccionan las partes a usar en las juntas del sistema de enfriamiento. Por lo anterior, el cuestionario guía se modificó un poco para orientarlo a saber más de aspectos del diseño de las juntas. En el caso del formato del cuestionario, se le agregaron los campos de identificación de “*programa*” y “*parte asociada*”. *Programa* se refiere al modelo de vehículo para el que trabaja el ingeniero y *parte asociada* se refiere a las abrazaderas que maneja.

En la Tabla 5.6 se presenta un ejemplo del formato con los datos de identificación para el cuestionario guía de las entrevistas de Ingeniería.

Puesto: Commodity engineer for hoses & plumbing. Marco	Programa: Camiones, Van	Área: Engine systems	Lugar: Santa Fe
Preguntas para el proyecto "Cooling joints"		Parte asociada: Clic y MUBEA	

TABLA 5.6 Datos de identificación de cuestionario

Se realizaron tres entrevistas de Ingeniería, dos de ellas a ingenieros del área de sistemas de motor en el equipo de *cooling*, ambas entrevistas se realizaron en las oficinas corporativas en México de la empresa colaboradora, lo que facilitó la plática. La tercera entrevista se realizó vía telefónica a un ingeniero de sistema de enfriamiento que se encuentra en las oficinas centrales de la empresa colaboradora en EE.UU.

Abajo se muestran algunas respuestas crudas obtenidas de los clientes de Ingeniería.

- ¿Por qué crees que se usa el diseño actual?**
 “Una que ya viene pegada, que es el de granada, entonces le facilitas la operación al operario. La otra es en instalación final, ellos ponen la abrazadera con la herramienta, pero ellos tienen que asegurarse de la alineación y posición correcta.”
- ¿Has visto algún otro diseño que preferirías sobre el diseño actual? ¿Cuál? ¿Qué programa o familia? ¿Por qué?**
 “En el VF he visto unas VISA Caillau que se instalan con una herramienta neumática que corta una colita de pato cuando se tiene la presión adecuada, son de un solo uso, si se ponen mal, se tiene que cambiar. Al final del apriete tiene un segurito que se bota para saber si hicieron el apriete.” **Commodity engineer for hoses & plumbing. Engine Systems.**

- **¿Por qué crees que se usa el diseño actual?**
 “Los clic E son muy prácticos, de hecho los mismos operarios hacen sus herramientas, agarran unas pinzas de electricistas y las maquinan para ajustar el cierre del *clamp*. Por la tecnología que tiene la planta por eso las utilizamos y algunas otras veces por tradición y el proveedor es lo que propone y nos asegura que va a funcionar y es lo que se utiliza. Otras veces nosotros las proponemos, por ejemplo para la familia MP se tenía otro tipo de *clamp* que se necesitaba herramienta para ajustarlas y fijarlas pero la planta nos estaba pidiendo Clic E, Clic R que es lo que actualmente se trabaja ahí, para no tener mucha complejidad.”
- **¿Cómo validas el tipo de juntas que se usan actualmente en tu programa?**
 “Pruebas de fugas, algunas pruebas de corrosión para validar la integridad del *clamp*, pero básicamente es con la prueba de fugas. En pilotos también se valida el ensamble, desde la posición del *clamp*, el espacio físicamente, por ejemplo hay *issues* (problemas) de que en el CAC (*Charge air cooler*) puse el *clamp* en una posición que yo creía que estaba bien y durante las revisiones me mencionan que tal vez no es la posición correcta, entonces ya se va a validar físicamente hasta el piloto, ahí ya vamos a acordar la posición sobre todo por el acceso durante la instalación del *clamp*.”
Plattform engineer. Engine Systems.
- **Cuando se diseña o se define una junta de enfriamiento, ¿Qué parámetro/requerimiento consideras el más importante?**
 “Hose Id to interference. Clamp sizing. Make sure appropriate size of clamp with the hose usage defined.” **PC. ES Cooling.**

Los ingenieros encargados del Sistema de enfriamiento de motor tienen que considerar diferentes aspectos al momento de diseñar las juntas como: facilidad de operación, alineación de las partes, herramientas utilizadas, espacio para ensamble, dimensiones de las partes, etc. Además de que cada uno de los ensambles debe ser verificado físicamente para que no se presenten problemas en la línea de ensamble, así que si surge algún problema se debe corregir a la brevedad.

5.3.4 Resumen de la obtención del VOC.

Para obtener el VOC se aplicaron dos cuestionarios guía, el “cuestionario 1” enfocado a los operadores de línea de ensamble y técnicos automotrices, y el “cuestionario 2” enfocado a Ingeniería. En número de entrevistas realizadas se muestra en la Tabla 5.7.

Total:

- 24 entrevistas realizadas.
- 8 lugares diferentes.

Con el número de entrevistas realizadas se cumplió el objetivo planeado de más de 20 entrevistas. El tiempo que se le dedicó a la actividad de obtención del VOC fue de 8 semanas. A partir de ese momento se realizó un corte a la actividad de efectuar entrevistas y se trabajó con la información obtenida hasta ese momento.

Una recomendación que se hace para detener el proceso de recolección del VOC es que si se percibe que las respuestas obtenidas se comienzan a asemejar es mejor hacer un el corte hasta ese punto y continuar con las siguientes actividades.

Por lo tanto, una de las razones por las que se decidió realizar un corte a la obtención del VOC fue que en la información que se estaba adquiriendo, en lo general ya se presentaban cosas similares, es decir, ya no se estaban recibiendo respuestas con información relevante.

Después de cada entrevista realizada, toda la información tal cual la expresó el cliente se capturó digitalmente para facilitar el siguiente paso, que es el procesamiento del VOC.

Cuestionario 1		Cuestionario 2	
14 preguntas		10 preguntas	
Entrevistas	Lugar	Lugar	Entrevistas
6	Planta de ensamble en Edo. Méx.	Engine Systems en la empresa colaboradora	2
5	Planta de ensamble de camiones en Coahuila	Cooling en la sede central de la empresa colaboradora en EE.UU.	1
4	Planta de ensamble de camionetas en Coahuila		
2	Agencia de autos al sur de la Ciudad de México		
2	Agencia de autos en Santa Fe		
2	Agencia de autos carretera Mex-Tol		
21	Total		3

TABLA 5.7 Entrevistas para la obtención del VOC

5.4 PROCESAMIENTO DE LA VOZ DEL CLIENTE.

Las necesidades de los clientes se expresan como enunciados escritos y son el resultado de interpretar la necesidad que hay bajo los datos reunidos de los usuarios sin procesar. Cada frase u observación puede traducirse en cualquier número de necesidades del cliente. Griffin y Hauser hallaron que muchos analistas pueden traducir las notas de la misma entrevista en diferentes necesidades, de modo que es conveniente y muy útil que más de un miembro del equipo conduzca el proceso de traducción. A continuación veremos cinco reglas para escribir enunciados de necesidades. Las dos primeras son fundamentales y críticas para una eficiente traducción; las tres restantes aseguran consistencia de frases y estilo en todos los miembros del equipo.

- **Expresa la necesidad en términos de lo que el producto tiene que hacer, no en términos de cómo puede hacerlo.** Es frecuente que los clientes expresen sus preferencias al describir un concepto de solución o un método de implementación; no obstante, el enunciado de necesidad debe expresarse en términos independientes de una solución tecnológica particular.
- **Expresa la necesidad tan específicamente como la información originalmente recopilada.** Las necesidades pueden expresarse en muchos niveles diferentes de detalles. Para evitar pérdida de información, exprese la necesidad al mismo nivel de detalle que la información sin procesar.
- **Utilice enunciados en forma afirmativa, no en forma negativa.** La traducción de una necesidad en una especificación del producto es más fácil si la necesidad se expresa como un enunciado positivo. Esto no es una directriz rígida, porque a veces los enunciados positivos son difíciles y engorrosos.
- **Expresa la necesidad como atributo del producto.** El texto de las necesidades, como enunciado acerca del producto, garantiza consistencia y facilita la subsiguiente traducción en especificaciones del producto. No todas las necesidades se pueden expresar limpiamente como atributos del producto; sin embargo, y en casi todos estos casos, las necesidades se pueden expresar como atributos del usuario del producto.
- **Evite las palabras debe y debería.** Las palabras debe y debería implican un nivel de importancia para la necesidad. En lugar de asignar casualmente una calificación binaria importancia (debe contra debería) a las necesidades en este punto, recomendamos aplazar la evaluación de la importancia de cada necesidad.

(Ulrich y Eppinger, 2013).

Simultáneamente conforme se iba recolectando el VOC, también se iba procesando la información de los clientes en necesidades reales. Se recomienda que la traducción del VOC se realice inmediatamente después de haber obtenido la información cruda, ya que aún se cuenta con la información del contexto de cada una de las respuestas, lo que ayuda a realizar una mejor traducción; a diferencia de que si se deja pasar demasiado tiempo, se corre el riesgo de olvidar información importante.

5.4.1 Traducción de la voz del cliente.

La traducción del VOC en *I want statements* es pasar de la información cruda que expresó el cliente a enunciados que contengan las necesidades reales, es decir, lo que realmente quiere decir el cliente. Esto nos permite filtrar información y quedarnos con sentencias con las que se pueda trabajar más fácilmente para seguir procesando el VOC. Con el fin de mostrar claramente las expresiones crudas de los clientes y sus traducciones en enunciados *I want* (Quiero) comúnmente se utiliza una tabla en la cual en la primera columna se coloca la pregunta realizada, en la segunda se coloca la información cruda del cliente y en la tercera se anotan las traducciones. A continuación en la Tabla 5.8 se muestra un ejemplo de la entrevista al primer operador de línea de ensamble y su interpretación.

	Preguntas	Enunciado del cliente	<i>I want...</i>
1	¿Con qué tipos de juntas trabajas?	Hago la conexión con mangueras y abrazaderas, son 4 abrazaderas las que coloco, hay unas que son de sinfín y otras de presión con las pinzas.	Quiero menos tipos de abrazaderas.
2	¿Por qué crees que el diseño actual se usa?	Porque es bueno, rara vez llega a salir mala una abrazadera de ese tipo, son prácticas y más que nada ahorra uno tiempo, porque es un solo clic cuando colocas la abrazadera y solita se engancha, a la primera entra.	Quiero partes buenas siempre. Quiero abrazaderas fáciles de usar. Quiero ahorrar tiempo. Quiero una abrazadera que pueda colocar en un solo <i>click</i> .
3	¿Te gusta el diseño actual? ¿Por qué?	A lo mejor por el manejo, porque algunas veces vienen unas medio torcidas y es donde a veces uno no se da cuenta que viene un poquito mal y a la hora de meterla ya uno ve que está mal y hay que quitarla y meterla de nuevo	Quiero notar cuando una abrazadera viene con algún defecto o daño.
4	¿Experimentas problemas-dificultades con el diseño actual? Por favor explica.	Ninguno, quizá que surtan el material con el número que trae especificado, porque luego vienen algunas revueltas, de hecho ahorita las están clasificando con unos colores, amarillo y verde, porque las colocamos en dos lados, pero son muy parecidas una es más pequeña, pero ya con el color ya difieres cual es la que le toca a cada uno	Quiero identificar fácilmente los diferentes tamaños de abrazaderas incluso si son del mismo tipo de abrazadera.
5	¿Qué se ha hecho para resolver los problemas?	La diferencia de colores, porque posiblemente algunas si quedaban, pero quedaban muy justas y en algún momento se iba a botar.	Quiero colores para identificar diferentes abrazaderas.
6	¿Has visto algún otro diseño que preferirías sobre el diseño actual? ¿Por qué?	Las que se manejan en algunas partes son las de sinfín pero realmente no es muy buena porque se pierde más tiempo.	Quiero abrazaderas que no sean de sinfín.
7	¿Qué herramientas usas?	Son unas pinzas especiales para hacer esa operación de apriete de la abrazadera, ya vienen especificadas para ese tipo de material.	Quiero herramientas hechas especialmente para las abrazaderas que instalo.

8	¿Qué te gusta de las herramientas? ¿Por qué?	Pues no hay queja, porque ya tengo tiempo trabajando con la herramienta y no hay problema de algún desgaste o que funcionen mal, porque a lo mejor si con más tiempo ya empieza el resorte, lo obvio de cada herramienta, pero en general es bueno el rendimiento.	Quiero herramientas que duren. Quiero una herramienta que funcione. Quiero una herramienta con buen desempeño.
9	¿Tienes problemas con las herramientas actuales? ¿Por qué?	Actualmente ninguno, se trabaja de acuerdo a como lo especifican. Yo he visto que cuando se han equivocado y metemos una que no es, sale muy dañada y no podemos arriesgar a meter ese mismo material, hay que reemplazarla, porque aunque aparentemente esté bien, hay que cambiarla.	Quiero una herramienta que no tenga problemas.
10	¿Cómo podrías mejorar las herramientas actuales? ¿Por qué?	Es difícil porque están bien diseñadas, pero por ejemplo si pudieran poner otro tipo de abrazadera parecida que fuera multifuncional para ambas, no tener que estar usando otras herramientas.	Quiero una herramienta-abrazadera multiusos para dejar de usar diferentes herramientas.
11	¿Qué técnicas empleas para hacer más fáciles las operaciones que realizas? ¿Por qué?	No hay mucho, porque todo el material viene ya ordenado, entonces el que no se utiliza lo quito y pues en el manejo de la herramienta, de vez en cuando aplicarle grasa para que no se haga dura.	Quiero dejar de ponerle grasa a la herramienta.
12	¿Qué parte del proceso que haces consideras lo más importante? ¿Por qué?	A la hora de hacer el apriete y verificar que ya no se pueda salir, hacer bien la marca para después si alguien la llega a mover, se vea que salió bien de mi área de trabajo. Pero en sí todas son importantes porque no podemos permitir fuga en las mangueras o en la colocación de las abrazaderas	Quiero mostrar a todos que mi trabajo se hizo bien. Quiero que mi operación/trabajo sea fácilmente identificado como OK. Quiero que no haya fugas. Quiero abrazaderas instaladas correctamente.
13	¿Cómo podrías mejorar el diseño actual? ¿Por qué?	Pues es difícil porque está muy bien diseñado, la herramienta embona bien en las muescas de la abrazadera y no se zafan y hasta que lo metes en la manguera y lo aprietas, la misma función del apriete hace que entre a un seguro y ya no vuelve a salir. A lo mejor podría ser que viniera pre-instalada en la manguera, pero a lo mejor habría problemas de que se zafó de la manguera.	Quiero una herramienta que se ajuste correctamente al seguro de cierre de la abrazadera. Quiero una herramienta que no se zafe de la abrazadera. Quiero una abrazadera que permanezca en la herramienta hasta que sea instalada sobre la manguera. Quiero abrazaderas ya pre-instaladas sobre las mangueras. Quiero abrazaderas que no se zafen de los ensambles de manguera.

TABLA 5.8 Traducción del VOC en “I want statements”

Al haber recolectado una cantidad importante de información en las entrevistas, se utilizó una tabla como herramienta de apoyo para realizar la traducción del VOC, de la cual se muestra una sección en la Tabla 5.9.

En la primera columna de la tabla se colocan las preguntas realizadas; en la segunda columna se pone el VOC traducido en “Yo quiero...” enunciados (“I want...” statements), es decir, de cada respuesta cruda del cliente y con apoyo de las observaciones, se extraen las necesidades reales que está tratando de expresar el cliente; a continuación estas traducciones se anotan como uno o varios enunciados de lo que realmente *quiere* el cliente. Como se mencionó anteriormente, al expresar las necesidades de esta manera es más fácil identificar y manejar objetivamente la información.

Las columnas de los “I want...” se extienden hacia la derecha de acuerdo al número de entrevistas realizadas. Además como se puede observar no se incluyen las columnas con el *raw data* ya que se fueron anotando los enunciados directamente en la tabla con el fin de evitar tener un archivo saturado de información y facilitar la visualización de los VOC traducidos.

QUESTIONS	Operator 1	Operator 2
What types of joint do you work with?	I want less types of clamps.	I want only one type of clamp.
Why do you think the current design is used?	I want good parts all the time. I want easy-to-use clamps. I want to save time. I want a clamp that can be fixed in one and only click.	I want easy to use clamps. I want a reliable joint. I want no leaks.
Do you like the current design? Why?	I want to notice when a clamp comes with any defect/damage.	I want easy to use clamps. I want one tighten fixing.
Have you experience any problems-difficulties with the current design? Please explain.	I want to easily identify different size clamps even if they are the same type of clamp.	I want a convenient position of clamps. I want easy tighten with pliers.
What has done to solve problems?	I want colors to identify different clamps.	I want joints without issues
Have you seen another design that you would prefer over the current design? Why?	I want non-worm drive clamps.	I want to know another type of clamps.

What tools do you use?	I want tools made especially for the clamps I install.	I want one type of tool made especially for clamps I install.
What do you like about tools? Why?	I want tools that last. I want a tool that works I want a tool with good performance.	I want quick tools. I want easy to use tools.
Do you have any problems with the current tools? Why?	I want a tool that doesn't give troubles.	I want tools without issues.
How might you improve current tools? Why?	I want a multi-use clamp/tool to avoid using different tools.	I want longer tools. I want flex tools.
What techniques do you use to do easier operations?	I want to avoid adding grease to the tool.	I want to take the clamp with pliers quickly
What process part that you do, you consider the most important?	I want to show everyone my work was well done. I want that my operation/job/action be easily identified as OK. I want no leaks I want clamps correctly installed.	I want to ensure hose fitting. I want to show the part number.
How might you improve the current design? Why?	I want a tool that fits correctly over the clamp's closing lock/clip. I want a tool that doesn't warp/moves out of the clamp. I want a clamp that remains in the tool until it is installed over the hose. I want clamps already pre - installed over the hoses. I want clamps that don't fall from the hose assemblies.	I want more clearance to place the hose.

TABLA 5.9 *Tabla de declaraciones “I want...”*

Como resultado se obtuvieron **294** requerimientos traducidos en *I want statements*.

5.4.2 Ejercicio de afinidad de la voz del cliente.

El diagrama de afinidad (también llamado método kJ por su creador japonés Jiro Kawakita) es una herramienta que reúne una gran cantidad de información cualitativa obtenida de una investigación de usuario o actividades de diseño, después la información es organizada dentro de pequeños grupos con base en sus interrelaciones (Figura 5.5). Un diagrama de afinidad debería ser implementado cuando:

- Las ideas están muy dispersas o son numerosas para ser organizadas.
- Se requieren nuevas soluciones y no se desea utilizar las formas tradicionales para resolver un problema.
- El apoyo es esencial para llegar a una solución, así como para una implementación exitosa.

El tipo de datos asociados con un diagrama de afinidad incluye:

- El conjunto de ideas dentro de grupos y subgrupos.
- El número de grupos y subgrupos.
- Los nombres asociados con los grupos y subgrupos.

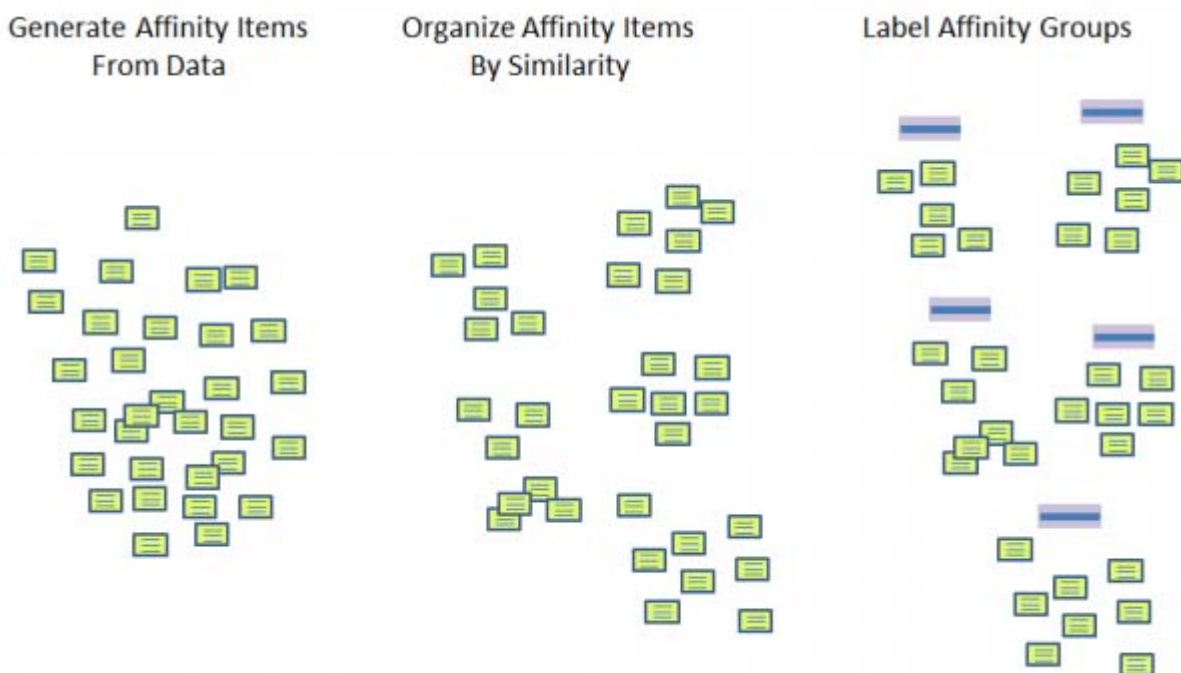


FIGURA 5.5 Diagrama de afinidad. (Wilson, C., 2015)

No se recomienda utilizar este método cuando el problema es simple o se requiere de una solución rápida. El grupo o equipo necesario para alcanzar exitosamente este objetivo debería ser un equipo multidisciplinario que cuente con el conocimiento necesario en distintas áreas del problema. Generalmente un equipo de seis a ocho miembros sería

adecuado para asimilar todas las ideas. De forma general, construir un diagrama de afinidad requiere cuatro pasos simples:

1. Declarar el objetivo.
2. Capturar todas las respuestas.
3. Agrupar las respuestas.
4. Organizar grupos en un diagrama de afinidad.

El primer paso es declarar el objetivo en un enunciado corto y conciso. Es importante que el enunciado sea tan general y vago como sea posible.

El segundo paso es organizar una sesión de lluvia de ideas, en la cual las respuestas para el enunciado son capturadas individualmente en tarjetas. Cada idea o expresión debe ir en una tarjeta por separado, esta información puede ser texto o imágenes. Es útil en ocasiones escribir abajo o en la parte de atrás de las tarjetas un resumen de la discusión, esto con la finalidad de que en un futuro cuando las tarjetas sean revisadas, la sesión pueda ser explicada brevemente.

Después, se deben colocar todas las tarjetas sobre una superficie (pared o mesa) y solicitar a los integrantes del equipo que organicen las tarjetas en grupos de afinidad; poniendo las tarjetas que parezcan estar relacionadas dentro de pequeños grupos. Después, entre todos los participantes se selecciona una tarjeta o palabra, la que mejor describa a cada grupo de afinidad, la cual se convierte en el encabezado de cada uno de estos grupos.

Proceso.

El proceso seguido para elaborar el diagrama de afinidad del proyecto realizado es el que se muestra en la Figura 5.6.

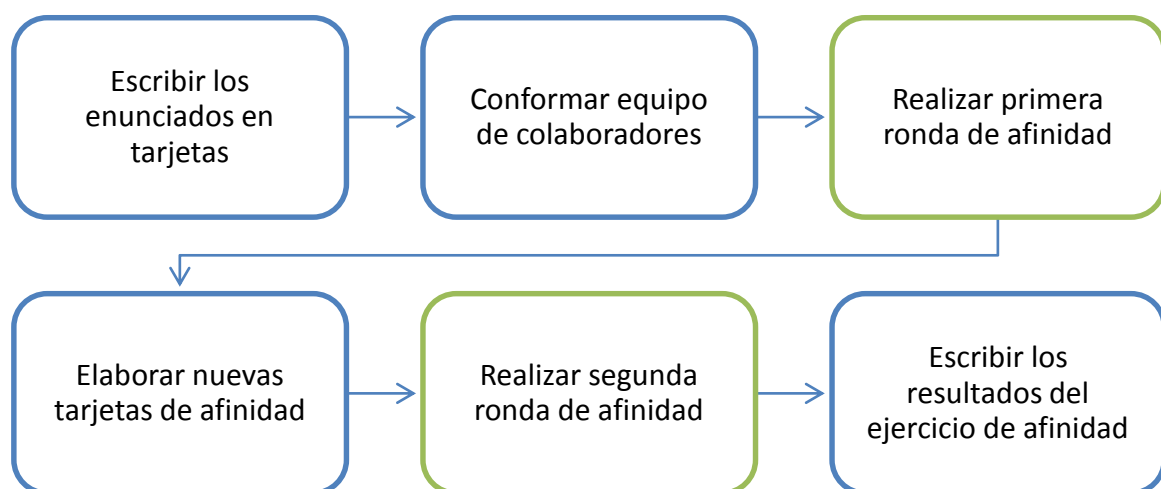


FIGURA 5.6 Proceso del ejercicio de afinidad

Escribir los enunciados en tarjetas.

Los enunciados (*I want statements*) que resultaron de la interpretación de la voz del cliente son los que se utilizaron para iniciar el ejercicio de afinidad. Cada uno de los 294 requerimientos traducidos se colocaron en una tarjeta por separado, es decir, se obtuvieron 294 tarjetas, donde se incluyeron datos como: enunciado, fuente, lugar, información cruda y los titulares del equipo. Todos estos datos ayudan a comprender mejor el contexto del enunciado del requerimiento y poder manejar de mejor forma la tarjeta durante el ejercicio.

Para realizar la captura de la información en las tarjetas se utilizó una herramienta llamada *VOC Card generator* la cual fue proporcionada por el *coach* del proyecto. Se trata de una aplicación desarrollada en Excel en la cual únicamente se introduce la información que incluirán las tarjetas y automáticamente se genera el formato de la tarjeta de afinidad con sus respectivos datos como la que se muestra en la Figura 5.7. Por lo tanto, lo que restó por hacer fue imprimir las tarjetas y recortarlas.

123	0
I want to install the hose without moving the clamp.	
Source:	Operator 4
Location:	STAP
Raw:	Connect the radiator hose, preventing clamp moves.
Team:	Bryan P., Mario A.

FIGURA 5.7 Tarjeta de afinidad

Conformar equipo de colaboradores.

Con todas las tarjetas de afinidad preparadas, se invitaron a participar en la actividad de afinidad a tres ingenieros del área de la empresa colaboradora, a quienes se les explicó el objetivo y el procedimiento de la actividad. A los ingenieros colaboradores se les invitó, ya que cuentan con experiencia en el tema y en otros sistemas de motor. Como resultado, el equipo para realizar la actividad quedó conformado por cinco integrantes: 2 responsables del proyecto y 3 colaboradores.

Se recomienda acordar con los integrantes del equipo una fecha, hora y lugar para realizar la actividad sin contratiempos y en un ambiente relajado, esto con el fin de mantener el enfoque de la actividad y obtener mejores resultados; ya que al ser una actividad que requiere tiempo, se podría llegar a desviar del objetivo.

Realizar primera ronda de afinidad.

La primera ronda de afinidad se realizó en las oficinas de la empresa colaboradora. Básicamente los pasos que se siguieron durante esta etapa fueron:

- **Colocar sobre un escritorio las tarjetas de afinidad.** Sobre el escritorio se colocaron las 294 tarjetas de afinidad con la parte de enfrente hacia arriba sin ningún orden específico como se muestra en la Figura 5.8, esto con el objetivo de que todos los integrantes del equipo pudieran observar todas las tarjetas.

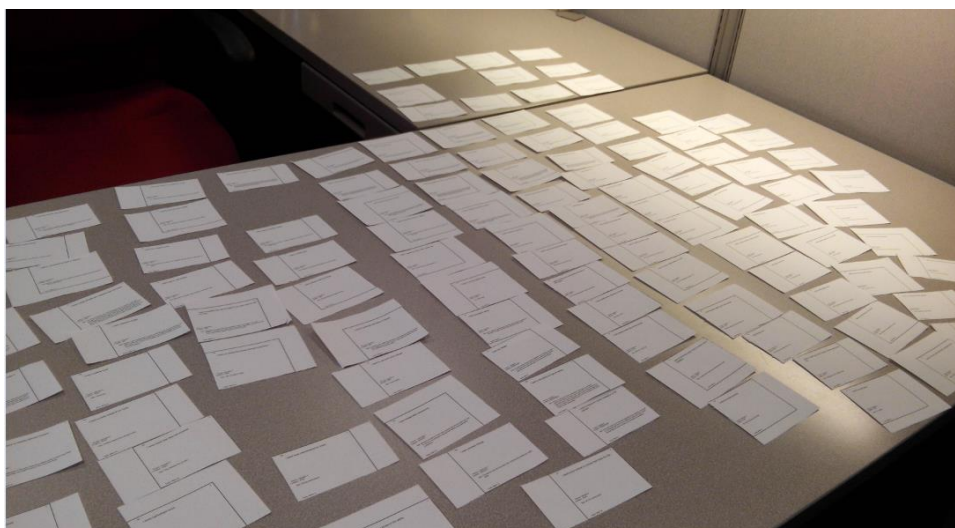


FIGURA 5.8 Colocación de tarjetas de afinidad.

- **Separar en pequeños grupos las tarjetas de afinidad relacionadas.** Los integrantes comenzaron a observar los enunciados de las tarjetas, enseguida cada integrante fue agrupando las tarjetas con algunas otras que consideraron similares. En algunas ocasiones cuando no se tenía claro si una tarjeta podría tener relación con otras, en ese caso todo el equipo lo evaluaba y decidía si podía agruparse con otras o en su defecto crear un nuevo grupo con esa tarjeta. Para tener un mejor control de los grupos que se estaban formando, se designó a un integrante del equipo para organizar los montones de tarjetas, el organizador se encontraba etiquetando preliminarmente los montones de tarjetas formados mientras los demás seguían con la clasificación y con ello todo el equipo tenía conocimiento de los grupos que ya existían e incluir dentro de ellos las tarjetas similares o de lo contrario indicar que se tenía un nuevo grupo.

- **Nombrar los grupos de afinidad formados.** Después de que absolutamente todas las tarjetas fueron clasificadas en grupos de afinidad, se comenzaron a etiquetar cada uno de estos grupos con un enunciado de acuerdo a su contenido (Figura 5.9).

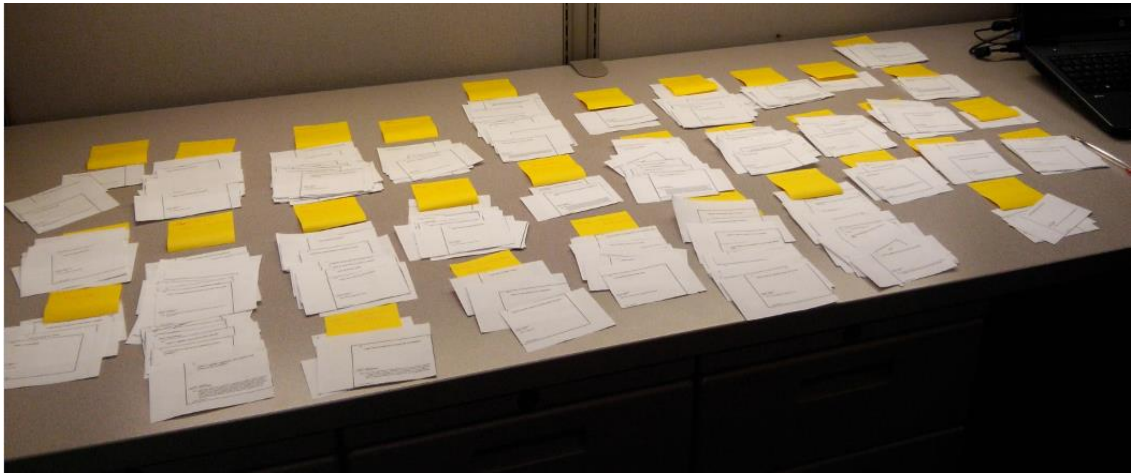


FIGURA 5.9 *Nombramiento de grupos de afinidad*

Como resultado de la primera ronda se obtuvieron 31 grupos de afinidad, los cuales se muestran en la Tabla 5.10.

Elaborar nuevas tarjetas de afinidad.

Con los 31 enunciados de los encabezados de los grupos de afinidad resultantes de la primera ronda de afinidad se decidió realizar una segunda ronda para tener una clasificación más detallada de la información y enfocar el curso del proyecto sobre lo verdaderamente importante. Por lo tanto, nuevamente se elaboraron tarjetas de afinidad, ahora con cada uno de los 31 enunciados, es decir, se elaboraron 31 tarjetas de afinidad.

Realizar segunda ronda de afinidad.

En la segunda ronda de afinidad, prácticamente se realizó el mismo procedimiento que en la primera ronda, con la diferencia de que al ser mucho menor la cantidad de tarjetas de afinidad para agrupar, el equipo de la segunda ronda únicamente quedó conformado por los dos responsables del proyecto.

Como resultado de la segunda ronda de afinidad se obtuvieron 12 grupos de afinidad, en la Figura 5.10 se muestra el agrupamiento final de las 31 tarjetas de afinidad.

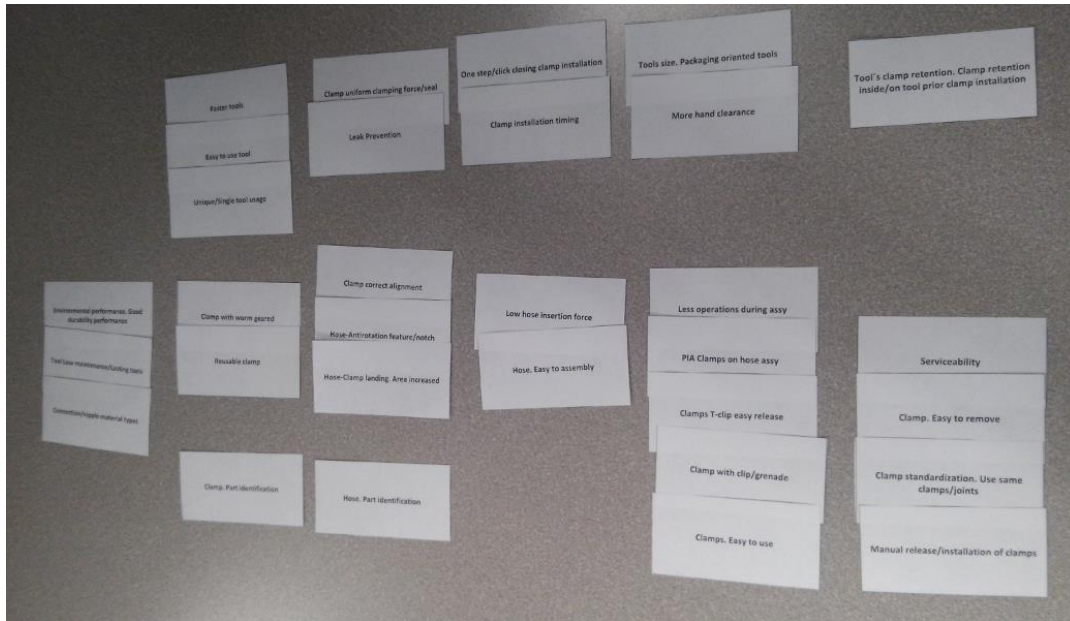


FIGURA 5.10 Grupos de afinidad de la segunda ronda

Escribir los resultados del ejercicio de afinidad.

Después de la segunda ronda de afinidad se colocaron los resultados tanto de la primera como de la segunda ronda en una sola tabla, con el propósito de contar con una clasificación más general de la gran cantidad de información obtenida con los requerimientos de la voz del cliente. En la Tabla 5.10 se muestran los resultados de la primera y segunda ronda de afinidad en los que en realidad cada grupo formado representa un requerimiento.

Resultados.

- Se elaboraron **294** tarjetas de afinidad obtenidas de los requerimientos traducidos del VOC.
- Después de la primera ronda, resultaron **31** grupos de afinidad que se consideraron como los enunciados resultantes del VOC.
- Por último, después de la segunda ronda se obtuvieron **12** grupos que se interpretaron como los puntos más importantes del VOC.

Ronda 2		Ronda 1
1	Desempeño de las herramientas	Herramientas rápidas
2		Herramienta fáciles de usar
3		Herramientas para un solo tipo de uso
4	Efectividad de la junta	Fuerza/Sellado uniforme de la abrazadera
5		Prevención de fugas
6	Rapidez de la instalación	Un solo paso/ <i>click</i> de cierre en la instalación de la abrazadera
7		Tiempo de instalación de la abrazadera
8	Espacio de instalación	Tamaño de las herramientas. Herramientas orientadas a ensamble.
9		Más espacio para introducir la mano
10	Usabilidad	Abrazadera con tornillo sinfín
11		Abrazadera reutilizable
12	Correcta instalación	Alineación correcta de la abrazadera
13		Manguera con anti rotación/muesca
14		Incremento del área sobre la manguera donde asienta la abrazadera
15	Facilidad de ensamble	Menor fuerza para insertar la manguera
16		Manguera fácil de ensamblar
17	Facilidad de operaciones	Menor número de operaciones durante el ensamble
18		Abrazaderas PIA en el ensamble de manguera
19		Abrazaderas de T-clip. Fácil liberación.
20		Abrazaderas con seguro de granada
21		Abrazaderas fáciles de usar
22	Orientado a servicio	Orientado a servicio. Facilidad para desensamble
23		Abrazadera fácil de quitar
24		Estandarización de abrazaderas. Usar mismo tipo de abrazaderas/juntas
25		Liberación manual/instalación manual de abrazaderas
26	Identificación	Manguera. Identificación de la parte
27		Abrazadera. Identificación de la parte
28	Durabilidad	Desempeño en el ambiente. Durabilidad
29		Herramientas de mínimo mantenimiento/Herramientas durables
30		Tipo de material del conector
31	Acoplamiento herramienta-abrazadera	Retención de la abrazadera en/sobre la herramienta antes de su instalación.

TABLA 5.10 Resultados del ejercicio de afinidad

5.4.3 Encuesta de importancia de la voz del cliente.

Después de completar la actividad de afinidad, en proyectos DFSS el equipo desarrollador del proyecto deberá diseñar y ejecutar una encuesta con clientes clave del mercado objetivo con el fin de verificar la importancia relativa de los requerimientos del cliente que han sido identificados. Mientras que el estudio inicial de la importancia relativa de los requerimientos del cliente se ha establecido a través del diagrama de afinidad, la encuesta proporcionará al equipo mejor información de importancia, obtenida directamente de los clientes. Este mecanismo de retroalimentación le asegura al equipo que no haya incluido erróneamente u omitido requerimientos clave durante el ejercicio de afinidad. (Perry y Bacon, 2006)

El objetivo de la encuesta de importancia es determinar cuál es la importancia relativa de los enunciados interpretados del VOC. Los enunciados interpretados del VOC más actualizados y concretos con los que se cuenta, fueron aquellos que resultaron de la actividad de afinidad, por tal motivo, para la encuesta de importancia se tomaron en cuenta los 31 enunciados de la actividad antes mencionada.

Los clientes clave a los que se les aplicó la encuesta, de nueva cuenta fueron de la planta de ensamble, servicio e ingeniería. Por lo anterior, al seleccionar a personas de las mismas áreas de donde se obtuvo el VOC (en algunos casos las mismas personas a las que se había entrevistado anteriormente), se cuenta con una retroalimentación directa e información fidedigna.

Diseño de la encuesta.

El formato de la encuesta consistió en un listado con los 31 enunciados de los requerimientos del cliente, en donde a cada uno el encuestado debe indicar si él lo considera como: Importante, Neutral o NO Importante. Además a cada encuestado se le pidió que seleccionara su Top 10 del listado, siendo 1 el más importante y 10 el menos importante. Con la finalidad de conocer más a detalle, se incluye en la encuesta una columna para comentarios del por qué seleccionaron las sentencias para el Top 10. En resumen, básicamente para contestar la encuesta se deben realizar tres pasos:

1. En todas las sentencias indicar si es: Importante (I), Neutral (U) o NO Importante (N).
2. Seleccionar el Top 10 de los enunciados.
3. Explicar por qué se eligió el Top 10 (opcional).

Ejecución de la encuesta.

Al momento de aplicar la encuesta, a cada encuestado se le explicó brevemente el objetivo de la encuesta y del proyecto en general, con el propósito de ponerlos en contexto. La encuesta fue aplicada a ocho clientes clave en total, cabe destacar que todos cuentan con amplia experiencia en el tema. Enseguida se muestra el número de encuestas realizadas:

- 4 encuestas a operadores de planta de ensamble.
- 2 encuestas a técnicos automotrices de servicio.
- 2 encuestas a ingenieros de sistema de enfriamiento.

A continuación, en la Tabla 5.11 se muestra un ejemplo de la encuesta realizada a un *Team leader* de la planta de ensamble en el Estado de México.

Por favor califique cada enunciado como Importante (I), Neutral (U) o NO Importante (N). Después seleccione el Top 10 y jerarquícelos como 1 (más importante) a 10 (menos importante)			
Enunciado	(I,U,N)	Top 10	¿Por qué eligió este enunciado para el Top 10?
Herramientas rápidas	U		
Herramienta fáciles de usar	I		
Herramientas para un solo tipo de uso	I		
Fuerza/Sellado uniforme de la abrazadera	I	2	Que selle bien la abrazadera
Prevención de fugas	I	1	Prevenir que no fugue con un buen sellado de la abrazadera
Un solo paso/ <i>click</i> de cierre en la instalación de la abrazadera	I		
Tiempo de instalación de la abrazadera	I		
Tamaño de las herramientas. Herramientas orientadas a ensamble.	I		
Más espacio para introducir la mano	I	3	En ocasiones sería bueno para manipular las partes
Abrazadera con tornillo sinfín	N		
Abrazadera reutilizable	U		
Alineación correcta de la abrazadera	I	5	Una vez que esté alineada la manguera, más fácil alinear la abrazadera
Manguera con anti rotación/muesca	I	4	Asegurar que quede alineada la manguera
Incremento del área sobre la manguera donde asienta la abrazadera	I	6	Sería bueno por si se llega a mover la abrazadera
Menor fuerza para insertar la manguera	U		
Manguera fácil de ensamblar	U		
Menor número de operaciones durante el ensamble	U		
Abrazaderas PIA en el ensamble de manguera	I		
Abrazaderas de T-clip. Fácil liberación.	U		
Abrazaderas con seguro de granada	I	10	Es más rápido
Abrazaderas fáciles de usar	U		
Orientado a servicio. Facilidad para desensamble	I	8	Si sería importante
Abrazadera fácil de quitar	I		
Estandarización de abrazaderas. Usar mismo tipo de abrazaderas/juntas	I		
Liberación manual/instalación manual de abrazaderas	I		
Manguera. Identificación de la parte	I	7	Es bueno porque luego hay unas más chicas y otras grandes
Abrazadera. Identificación de la parte	I		
Desempeño en el ambiente. Durabilidad	I		
Herramientas de mínimo mantenimiento/Herramientas durables	I		
Tipo de material del conector	I	9	Sí porque luego con la fuerza del cierre de la abrazadera, se llegan a romper
Retención de la abrazadera en/sobre la herramienta antes de su instalación.	I		

TABLA 5.11 Encuesta de importancia

Análisis de datos.

La parte de análisis de datos resulta muy interesante, ya que es en este punto donde se pueden observar los resultados claramente, en este caso se pueden observar los requerimientos más importantes del VOC de forma más concreta.

Para realizar el análisis, se propuso una forma de evaluación de los datos de las encuestas, la cual consiste en otorgar puntos según las calificaciones disponibles en la encuesta. En consecuencia, las sentencias más importantes serán aquellas que acumulen la mayor cantidad de puntos. En la Tabla 5.12 se presenta la forma de evaluación.

Calificación	Puntos
(I,U,N)	
Importante	3
Neutral	2
NO Importante	1
Top 10	
1	10
2	9
3	8
4	7
5	6
6	5
7	4
8	3
9	2
10	1

TABLA 5.12 Evaluación de datos

Así que a cada uno de los enunciados se le fue evaluado y se le acumularon los puntos obtenidos de todas las encuestas. Al final se realizó una gráfica donde se muestra la puntuación obtenida de cada uno de los 31 requerimientos (Figura 5.11). Cabe destacar que a los enunciados nuevamente se les dio el formato de *I want statements* para manejarlos propiamente como requerimientos del cliente.

Una vez que ya se pueden determinar fácilmente los requerimientos del cliente más importantes, para las siguientes etapas del proyecto se decidió tomar en cuenta únicamente los diez requerimientos más importantes. Se tomó esta decisión ya que de esta forma se agiliza el manejo de información y datos, además de que ayuda a enfocar el curso del proyecto únicamente en lo más relevante.

Los 10 requerimientos más importantes se muestran en la Tabla 5.13.

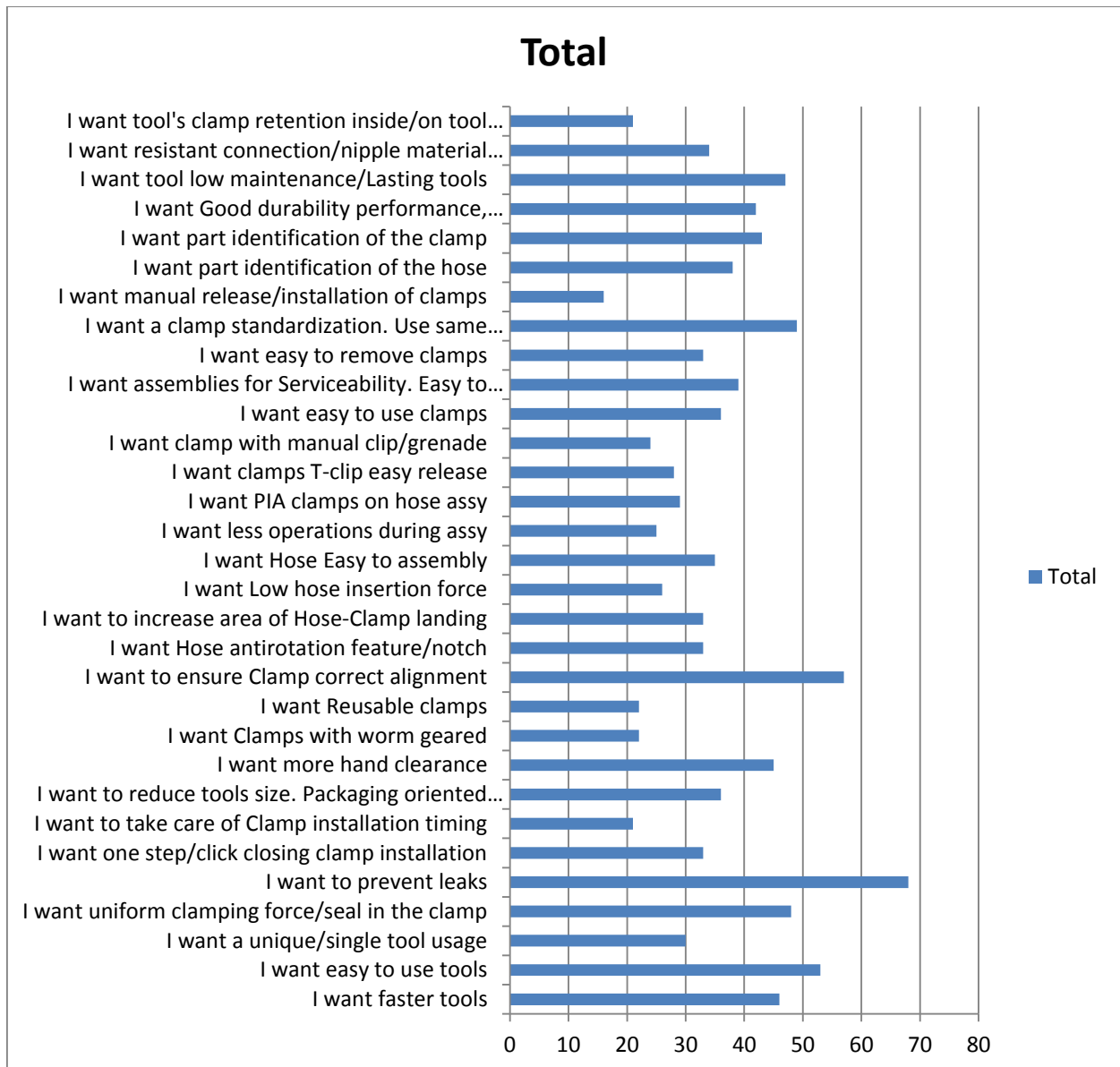


FIGURA 5.11 Gráfica de evaluación de los requerimientos del cliente.

Importancia	Requerimientos del cliente
1	Quiero prevención de fugas
2	Quiero asegurar la alineación correcta de la abrazadera
3	Quiero herramientas fáciles de usar
4	Quiero una estandarización de las abrazaderas. Usar el mismo tipo de abrazaderas/juntas
5	Quiero fuerza/sellado uniforme de la abrazadera
6	Quiero herramientas de mínimo mantenimiento/herramientas durables
7	Quiero herramientas rápidas
8	Quiero más espacio para introducir la mano
9	Quiero identificación de la parte (abrazadera)
10	Quiero buen desempeño de durabilidad. Desempeño en el ambiente

TABLA 5.13 Requerimientos del cliente de mayor importancia

5.5 MATRIZ DE CORRELACIÓN DE LA CASA DE LA CALIDAD DE QFD.

La herramienta de planeación primaria usada en QFD es la casa de la calidad. La casa de la calidad traduce la voz del cliente en requerimientos o características de diseño que cumplen valores objetivo específicos, estos coinciden con el “cómo” una organización va a satisfacer los requerimientos del cliente. Al final de la primera casa de la calidad se obtiene una clasificación por orden de importancia de las características técnicas, es decir de los requerimientos de diseño más importantes que debe satisfacer el producto o servicio.

La estructura de QFD puede ser pensada como el marco de una casa, como se muestra en la Figura 5.12.

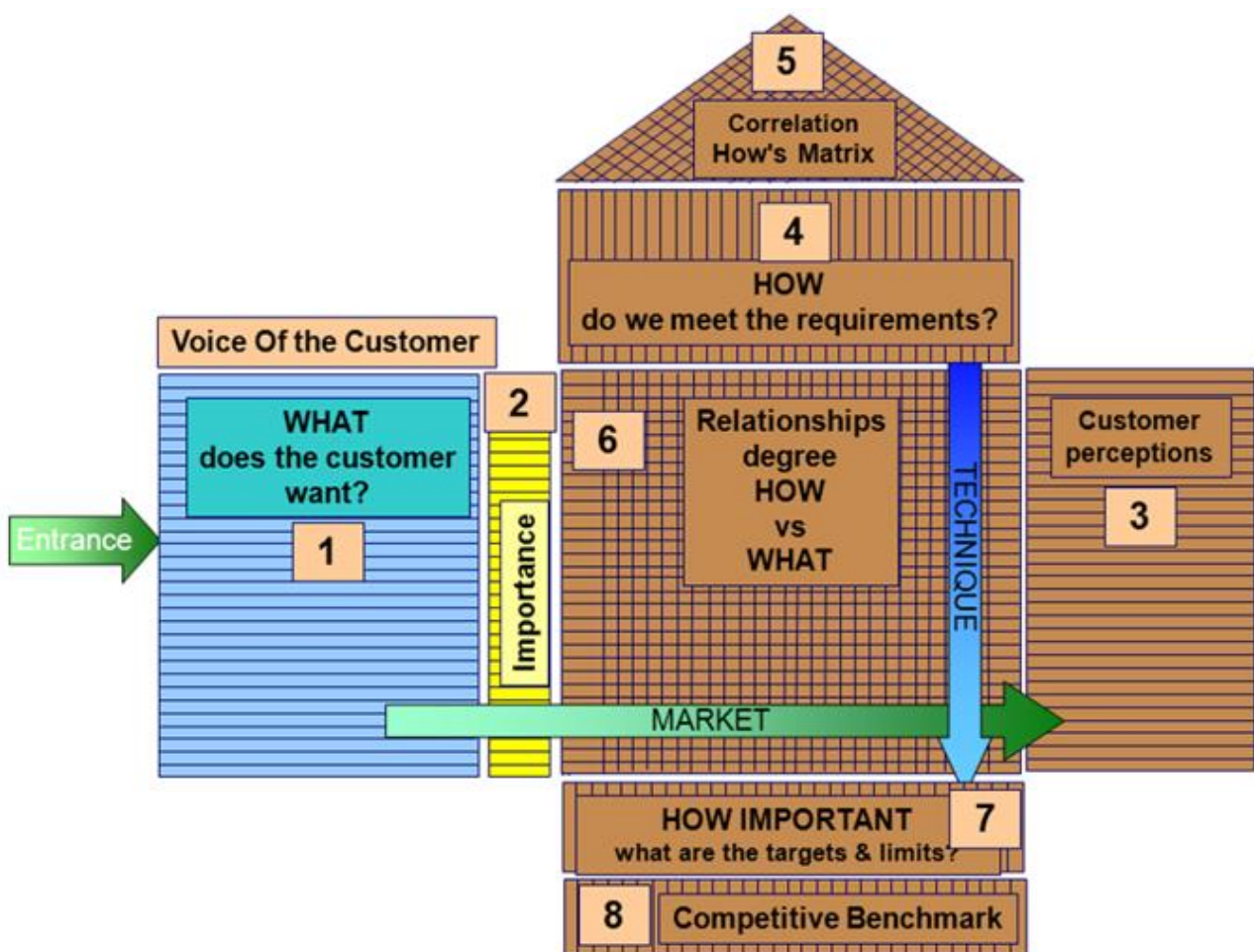


FIGURA 5.12 Casa de la calidad. (Empresa colaboradora, 2015)

Las partes de la casa de la calidad se describen a continuación:

1. Las paredes exteriores de la casa son los requerimientos del cliente. Sobre el lado izquierdo se encuentran enlistados los requerimientos de la voz del cliente (los “Qué”), o en su caso, lo que los clientes esperan del producto.

2. En la pared derecha interior se encuentra la importancia relativa de los requerimientos.
3. Sobre el lado derecho están los requerimientos del cliente priorizados o las percepciones del cliente.
4. El techo o segundo piso de la casa contiene las características técnicas (los “Cómo”). Las especificaciones del producto son dadas a través de características de ingeniería, restricciones de diseño y parámetros.
5. El tejado de la casa es la correlación entre las propias características técnicas. Se identifican las ventajas y desventajas entre características similares y/o conflictivas.
6. En la parte interior de la casa se encuentran las correlaciones entre los requerimientos del cliente y las características técnicas. Básicamente las expectativas del cliente (requerimientos del cliente) son traducidas en características de ingeniería.
7. En la base de la casa se encuentra la priorización de las características técnicas.

Esta es la estructura básica de la casa de la calidad, a partir de esta existen numerosas versiones con diferentes secciones que le agregan dependiendo del tipo de proyecto que se desarrolle. Una vez que se entiende este formato, otras matrices de QFD son comprendidas claramente.

Construcción de la casa de la calidad.

El orden de construcción o de llenado de la casa de la calidad coincide con la numeración de las partes de la casa presentada anteriormente. Para este proyecto no se consideraron las percepciones del cliente (3), ya que a los clientes clave no se les solicitó una evaluación con respecto a competidores. Para construir la casa se utilizó una plantilla de la casa de la calidad de libre acceso que fue obtenida de *QFD Online* y que está desarrollada en Excel, por lo que únicamente se tiene que alimentar la plantilla con la información requerida. A continuación se explican los pasos realizados para construir la casa.

Paso 1 y 2.

Como se vio anteriormente, los datos de entrada para iniciar la casa de la calidad, son los requerimientos del cliente, así que el primer paso es enlistar los requerimientos de la voz del cliente. El segundo paso es colocar la importancia relativa de los requerimientos enlistados en el paso 1. Como se puede observar, tanto el primer paso como el segundo paso ya se

tenían completos como resultado de la encuesta de importancia de la voz del cliente. Por tal motivo, prácticamente lo que se hizo fue colocar íntegramente dentro de la casa de la calidad la Tabla 5.13 de los requerimientos de cliente con su importancia. En la parte del peso o importancia, a mayor importancia, mayor peso, es decir, el número uno de importancia es el que tiene mayor peso relativo.

Paso 4.

En este paso se establecen las características técnicas que se deben cumplir para satisfacer los requerimientos del cliente, es decir, pasar de los “*Qué*” a los “*Cómo*”.

Debido a la naturaleza imprecisa del proceso de traducción, quienes establecen las especificaciones deben haber intervenido directamente en la identificación de las necesidades del cliente. De esta manera, el equipo puede apoyar su comprensión del significado de cada enunciado de necesidad en las interacciones directas con los clientes. (Ulrich y Eppinger, 2013)

Para determinar las características técnicas o métricas, se recomienda realizar los siguientes dos puntos cuantas veces sea necesario:

1. Seleccionar un enunciado de requerimientos del VOC por separado.
2. Determinar una o varias métricas, es decir, considerar qué características precisas y medibles del producto reflejarán el grado en que el producto satisface ese requerimiento. A continuación se presentan algunas directrices que deben considerarse al construir la lista de métricas:
 - **La métrica debe ser completa.** Una o varias métricas pueden ser necesarias para reflejar por completo una sola necesidad del cliente.
 - **Las métricas deben ser variables dependientes, no independientes.** Las especificaciones (características técnicas) indican “*lo que*” el producto debe hacer, pero no “*cómo*” se cumplirán las especificaciones. Mediante el uso de variables dependientes para las especificaciones, los diseñadores quedan en libertad de alcanzar las especificaciones usando el mejor método posible.
 - **Las métricas deben ser prácticas.** Se recomienda que las métricas puedan ser evaluadas de una manera fácil por el equipo.
 - **Algunas necesidades no se pueden traducir fácilmente en métricas cuantificables.** En estos casos el equipo simplemente repite la declaración de necesidad como una especificación y la métrica será evaluada por un panel de clientes.

Por lo tanto, siguiendo los puntos anteriores se elaboró el listado de especificaciones, que fue colocado en el techo de la casa de la calidad. Además, en la parte superior de cada métrica se indicó con una flecha si el objetivo es minimizar o maximizar esa métrica. En la Tabla 5.14 se presenta un ejemplo de la determinación de métricas para un requerimiento en específico.

Número de Requerimiento	Peso/Importancia	Requerimiento del cliente	Métrica
5	6	Quiero fuerza/sellado uniforme de la abrazadera	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuerza de sujeción (<i>clamping force</i>). ▪ Porcentaje de la circunferencia con fuerza uniforme.

TABLA 5.14 Ejemplo de métricas para un requerimiento.

Dependiendo del tipo de abrazadera, estas generalmente no tienen la misma fuerza de “apriete” en toda la circunferencia de la manguera, en unos puntos es mayor que en otros, por lo que se pudieran llegar a presentar fugas en los puntos donde no se tiene buen apriete.

Paso 5.

En el paso 5 se debe indicar si las especificaciones tienen alguna correlación con las otras. Se coloca un símbolo en la casilla de intersección dependiendo de la correlación que se presente como: fuerte correlación positiva, correlación positiva, correlación negativa, fuerte correlación negativa o ninguna. En la Figura 5.13 se muestran los símbolos de correlación de las métricas.

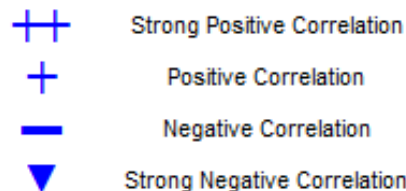


FIGURA 5.13 Símbolos de correlación de métricas.

Paso 6.

En esta parte se determina la correlación entre los requerimientos y las métricas. De igual manera se debe colocar un símbolo en la casilla de intersección si es que hay alguna correlación, los símbolos pueden indicar lo siguiente: fuerte relación, moderada relación, pobre relación o ninguna. Además dependiendo del tipo de relación, estas representan un valor que puede ser: 0, 1, 3 o 9. En la Figura 5.14 se muestran los símbolos de correlación entre requerimientos y métricas.

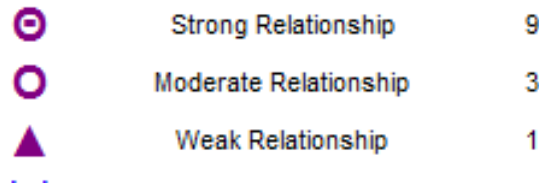


FIGURA 5.14 Símbolos de correlación entre requerimientos y métricas.

Paso 7.

Dependiendo de todas las correlaciones y datos indicados en los pasos anteriores, se priorizan las métricas. El resultado de la priorización de las métricas se muestra en la parte de la base de la casa de la calidad, en donde también se indica y se toma en cuenta el nivel de complejidad para lograr el objetivo de cada una de las métricas.

Resultados.

La casa de la calidad del proyecto se construyó como se muestra en la Figura 5.15.

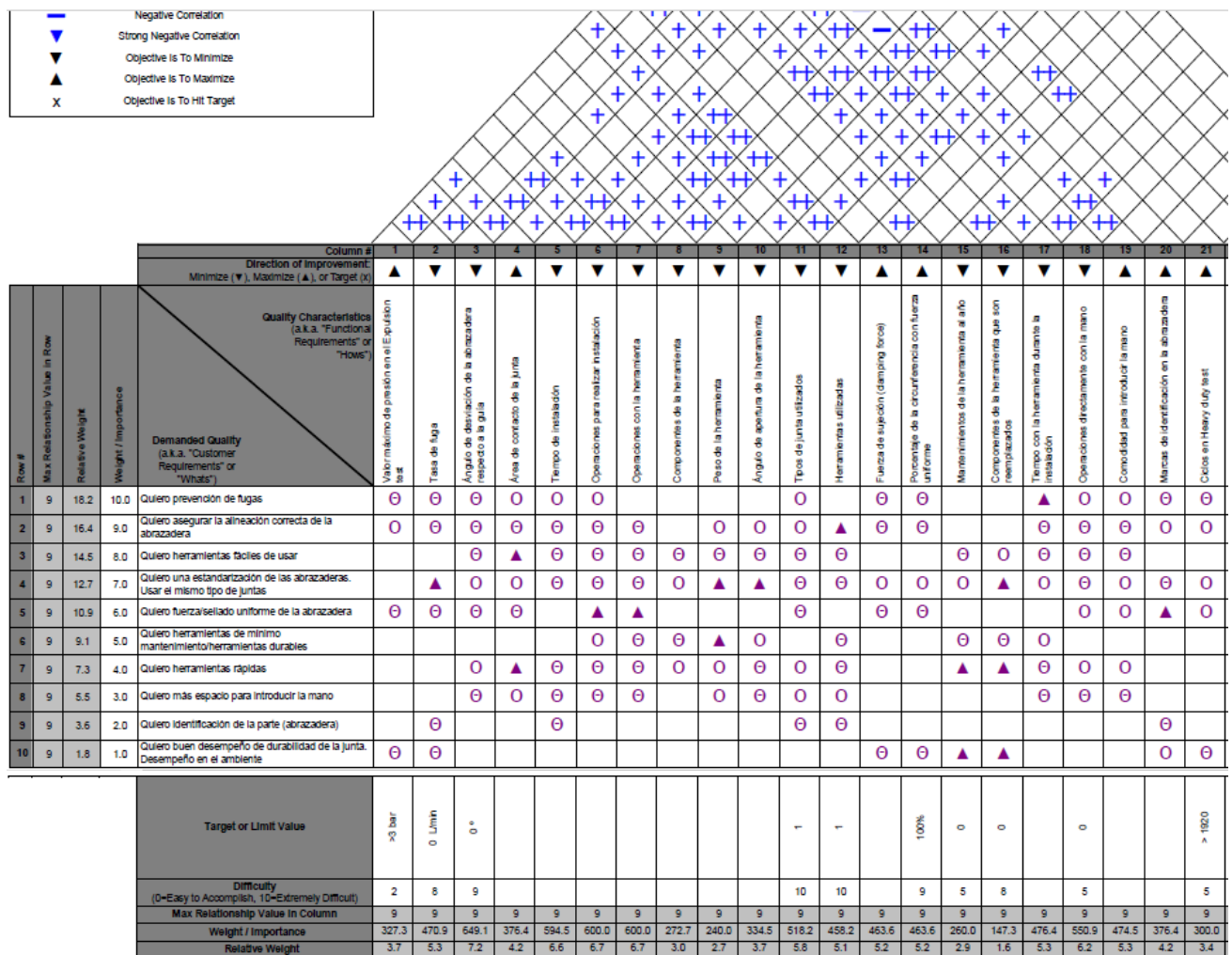


FIGURA 5.15 Casa de la calidad del proyecto.

Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)																					
					▲	▼	▼	▲	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▲	▲	▼	▼	▼	▼	▲	▲	▲		
				Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "How's")	Valor máximo de presión en el Expulsion test	Tasa de fuga	Ángulo de desviación de la abrazadera respecto a la guía	Área de contacto de la junta	Tiempo de instalación	Operaciones para realizar instalación	Operaciones con la herramienta	Componentes de la herramienta	Peso de la herramienta	Ángulo de apertura de la herramienta	Tipos de junta utilizados	Herramientas utilizadas	Fuerza de sujeción (clamping force)	Porcentaje de la circunferencia con fuerza uniforme	Mantenimientos de la herramienta al año	Componentes de la herramienta que son reemplazados	Tiempo con la herramienta durante la instalación	Operaciones directamente con la mano	Comodidad para introducir la mano	Marcas de identificación en la abrazadera	Ciclos en Heavy duty test	
1	9	18.2	10.0	Quiero prevención de fugas	○	○	○	○	○	○					○		○	○			▲	○	○	○	○	
2	9	16.4	9.0	Quiero asegurar la alineación correcta de la abrazadera	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	▲	○	○			○	○	○	○	○	○
3	9	14.5	8.0	Quiero herramientas fáciles de usar			○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○			
4	9	12.7	7.0	Quiero una estandarización de las abrazaderas. Usar el mismo tipo de juntas		▲	○	○	○	○	○	○	▲	▲	○	○	○	○	○	○	▲	○	○	○	○	○
5	9	10.9	6.0	Quiero fuerza/sellado uniforme de la abrazadera	○	○	○	○		▲	▲				○		○	○				○	○	▲	○	
6	9	9.1	5.0	Quiero herramientas de mínimo mantenimiento/herramientas durables						○	○	○	▲	○		○			○	○	○					
7	9	7.3	4.0	Quiero herramientas rápidas			○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○			▲	▲	○	○	○			
8	9	5.5	3.0	Quiero más espacio para introducir la mano			○	○	○	○	○		○	○	○	○					○	○	○			
9	9	3.6	2.0	Quiero identificación de la parte (abrazadera)		○			○						○	○								○		
10	9	1.8	1.0	Quiero buen desempeño de durabilidad de la junta. Desempeño en el ambiente	○	○											○	○	▲	▲				○	○	

FIGURA 5.16 Matriz de correlación entre requerimientos y métricas.

En la Figura 5.16 se muestra la matriz de correlación entre requerimientos y métricas. Al final fueron 21 métricas que se determinaron y enlistaron dentro de la casa de la calidad, en otras palabras, los 10 requerimientos de la voz del cliente fueron traducidos en 21 características técnicas o métricas.

Target or Limit Value	>3 bar	0 L/min	0 °								1	1		100%	0	0		0			> 1920
Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)	2	8	9								10	10		9	5	8		5			5
Max Relationship Value in Column	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Weight / Importance	327.3	470.9	649.1	376.4	594.5	600.0	600.0	272.7	240.0	334.5	518.2	458.2	463.6	463.6	260.0	147.3	476.4	550.9	474.5	376.4	300.0
Relative Weight	3.7	5.3	7.2	4.2	6.6	6.7	6.7	3.0	2.7	3.7	5.8	5.1	5.2	5.2	2.9	1.6	5.3	6.2	5.3	4.2	3.4

FIGURA 5.17 Priorización de métricas.

El resultado como tal de la casa de la calidad es la priorización de las métricas. Esta priorización es mostrada en la parte de la base de la casa, en la Figura 5.17 se puede ver más a detalle esta parte. A continuación, en la Tabla 5.15 se muestran las métricas más importantes con su respectivo peso relativo. Lo que se está indicando es a las características técnicas sobre las cuales el equipo de desarrollo del proyecto se debe enfocar para satisfacer en mayor medida los requerimientos de los clientes.

Top 10	Métrica	Peso relativo
1	Ángulo de desviación de la abrazadera respecto a la guía	7.2
2	Operaciones para realizar la instalación	6.7
2	Operaciones realizadas con la herramienta	6.7
4	Tiempo de instalación	6.6
5	Operaciones directamente con la mano	6.2
6	Tipos de juntas utilizados	5.8
7	Tasa de fuga	5.3
7	Tiempo con la herramienta durante la instalación	5.3
7	Comodidad para introducir la mano	5.3
10	Fuerza de sujeción (<i>clamping force</i>)	5.2
10	Porcentaje de la circunferencia con fuerza uniforme	5.2

TABLA 5.15 Métricas de mayor importancia

CAPÍTULO 6.

CONCLUSIONES.

De acuerdo con la información presentada en los capítulos anteriores de este trabajo es importante resaltar las actividades realizadas, ya que tanto en lo individual como en conjunto estas permitieron desarrollar un estudio bastante elaborado con información relevante en cuanto a juntas del sistema de enfriamiento.

Se efectuó una profunda investigación del estado del arte en las juntas del sistema de enfriamiento, para la cual se consultaron una gran cantidad de documentos como: estándares de ingeniería, estándares de pruebas, catálogos de partes, hojas de especificaciones de diferentes tecnologías, patentes, etc. Dando como resultado la identificación de los aspectos más importantes en una junta de sistema de enfriamiento.

Uno de los principales objetivos o aportes que se planteó al momento de definir el proyecto fue la elaboración de un catálogo con diferentes tecnologías de juntas de sistema de enfriamiento. En consecuencia, el catálogo (con 37 tecnologías diferentes) fue realizado como una aplicación virtual para la computadora, con el fin de que sirviera como una herramienta útil y práctica para los ingenieros de sistemas de motor ya que cuenta información relevante de una junta de sistema de enfriamiento, como se puede ver el capítulo 4. Cabe destacar que una vez que la versión de prueba del catálogo se les fue presentada a los ingenieros de sistemas de motor, quedaron muy atraídos por la herramienta e inmediatamente comenzaron a utilizarla para sus trabajos, a pesar de que algunos datos de parámetros del catálogo no fueron incluidos debido a que estos serían obtenidos a partir de pruebas en un trabajo a futuro fuera de los alcances del presente estudio.

Como actividades para complementar y enriquecer el proyecto, se realizaron visitas a proveedores donde se observaron los procesos de manufactura y ensamble de componentes importantes de las juntas de sistema de enfriamiento. También se revisaron las pruebas de calidad que se aplican a las partes. Adicionalmente y como parte de prácticas de mejora continua dentro de las compañías líderes, se realizaron algunas actividades de *benchmarking* en donde se tuvo como resultado un posible nuevo proveedor de abrazaderas metálicas (*Oetiker*) en adición de las ya existentes *Mubea* y *Caillau*.

La segunda fase del estudio y como parte importante de cualquier proyecto DFSS, consistió en capturar la voz del cliente, procesarla e interpretarla en requerimientos de diseño e ingeniería para que este estudio sirva de apoyo a los ingenieros de producto que trabajan con juntas de sistema de enfriamiento de motor o con cualquier otro sistema que incluya juntas similares. Por lo tanto, para alcanzar el objetivo se emplearon diversas estrategias y herramientas, entre las que destacan, por ejemplo: entrevistas, diagrama de afinidad y casa de la calidad de QFD.

Para la planeación del VOC se utilizó una tabla en donde se indicaron los aspectos más fundamentales para completar exitosamente la recolección de la voz del cliente, algunos de los aspectos fueron: determinación de clientes, método de recolección, lugares y objetivos, entre otros. Por lo anterior, se utilizaron directrices de diversas fuentes para obtener un mejor VOC (cuestionarios, corridas de prueba, clientes).

La recolección del VOC fue una parte medular del proyecto, ya que fue una actividad en la que se realizaron 24 entrevistas en 8 lugares diferentes a clientes como: operadores de línea de ensamble en las distintas plantas de ensamble de la empresa colaboradora, técnicos automotrices del área de servicio de diferentes concesionarias de las marcas de la empresa y por último ingenieros de sistema de enfriamiento de la empresa colaboradora tanto en México como en EE.UU.

En el procesamiento de la voz del cliente es importante resaltar que tal vez es donde se utilizaron mayor cantidad de herramientas de diseño y desarrollo de productos como: matriz de traducción del VOC, actividad de afinidad, encuesta de importancia y casa de la calidad.

Se realizó la interpretación del VOC en *I want statements* dando como resultado 294 requerimientos traducidos del VOC. Posteriormente se efectuó el ejercicio de afinidad, del cual se obtuvieron 31 requerimientos del cliente en la primera ronda y 12 grupos de afinidad en la segunda ronda.

La encuesta de importancia fue aplicada a los clientes clave, por lo que nuevamente se visitaron las plantas de ensamble, servicio e ingeniería. Para la encuesta de importancia se tomaron en cuenta los 31 requerimientos del ejercicio de afinidad. Como resultado del análisis de la encuesta se obtuvieron los 10 requerimientos del cliente más importantes. Cabe resaltar que dentro del Top 10 de requerimientos del VOC, tomaron relevancia aspectos de las herramientas como rapidez, facilidad y duración; cosa que llamó la atención ya que las herramientas no son propiamente parte de una junta, sin embargo juegan un papel importante en la ejecución de los ensambles y desensambles.

Por último, para construir la casa de la calidad de QFD se ingresó con los requerimientos del VOC más importantes, los cuales fueron interpretados como 21 métricas o características de ingeniería. Por lo tanto, como resultado de la priorización de métricas que otorga la casa de la calidad se pudieron obtener las 11 características de ingeniería más importantes a tomar en cuenta por los ingenieros de producto del sistema de enfriamiento para mejorar en diversos aspectos las juntas del sistema de enfriamiento de motor.

En general se cumplieron los objetivos del estudio, ya que se realizó la identificación y clasificación de distintas tecnologías en juntas de sistema de enfriamiento, tanto con las utilizadas por la empresa colaboradora, como con las de otros proveedores. Por otro lado se obtuvieron los requerimientos del cliente y las características de ingeniería más importantes para mejorar las juntas del sistema de enfriamiento, por lo que estos resultados pueden servir como punto de partida para establecer nuevos criterios de selección de estas partes.

REFERENCIAS

- Romero, C. & Carranza, Y. (2007). *Elementos de diseño de sistemas de enfriamiento de motores de combustión interna*. Scientia et Technica Año XIII. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701, No 34, 6.
- Tapia Ramírez, G. (2010). *Determinación de causas de la degradación de un módulo del sistema de enfriamiento de un motor de combustión interna*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rodríguez, M. (2011). *Automatización del sistema de refrigeración de agua para una celda de pruebas de motores de combustión interna*. Tesina de especialización. Instituto Politécnico Nacional.
- Díaz, A., & Hernández, M. (2011). *Banco de pruebas automatizado para uso en modelación y control de un motor de combustión interna*. Ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2011).
- Cruz Báez, H. J. (2013). *Evaluación de las distintas alternativas para los sistemas de enfriamiento de reactores nucleares generación iii en el sitio de Laguna Verde*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Thomas, M. & Singh, N. (2006). *Complexity reduction in product design and development using Design for Six Sigma*. Int. J. Product Development, 3, 319-336.
- Koch, M. (2014, mayo 20). *Torsion-proof hose connection*. US Patent 8,727,386. Google Patents. Recuperado de: <https://www.google.com/patents/US8727386>.
- Sorbi, M. (2014, enero 16). *Connector for flexible hoses*. US Patent App. 14/006,144. Google Patents. Recuperado de: <https://www.google.com/patents/US20140015247>.
- Ulrich, K. & Eppinger, S. (2013). *Diseño y desarrollo de productos*. (5ª ed.) México: McGraw Hill.
- Empresa colaboradora (2014 b). *Installation dimensión of coolant hoses and fittings, Design directives*. CS.00034.
- Empresa colaboradora (2014 a). *Coolant Hoses and Plumbing Assemblies*. PF.9.0080.
- iSixSigma (2015). *Design For Six Sigma (DFSS) Versus DMAIC*. Recuperado de: <http://www.isixsigma.com/>
- iSixSigma (2016). *Voice of the customer*. Recuperado de: <http://www.isixsigma.com/>

OPM.GOV (2015). *Performance Management, Performance management cycle*. Recuperado de: <https://www.opm.gov/>

Herrera, F. (2015). *Ciencia de los polímeros*. Universidad Anáhuac. Recuperado de: <http://educommons.anahuac.mx:8080/>

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (2015). *El vulcanizado*. Recuperado de: <http://www.eis.uva.es/>

Gates, a Tomkins Company (2009). *Master Mangueras industriales*. 1-2. Recuperado de: <http://www.gates.com.mx/>

Cge.es (2016). *Benchmarking*. Recuperado el 15 de Enero de 2016 de: <http://www.cge.es/>

Cooper Standard (2016). *Fluid Transfer Products, Heater/Coolant Hoses*. Recuperado de: <http://www.cooperstandard.com/>

Definición ABC (2016). *Definición de catálogo*. Recuperado de: <http://www.definicionabc.com/>

Microsoft (2016 a). *Introducción a formularios, controles de formulario y controles ActiveX en una hoja de cálculo*. Recuperado de: <https://support.office.com/>

Microsoft (2016 b). *Función SI*. Recuperado de: <https://support.office.com/>

CCM (2016). *Introducción - Bases de datos*. Recuperado de: <http://es.ccm.net/>

Gaskin, S., Griffin, A., Houser, J., et al (2009). *The Voice of the Customer*. WIEM05-020. Recuperado de: <http://www.mit.edu/>

Besterfield, D., Besterfield-Michna, C., et al (2012). *Total Quality Management*. (3ª ed). Recuperado de: <https://books.google.com.mx/>

Mitsubishi motors (2016). *Engine Cooling System*. Recuperado de: <http://www.mitsubishi-motors.com/>

Wilson, C. (2015). *Method 22 of 100: Affinity Diagramming*. Recuperado de: <http://dux.typepad.com/>

Perry, R., & Bacon, D. (2006). *Commercializing Great Products with Design for Six Sigma*. Recuperado de: <https://books.google.com.mx/>

QFD Online (2007). *QFD and House of Quality Templates*. Recuperado de: <http://www.qfdonline.com/>

Mubea (2014). *Original Mubea Products, Spring Band Clamps*. Recuperado de: <http://www.original-mubea.com/>

Norma group (2014). *Cooling System, Less weight for a lighter future*. Catálogo. Recuperado de: <http://www.normagroup.com/>

Ideal Tridon (2013). *Product Catalog*. Catálogo. Recuperado de: <http://www.idealtridon.com/>

Oetiker (2013). *Product guide, Connecting solutions and assembly tools*. Catálogo. Recuperado de: <http://www.oetiker.com/>

Groupe Caillau (2013). *Clic and Clic R clamps*. Catálogo. Recuperado de: <http://www.caillau.com/>

Groupe Caillau (2013). *Clic E*. Catálogo. Recuperado de: <http://www.caillau.com/>

Groupe Caillau (2013). *Visa, Visa E*. Catálogo. Recuperado de: <http://www.caillau.com/>

Groupe Caillau (2013). *Worm-drive hose clamps*. Catálogo. Recuperado de: <http://www.caillau.com/>