



SUBSECRETARIA DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



## **INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

### **Nombre del proyecto:**

REDISEÑO DE PIEZAS PARA LA REDUCCIÓN DE FUGA DE  
ESPUMA AISLANTE EN EL SISTEMA DE  
REFRIGERACIÓN EN EL ÁREA DE GABINETES.

### **Empresa:**

Samsung Electronics México, S.A. de C.V.

### **Carrera:**

INGENIERÍA MECÁNICA

### **Presenta:**

DIEGO MAURICIO LÓPEZ CABRERA

### **Asesor interno:**

DR. IGNACIO ARRIOJA CARDENAS

### **Asesor externo:**

ING. TOMAS ALBERTO GONZALEZ PAREDES

### **Periodo de realización:**

AGOSTO – DICIEMBRE DEL 2018

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	2
3. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y ÁREA DE TRABAJO .....	4
4. JUSTIFICACIÓN .....	6
5. OBJETIVOS .....	7
6. PROBLEMA A RESOLVER.....	8
7. ALCANCES Y LIMITACIONES .....	9
8. FUNDAMENTO TEORICO .....	10
8.1 ¿QUE ES UN REFRIGERADOR? .....	10
8.2 OBJETIVO DE UN REFRIGERADOR .....	11
8.3 MODELOS DE REFRIGERADOR EN LA PLANTA SAMSUNG DIGITAL APPLIANCES MÉXICO.....	12
8.4 LINEA DE PRODUCCIÓN.....	14
8.5 PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS DE UN REFRIGERADOR.....	16
8.6 EL DISEÑO .....	19
8.7 HERRAMIENTAS DEL DISEÑO.....	21
8.8 DISEÑO PARA ENSAMBLES .....	22
9. PROCEDIMIENTO Y ACTIVIDADES REALIZADAS.....	24
9.1. CAPACITACIÓN POR PARTE DE RECURSOS HUMANOS E INTRODUCCIÓN AL DEPARTAMENTO .....	24
9.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO Y OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN .....	27
9.3 PREVIO ANÁLISIS DE FACTORES QUE OCASIONAN LA INTERFERENCIA Y FUGA.....	30
9.4 REDISEÑO Y ELIMINACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE FUGA. ....	32
9.5 PRUEBAS Y SIMULACIONES DE LAS PIEZAS REDISEÑADAS.....	38
9.6 CONTROL DE TOLERANCIAS MEDIANTE DISEÑO DE JIG .....	41
9.7 VALIDACIÓN DEL PROYECTO E IMPACTO EN LA EMPRESA .....	47
10. RESULTADOS .....	49
11. CONCLUSIONES.....	51
11. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	52
12. ANEXOS .....	53

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Oficinas generales SAMSUNG QUERETARO.....	2
Figura 2. Croquis de localización.....	2
Figura 3. Logotipo de SAMSUNG.....	3
Figura 4. Mapa de procesos de la empresa. ....	4
Figura 5. Refrigerador.....	10
Figura 6. Objetivo de un refrigerador .....	11
Figura 7. Refrigerador de la familia FDR. ....	12
Figura 8. Refrigerador de la familia SBS. ....	13
Figura 9. Refrigerador de la familia TMF. ....	13
Figura 10. Línea de producción manual.....	14
Figura 11. Línea de producción automatizada .....	15
Figura 12. Línea de producción semiautomatizada .....	15
Figura 13. Lámina previamente troquelada y doblada. ....	16
Figura 14. Termo conformado del liner. ....	17
Figura 15. Pre ensamble de las piezas.....	17
Figura 16. Pre ensamble de piezas.....	18
Figura 17. Piezas terminadas (puertas).....	18
Figura 18. Fases del proceso de diseño que reconocen múltiples retroalimentaciones e iteraciones.....	19
Figura 19. Diseño realizado en NX.....	21
Figura 20. Línea de ensamble .....	22
Figura 21. Ensamble automatizado.....	23
Figura 22. Equipo de protección personal .....	25
Figura 23. Simbología de materiales peligrosos .....	25
Figura 24. Área de gabinete en un refrigerador .....	28
Figura 25. Jig para medición de puertas.....	30
Figura 26. Medición con vernier digital.....	31
Figura 27. Siemens PLM Software .....	32
Figura 28. Panorama general del programa NX .....	33
Figura 29. Puntos críticos en el Cabi Bottom. ....	33
Figura 30. Ensamblado de Gabinete (Cabi Frame).....	34
Figura 31. Presentación del reporte de fuga de espuma. ....	34
Figura 32. Reporte de la verificación lógica.....	35

Figura 33. Prueba de ensamble entre 2 piezas .....	35
Figura 34. Diseño de soporte del Evaporador.....	36
Figura 35. Mock-up soporte del Evaporador .....	36
Figura 36. Benchmarking con los diferentes modelos.....	37
Figura 37. Antes y Después de la modificación .....	37
Figura 38. Fuga de espuma (Scrap).....	38
Figura 39. Proceso de ensamble antes de inyección de poliuretano.....	39
Figura 40. Embozado agregado al troquelado de lámina.....	39
Figura 41. Implementación de mejora en la línea de producción .....	40
Figura 42. Troquelado de lámina con modificación .....	40
Figura 43. Función principal de un JIG .....	41
Figura 44. Radio del dobléz externo del Plate Door. ....	42
Figura 45. JIG receptor de laser .....	42
Figura 46. Colocación JIG receptor de láser. ....	43
Figura 47. Ensamble del JIG receptor y el Plate Door. ....	43
Figura 48. A la izquierda Jig para medir dobleces internos de Plate Door y a la derecha para medir dobleces externos.....	44
Figura 49. JIG receptor de láser, diseño final.....	44
Figura 50. Base del JIG receptor de láser, diseño final.....	45
Figura 51. Simulación de la medición del Plate Door. ....	45
Figura 52. Medición de la distancia al primer troquelado. ....	47
Figura 53. Medición mostrada en el display del medidor láser. ....	47
Figura 54. Localizadores en el molde. ....	48
Figura 55. Summary de actividades realizadas. ....	49
Figura 56. Grafica porcentaje de reducción de fuga de espuma.....	49
Figura 57. JIG receptor de láser.....	50
Figura 58. JIG base del medidor láser.....	50
Figura 59. JIG para medir los dobleces internos y externos del Plate Door.....	50

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Comparación de costos de manufactura. ....	45
Tabla 2. Comparación de costos de manufactura por cada JIG.....	46

# 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se presenta todo el aporte técnico y práctico del proyecto de residencias profesionales “Rediseño de piezas para la reducción de fuga de espuma aislante en el sistema de refrigeración en el área de gabinetes”.

Actualmente en la planta de refrigeradores de Samsung Electronics Digital Appliances México la fabricación de refrigeradores es un proceso interno de la empresa. Los componentes se fabrican desde el troquelado de lámina hasta su colocación en el refrigerador, por ello es importante que cumpla con todas las especificaciones el material y el diseño para alcanzar los estándares de calidad solicitados.

Cuando una lámina es troquelada pasa por un proceso llamado liberación, en el cual personal de calidad determina si el componente cumple con las características especificadas o no. Este proceso se lleva a cabo cada hora cuando se cambia el modelo del refrigerador.

El proceso de liberación es muy importante para cumplir con la producción de la empresa, ya que si un componente no cumple con los estándares establecidos se convierte en scrap y por lo tanto se generan pérdidas, por lo que el diseño de las piezas juega un papel muy importante, ya que se requiere un análisis detallado de las especificaciones y en base a eso realizar las modificaciones correspondientes en las piezas.

Uno de los principales problemas al fabricar un refrigerador es la fuga de espuma aislante, ya que esta por su densidad le da una mayor firmeza a su estructura pero al inyectarla tiende a tener fugas, esto se debe a un mal ensamble o en su caso por un mal diseño de las piezas las cuales permiten tener Gap (Brecha) entre cada uno de los componentes.

Debido a esta necesidad de mejora continua se realizó este proyecto, para poder mejorar el proceso de producción y así mismo la reducción de scrap, con el rediseño de las piezas en las cuales la fuga de espuma es considerable, por lo que la realización del rediseño lleva consigo la elaboración de mock-up los cuales permiten tener un mayor índice de éxito en la modificación que se implementara. El proyecto cumplió con los objetivos planteados en un inicio.

## 2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### ➤ LUGAR DONDE SE REALIZARÁ EL PROYECTO

El proyecto se realizará en planta de Samsung Electronics (SEM-P), en la planta de refrigeradores la cual está encargada del proceso de fabricación.



Figura 1. Oficinas generales SAMSUNG QUERETARO.

### ➤ INFORMACIÓN SOBRE LA EMPRESA.

Samsung Electronics México, S.A. de C.V.

Carretera Querétaro-San Luis Potosí KM 28.5, Av. Benito Juárez, Santa Rosa Jáuregui.

Parque Industrial Querétaro 76220 México City, Qro.

Teléfono: 01 442 296 9000



Figura 2. Croquis de localización.

➤ **VISIÓN**

“Inspirar el mundo, crear el futuro”.

El objetivo de la visión es convertirse en una marca querida, una empresa innovadora y una compañía admirada. Para ello, dedicamos nuestros esfuerzos a la creatividad y la innovación, valor compartido con nuestros socios y con nuestras grandes personas.

Esta nueva visión muestra el compromiso de Samsung Electronics de inspirar a las comunidades donde tiene presencia, a través del desarrollo de tres áreas centrales:

- “Nuevas tecnologías”
- “Productos innovadores”
- “Soluciones creativas”

Promover nuevas relaciones de valor para las redes que forman el núcleo de Samsung: Industria, Socios y Empleados.

A través de estas iniciativas, Samsung espera contribuir a un mundo mejor y una experiencia más rica para todos.

➤ **MISIÓN**

Inspirar al mundo tecnologías, productos y diseños innovadores que enriquezcan la vida de las personas y contribuya a la prosperidad social creando un nuevo futuro.

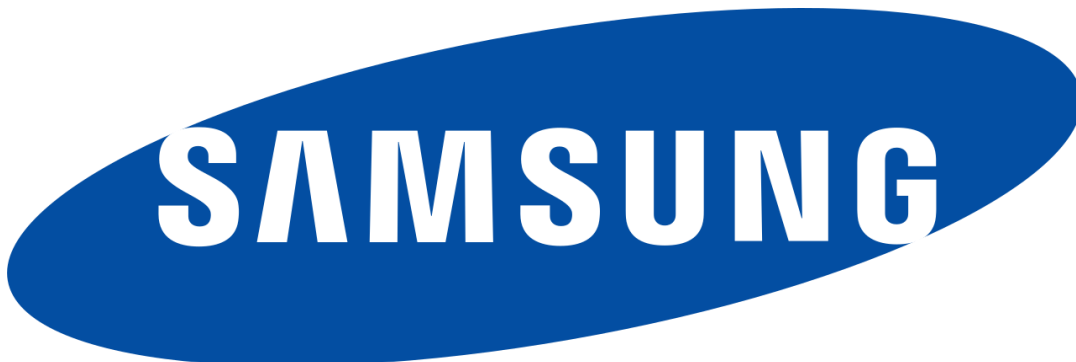


Figura 3. Logotipo de SAMSUNG.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y ÁREA DE TRABAJO

Samsung, reconocido mundialmente como líder en la industria de la tecnología, es un conjunto de empresas multinacionales con sede en Seúl, Corea del Sur. Se trata del mayor grupo empresarial surcoreano, con numerosas filiales que abarcan negocios como la electrónica de consumo, tecnología, finanzas, aseguradoras, construcción, biotecnología, sector servicios, entre otros.

Entre una de sus filiales se encuentra Samsung Electronics Digital Appliances México S.A. de C.V, empresa fabricante de electrodomésticos como refrigeradores, lavadoras y secadoras. Esta planta, ubicada en el estado de Querétaro, está dividida en cuatro partes, planta lavadora, planta PBA, planta Injection y planta refrigeradores, siendo en esta última donde se realizará el proyecto que se describe en el presente reporte.

Como en toda empresa Samsung Electronics Digital Appliances México S.A. de C.V., conocida también como SEM-P, funciona bajo un esquema de proceso dividido en dos principales partes, Procesos de Operación y Procesos de Soporte. Dentro de los procesos de operación se encuentran las áreas de Planeación, Compras, Producción y Logística. Dentro de los Procesos de Soporte se encuentran las áreas de Calidad, Ingeniería, Mantenimiento, Recursos Humanos e Innovation.



Figura 4. Mapa de procesos de la empresa.



El proyecto que a continuación se presenta se desarrolló dentro de Procesos de Soporte, en el área de Ingeniería, en el equipo de PE Team o Ingeniería de Producto.

Las principales actividades realizadas en PE Team son la realización e implementación de cambios de ingeniería, soporte y supervisión del ensamble de los productos, implementación y desarrollo de nuevos modelos, resolución de problemas de mercado y soporte a problemas relacionados al producto que se presentan en la línea de producción.

PE Team está formado por varios equipos de trabajo, enfocados específicamente a una parte del refrigerador, entre ellos se encuentran: Equipo Ensamble, Equipo Gabinete, Equipo puertas, Equipo Soporte, Equipo Core Electric, Equipo VE y Equipo Producto.

El proyecto se realiza en el Equipo de Gabinete este consiste en diseñar e implementar mejoras para la reducción de fuga de espuma (Foam Leak).

## 4. JUSTIFICACIÓN

En la producción de refrigeradores siempre existen muchas variables para su elaboración, ya que cuentan con muchos componentes que permiten tener un mayor número de puntos críticos a evaluar, y necesitan una mejora continua para la eficiencia en el ensamble del mismo, sin perjudicar la producción continua.

La fuga de espuma aislante es un problema presentado en la producción de refrigeradores ya que depende de diferentes variables, pero una de las causas principales es un mal dimensionamiento de tolerancias al momento de diseñar cada uno de los ensambles ya que existen diferentes factores después de diseñar y troquelar que pueden hacer que las piezas no ensamblen, provocando brechas entre los componentes y así generando fisuras para que la espuma aun en estado líquido salga del ensamble teniendo scrap en las líneas de producción.

La liberación del componente del refrigerador después del proceso de troquelado es muy importante ya que afecta directamente a la apariencia y del producto en general, si no está correctamente dimensionada traerá problemas en el proceso de ensamble.

Un componente mal dimensionado no pasará por las pruebas de tolerancia geométrica posteriores provocando que se considere como scrap, afectando directamente a la producción de la empresa y generando gastos innecesarios.

Por ello es muy importante que las modificaciones a realizar en cada una de las piezas sean testeadas antes de poder implementarlas, revisando las dimensiones y los métodos de ensamble de cada pieza.

## 5. OBJETIVOS

### ➤ OBJETIVO GENERAL.

Rediseñar componentes para el ensamblado de un refrigerador, para la reducción de fuga de espuma que se presenta en puntos críticos al realizarse el ensamble del mismo, teniendo una mayor eficiencia en el proceso de producción.

### ➤ OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Conocer los componentes y funcionamiento que integra un refrigerador.
- Identificar la problemática que genera la fuga de espuma.
- Evaluar los componentes y funcionamiento del problema identificado que genera la fuga de espuma.
- Proponer una mejora a los problemas identificados.
- Modelar mediante NX10 de Siemens PLM Software la estructura de los componentes que se modificaran
- Analizar la estructura mediante un comparativo con lo real (Benchmarking).
- Optimizar la estructura basado en los resultados obtenidos.
- Elaborar Mock-up y JIG para ver la eficiencia del rediseño.
- Implementación del rediseño en la línea de producción.

## 6. PROBLEMA A RESOLVER

Actualmente la empresa se encuentra en constante actualización y desarrollo de sus procesos. Razón por la cual es necesario delimitar y documentar cada una de las mejoras implementadas.

A partir del 2016 se introdujo tres nuevos modelos a la línea de refrigeradores Samsung, los cuales eran una variante de los que se encuentran en corea, y se implementaría en México su producción.

El proceso de ensamblaje de los componentes de esos nuevos modelos ha presentado problemas a las líneas de producción, afectando tiempos de operación y pérdidas para la empresa, esto se debe a la implementación de tolerancias fuera de las especificaciones requeridas en México, ya que cada planta de producción cuenta con diferentes estándares.

Por lo que este problema genera áreas de oportunidad para la mejora constante de los procesos y así mejorar el diseño y optimizar las piezas en el sistema de refrigeración para reducir la fuga de espuma aislante, optimizando el proceso mediante la eliminación de los puntos críticos de fuga.

Disminuyendo los tiempos muertos en el proceso de producción que actualmente ha aumentado a un 50% aproximado en tiempo de reparación. Por lo cual se necesita la eliminación o la reducción de los puntos críticos de la fuga de espuma en cada parte de ensamblado de los refrigeradores.

## 7. ALCANCES Y LIMITACIONES

Se pretende rediseñar los puntos críticos de fuga de espuma en los diferentes modelos, teniendo en cuenta las mejoras realizadas en otras sedes y así implementarlas con las especificaciones requeridas en la planta SEM-P.

### **ALCANCES**

- Las modificaciones se realizarán en el programa NX10 de SIEMENS a través de un análisis y comparativo con estructuras reales.
- Selección de los materiales adecuados considerando minimizar costos para beneficiar a los consumidores del producto y la empresa.
- Obtención de los planos de producción para la posterior construcción de prototipo.
- Implementación de la mejora en líneas de producción

### **LIMITACIONES**

- El rediseño se limitará al costo, calidad y manufactura aprobados por el jefe del departamento de PE Team.
- El tiempo de implementación de la mejora.
- El rediseño de Piezas comunes en otras sedes afecta las tolerancias de las especificaciones.

## 8. FUNDAMENTO TEORICO

### 8.1 ¿QUE ES UN REFRIGERADOR?

El refrigerador doméstico es uno de los electrodomésticos más comunes en el mundo. Funciona mediante los procesos de refrigeración y congelación.

Mondragón, Orozco & Orozco (2013) hacen mención a que la refrigeración es uno de los procesos para generar el frío. Consiste en aprovechar la diferencia de temperatura entre dos cuerpos cuando uno de ellos cambia de estado físico.

Uno de los métodos más antiguos es la evaporación, que consiste en hacer que un elemento que se encuentra en estado líquido pase progresivamente al estado gaseoso.

Álvarez, Callejón & Formas (2005) mencionan que la congelación se base en el principio de que la materia orgánica está compuesta básicamente de agua y de materia seca. Cuando se congela un alimento, sólo se congela el agua que contiene; por tal motivo, uno de los factores que se toman en cuenta en el proceso de congelación, es el volumen del producto.

En pocas palabras la congelación se puede definir como la aplicación intensa de frío.

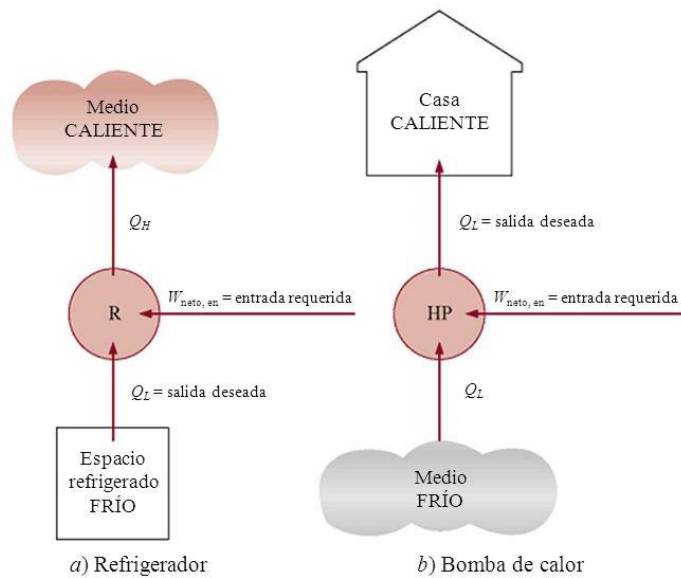


**Figura 5. Refrigerador**

## 8.2 OBJETIVO DE UN REFRIGERADOR

Un refrigerador es un dispositivo cuyo objetivo es extraer calor de un cuerpo a una cierta temperatura y cederlo a otro que se encuentra a una temperatura superior. Para ello utiliza de una sustancia de trabajo (vapor de agua, aire u otras sustancias) que realiza una serie de transformaciones termodinámicas de forma cíclica, para que pueda funcionar de forma continua, como sucede con las máquinas térmicas.

**El objetivo de un refrigerador es eliminar calor ( $Q_L$ ) del medio frío; el de una bomba de calor, suministrarlo ( $Q_H$ ) a un medio caliente.**



**Figura 6. Objetivo de un refrigerador**

Enríquez (2003) señala que el objetivo de un refrigerador es mantener una región de dimensiones finitas a una temperatura baja mediante la extracción de calor de dicha región.

Con el fin de optimizar el ciclo de refrigeración, normalmente se utilizan componentes químicos en estado líquido, se evaporan a muy baja temperatura, y son conocidos como refrigerantes.

Actualmente el más utilizado es el R134a, en cuya fórmula se usa tetrafluoreetano.

### 8.3 MODELOS DE REFRIGERADOR EN LA PLANTA SAMSUNG DIGITAL APPLIANCES MÉXICO

En Samsung Digital Appliances México se producen tres tipos principales de refrigerador, las cuales se les conoce técnicamente como familias. Las tres familias de refrigerador son: FDR, SBS y TMF.

Cada una de las familias se divide a su vez en modelos, los cuales se describen más adelante.

Los refrigeradores FDR (French Door Refrigerator) son aquellos que están formados por dos puertas que conforman el refrigerador en la parte superior y una o en ocasiones dos puertas que conforman el congelador en la parte inferior como se muestra en la figura 7.



**Figura 7. Refrigerador de la familia FDR.**



Los refrigeradores SBS (Side By Side) son aquellos que están formados por una puerta de congelador al lado izquierdo y una puerta de refrigerador al lado derecho.



**Figura 8. Refrigerador de la familia SBS.**

Los refrigeradores TMF (Top Mounted Fridge) son los modelos más básicos y económicos que se producen en la empresa, están compuestos por el congelador en la parte superior y el refrigerador en la parte inferior



**Figura 9. Refrigerador de la familia TMF.**

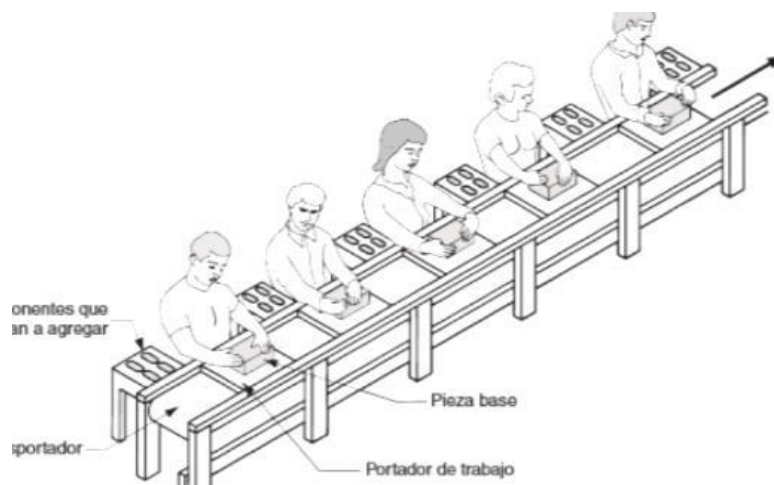
## 8.4 LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Las líneas de producción son sistemas de manufactura de tipo III con múltiples estaciones y un sistema fijo de ruta, pueden ser manuales, automáticas o híbridas. Es decir, las operaciones de manufactura se realizan en forma secuencial de estación de trabajo a estación de trabajo y el tipo de producto es idéntico o muy similar.

Las líneas de producción son usadas ya sea para operaciones de procesamiento o ensamble de materiales o productos semiterminados. Es inusual que ambas operaciones se realicen en la misma línea. (IPN, 2011)

### ➤ Línea de producción manual

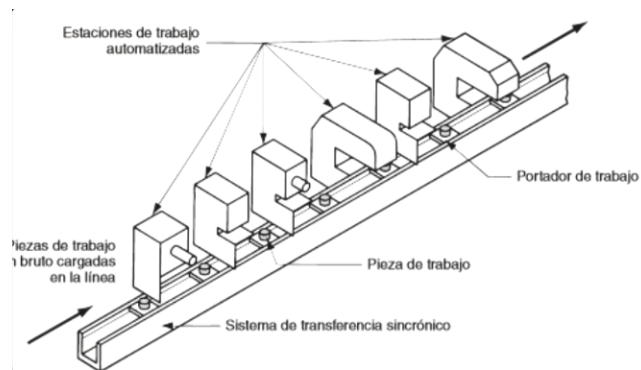
Una línea de ensamble manual (figura 10) consiste en múltiples estaciones de trabajo ordenadas en forma secuencial en las cuales trabajadores humanos ejecutan operaciones de ensamble. El procedimiento usual en una línea manual empieza con el “lanzamiento” de una pieza base en el extremo inicial de la línea. Con frecuencia se requiere un transportador de trabajo que contenga la pieza durante su movimiento a lo largo de la línea. La pieza base viaja por cada una de las estaciones, donde los trabajadores realizan tareas que construyen el producto en forma progresiva. En cada estación se agregan componentes a la pieza base hasta que todo el contenido de trabajo se ha terminado cuando el producto sale de la estación final. (Groover, 2007)



**Figura 10. Línea de producción manual.**

➤ Línea de producción automatizada

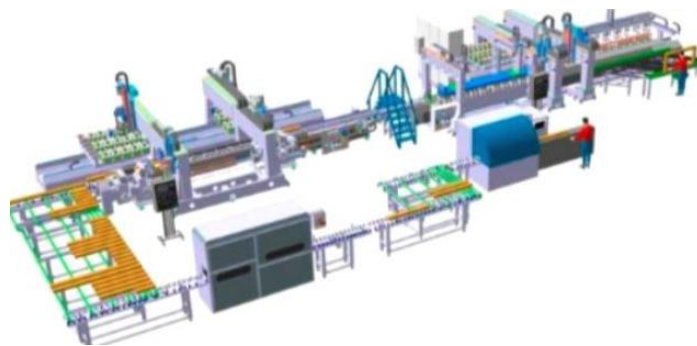
Una línea de producción automatizada consiste en estaciones de trabajo automatizadas, conectadas a un sistema de transferencia de piezas, cuya actuación está coordinada con la de las estaciones (figura 11). En una situación ideal, no hay trabajadores en la línea, excepto para realizar funciones auxiliares como cambiar herramientas, cargar y descargar piezas al inicio y al final de la línea y actividades de reparación y mantenimiento. Las líneas automatizadas modernas son sistemas integrados que operan bajo el control de una computadora. (Groover, 2007)



**Figura 11. Línea de producción automatizada**

➤ Línea de producción híbrida o semi automatizada

Una línea de producción semiautomatizada (figura 12) consiste en un conjunto tanto de estaciones de trabajo automatizadas como estaciones de trabajo manual. Debido a que hay ciertos procesos que no pueden automatizarse, es muy común que las empresas opten por tener un sistema de producción semi automatizado, elevando sus estándares de calidad y utilización. Las operaciones automatizadas generalmente se enfocan en procesos especiales, como operaciones de soldadura, devanado, etc. Y las operaciones manuales, por lo general se enfocan en tareas de carga y descarga de material o inspección visual.



**Figura 12. Línea de producción semiautomatizada**

## 8.5 PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS DE UN REFRIGERADOR

La fabricación de una pieza de refrigerador consiste en cinco procesos principales: troquelado, termo formado, pre ensamble, espumado y post ensamble.

El troquelado consiste en el corte y doblado de la lámina de acero, generalmente se realiza en tres pasos. En el primer paso se corta el contorno de la lámina y los orificios donde se colocará el Handle Door.

El segundo paso consiste en hacer los dobleces internos de la lámina y el tercer paso consiste en hacer los dobleces externos.

Una vez terminados los tres pasos se obtiene como producto final como se muestra en la Figura 13.



**Figura 13. Lámina previamente troquelada y doblada.**

El termo formado de las piezas (anexo 1) dentro del área de gabinete consiste en darle forma mediante calor a la lámina de ABS que forma el panel. Una vez realizado el termo formado el producto final se muestra en la Figura 14.



**Figura 14. Termo conformado del liner.**

El termo formado consiste en darle forma mediante calor a la lámina de ABS que forma el panel.

El proceso de pre ensamble consiste en colocar las piezas de cada área, así como de otros elementos secundarios como se muestra en la Figura 15.



**Figura 15. Pre ensamble de las piezas.**

El proceso de espumado de puerta consiste en colocar poliuretano líquido entre cada uno de los componentes a unir, esto gracias a moldes de espumado que previamente se calientan como se muestra en la Figura 16. Una vez que la espuma es esparcida correctamente el molde se cierra y se espera a que el poliuretano reaccione y se convierta en espuma. Terminado el proceso de espumado las puertas se liberan y pasan al proceso de post ensamble.



**Figura 16. Pre ensamble de piezas.**

El proceso de post ensamble consiste en limpiar las fugas de espuma de poliuretano, con el fin de darle una mejor apariencia a las piezas, también se coloca el Gasket y el producto final se muestra en la Figura 17.



**Figura 17. Piezas terminadas (puertas).**

## 8.6 EL DISEÑO

Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema. Si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse. El diseño es un proceso innovador y altamente iterativo.

El proceso de diseño, de principio a fin, que a menudo se bosqueja.

Comienza con la identificación de una necesidad y la decisión de hacer algo al respecto. Después de muchas iteraciones, termina con la presentación de los planes para satisfacer la necesidad. De acuerdo con la naturaleza de la tarea de diseño, algunas fases de éste pueden repetirse durante la vida del producto, desde la concepción hasta la terminación.



**Figura 18. Fases del proceso de diseño que reconocen múltiples retroalimentaciones e iteraciones.**

Para el diseño mecánico se toman en cuenta consideraciones de diseño que involucran de manera directa alguna característica que influye en el diseño del elemento, o tal vez en todo el sistema. A menudo se deben considerar esas características en una situación de diseño dada. Entre las más importantes se pueden mencionar (no necesariamente en orden de importancia):

1. Funcionalidad
2. Resistencia/esfuerzo
3. Distorsión/deflexión/rigidez
4. Desgaste
5. Corrosión
6. Seguridad
7. Confiabilidad
8. Manufacturabilidad
9. Utilidad
10. Costo
11. Fricción
12. Peso
13. Vida
14. Ruido
15. Estilo
16. Forma
17. Tamaño
18. Control
19. Propiedades térmicas
20. Superficie
21. Lubricación
22. Comercialización
23. Mantenimiento
24. Volumen
25. Responsabilidad legal
26. Capacidad de reciclado /recuperación de recursos



## 8.7 HERRAMIENTAS DEL DISEÑO

### ➤ **NX de Siemens**

El software NX de Siemens es una solución integral potente y flexible que le ayuda a ofrecer productos mejorados de forma más rápida y eficaz. NX pone a su disposición soluciones de diseño, simulación y fabricación de próxima generación que permiten a las empresas aprovechar todo el valor de los duplicados generales.

NX le ofrece un conjunto integrado de herramientas que coordina distintas disciplinas, preserva la integridad de los datos y la intención de diseño y optimiza el proceso al completo, a la vez que da soporte a todos los aspectos del desarrollo de productos, desde el diseño de conceptos hasta la ingeniería y la fabricación.

### ➤ **NX para diseño**

La solución de desarrollo de productos más potente, flexible e innovadora del sector, NX para diseño, ofrece las funciones, el rendimiento y las capacidades necesarias que le ayudarán a comercializar el producto más rápido que nunca.

NX para diseño le permite comercializar productos directamente y por primera vez utilizando más modelos de productos virtuales y menos prototipos físicos, que son más costosos. Todo esto da como resultado un aumento de los beneficios en el mercado, una reducción de los costes de desarrollo y una mejora de la calidad de los productos.



**Figura 19. Diseño realizado en NX**

## 8.8 DISEÑO PARA ENSAMBLES

El diseño para ensambles (DFA, por sus siglas en inglés) ha recibido mucha atención en años recientes porque las operaciones de ensamble constituyen un enorme costo de mano de obra para muchas compañías de manufactura.

La clave para un diseño de ensamble exitoso se plantea en términos simples:

- 1) Diseñar el producto con la menor cantidad de piezas posibles
- 2) Diseñar las piezas restantes para que se ensambles con facilidad.

El costo del ensamble se determina en gran parte durante el diseño de producción, debido a que en esta etapa se establece la cantidad de componentes separados en el producto y se toman decisiones acerca de cómo se ensamblarán dichos componentes. (Groover, 2007)

### ➤ Diseño para ensamble automatizado

Los métodos convenientes para el ensamble manual no son necesariamente los mejores para el ensamble automatizado. Algunas operaciones de ensamble, que realiza con facilidad una persona, son muy difíciles de automatizar (por ejemplo, el ensamble con pernos y tuercas). Para automatizar el proceso de ensamble, deben especificarse los métodos de sujeción de piezas durante el diseño del producto que se presten para las técnicas de inserción en máquina y de unión, y que no requieran los sentidos, la destreza y la inteligencia de los trabajadores humanos de ensamble.



**Figura 20. Línea de ensamble**

- **Reducir la necesidad de que se manejen varios componentes a la vez.**

La práctica preferida para el ensamble automatizado es separar las operaciones en estaciones diferentes, en lugar de manejar y sujetar simultáneamente varios componentes en la misma estación de trabajo.

- **Limitar las direcciones requeridas de acceso.**

Esto significa que debe reducirse el número de direcciones en las cuales se añadan componentes nuevos en el subensamble existente. En forma ideal, todos los componentes deben agregarse de manera vertical desde arriba, si esto es posible.

- **Componentes de alta calidad.**

El alto desempeño de un sistema de ensamble automatizado requiere que se añadan componentes de alta calidad en forma consistente a cada estación de trabajo. Los componentes de baja calidad producen atascamientos en los mecanismos de alimentación y ensamble, por lo que provocan pérdidas de tiempo.

- **Usar ajustes de agarre automático.**

Esto elimina la necesidad de sujetadores roscados; el ensamble se realiza mediante la inserción simple, por lo general desde arriba. Sólo requiere que las piezas se diseñen con características positivas y negativas especiales para facilitar la inserción y la sujeción.



**Figura 21. Ensamble automatizado**

## 9. PROCEDIMIENTO Y ACTIVIDADES REALIZADAS

### 9.1. CAPACITACIÓN POR PARTE DE RECURSOS HUMANOS E INTRODUCCIÓN AL DEPARTAMENTO

La primera semana fui parte de un curso denominado “Onboarding” destinado al personal nuevo en planta, para tratar algunos temas de manera general, para que sea más fácil la incorporación a la empresa.

Los temas fueron los siguientes:

➤ **Introducción a SAMSUNG y temas legales.**

La inducción se enfoca principalmente a conocer cómo empezó desde cero la empresa internacional que hoy conocemos, cuál era su ideología para una empresa, los valores, la misión, el lema, su presencia internacional, los sectores de la industria en los que SAMSUNG tiene presencia (Soluciones de movilidad, Tecnología industrial, Bienes de consumo y Tecnología eléctrica y de construcción), clientes y los productos que se fabrican en planta Querétaro. En cuanto a los temas legales, es para tener un panorama de lo que está permitido y lo que no, dentro de la empresa. Cuestiones de confidencialidad, propiedad intelectual, seguro médico etc.

➤ **Seguridad patrimonial (PRS) y seguridad industrial**

En el cual nos explicaron cuáles eran las normas de seguridad de la planta, las indicaciones que debíamos seguir de acuerdo con los señalamientos en la planta. Por ejemplo, está prohibido caminar mientras manipulas cualquier aparato electrónico, como celulares laptops, etc. De igual manera, no se puede caminar escuchando música o con manos libres. Así como identificar el significado de los señalamientos de EPP (Equipo de Protección Personal) que se encuentran en cada una de las áreas de la planta (figura 22).

Uno de los puntos más importantes fue el de conocer la simbología que se maneja en los residuos o materiales peligrosos (figura 23), esto para saber los peligros a los que estamos expuestos al estar en contacto ya sea directo o indirecto con ellos.



Figura 22. Equipo de protección personal

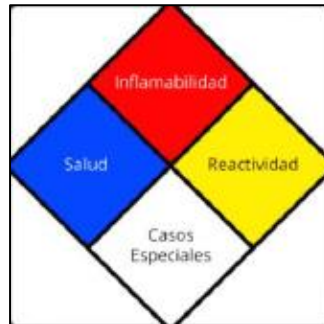


Figura 23. Simbología de materiales peligrosos

### ➤ Seguridad y Privacidad de la Información (ISP)

Es el sistema de gestión de seguridad y privacidad de la información y sus principales objetivos son identificar y mitigar riesgos en el procesamiento de los datos del negocio, así como cumplir con los requerimientos de la ley en relación con el tratamiento de datos personales. Nos presentaron las Clases de Seguridad:

La información dentro se clasifica en 4 clases, esto de acuerdo con la información que manejes:

- Estrictamente confidencial (3): Adquisición de plantas, nuevos lanzamientos, datos personales sensibles.
- Confidencial (2): Datos personales, dibujos y diseños, especificaciones de producto, cotizaciones etc.
- Interna (1): Reglamento interno, directivas, presentaciones, reporte de ventas etc.
- Pública (0): Páginas web, información liberada a la prensa etc.

➤ **Departamento de informática (TSI)**

De igual forma nos presentó la manera en la cual el departamento de informática da soporte a la planta. Este departamento se encarga de proporcionar a todos los empleados de la planta, equipos de cómputo, extensiones fijas o móviles para poder comunicarse dentro o fuera de la empresa, impresoras o multifuncionales para su uso en las distintas áreas y departamentos. Así como darles mantenimiento y reparación a todos estos equipos.

➤ **Calidad**

La política de calidad de la empresa es la satisfacción de los clientes a través de gente dedicada a la excelencia. El sistema de calidad es la estructura organizacional, las responsabilidades, los procedimientos, procesos y recursos que se requieren para la Gestión de calidad.

✓ ISO 14001

Es la norma que establece los requisitos para implementar un sistema de gestión ambiental

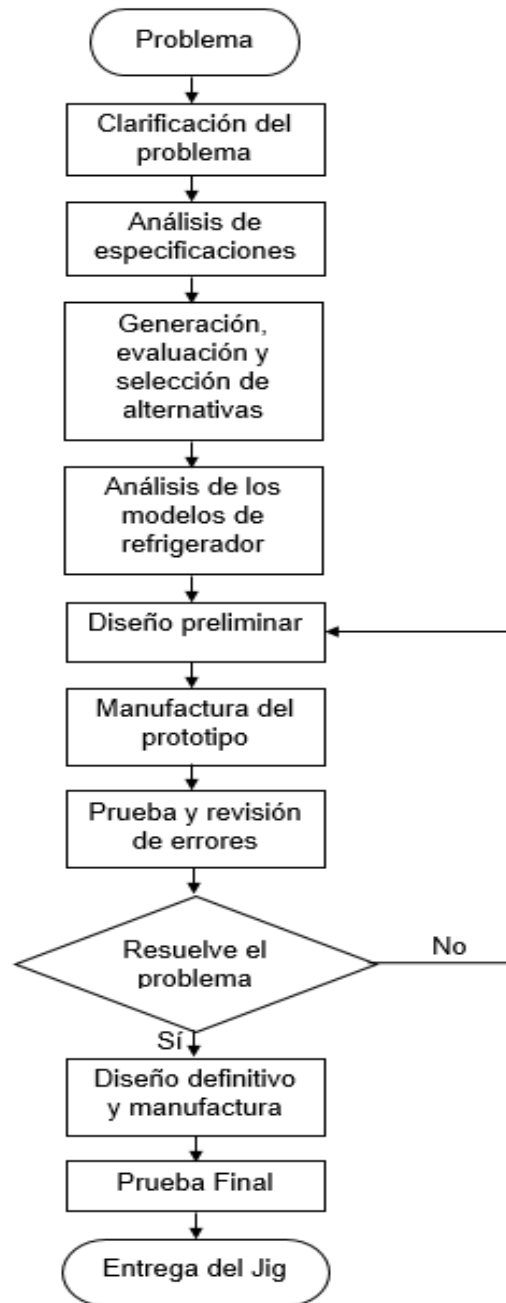
✓ OHSAS 18001

✓ Auditorías de calidad:

Es una verificación al cumplimiento de nuestro Sistema de Calidad, El objetivo es detectar discrepancias entre lo que exige la norma y se define en el manual de calidad y documentos anexos o entre estos y la forma de operar en la realidad. Sirven para asegurarse que tu proceso y tu producto estén bien.

## 9.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO Y OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

La metodología que se llevó a cabo se muestra en el mapa conceptual el cual se desglosa por actividad en el siguiente apartado.



### ➤ Clarificación del problema

Una vez que se planteó el problema se procedió con la investigación del contexto y el área de trabajo, la primera tarea fue familiarizarse con los términos técnicos, conocer los procesos de elaboración de los componentes en el área de gabinetes, entender por qué y para qué era necesario e importante el desarrollo de este proyecto.

Durante las primeras 3 semanas se aprendió a manejar el software NX, con el cual el proyecto debía realizarse, se aprendió y conoció a fondo el proceso de fabricación de piezas y a la par se realizaron tareas que surgían debido a problemas de línea o en la producción, esto enfocado únicamente al área de Gabinete. Atender los problemas de línea fortaleció más el conocimiento sobre la importancia de la realización del proyecto.



Figura 24. Área de gabinete en un refrigerador

### ➤ Análisis de las especificaciones

Clarificado el problema se continuó con el análisis de las especificaciones, es decir, los requerimientos que el proyecto debía cumplir y así mismo los JIG a elaborar (anexo2). A continuación, se muestra los requerimientos, así como una breve explicación de cada uno.



- Mediciones precisas: la plantilla o JIG debe ser capaz de medir el ancho, el alto, los dobleces internos y externos de la pieza a troquelar. Las mediciones deben mostrar exactitud, precisión y las tolerancias correctas.
- Fácil uso: la plantilla o JIG debe ser intuitivo, fácil de colocar y que cualquier persona lo pueda usar.
- Rápido de colocar: la colocación de la plantilla o JIG debe ser rápida.
- Fácil de transportar: la plantilla o JIG debe ser de un tamaño considerable y ligero para que se pueda transportar fácilmente.
- Calidad: la plantilla o JIG debe tener una calidad tal que sea durable y no necesite un pronto remplazo.
- Manufactura sencilla: la manufactura de la plantilla o JIG no debe ser compleja, entre más sencilla el tiempo de fabricación será menor.
- Bajo costo: no debe exceder un costo de \$ 16,000 MXN de manufactura.

Una vez que se tienen los requerimientos se realiza una comparación entre ellos para conocer cuál de ellos es de mayor importancia. El primer paso es clasificarlos como forzosos y como deseables.

Los requerimientos forzosos son aquellos que no pueden faltar en el proyecto o se consideran más importantes.

Los requerimientos deseables son aquellos que le dan un valor agregado al proyecto, son aquellos que no afectan directamente al funcionamiento del proyecto.

### 9.3 PREVIO ANÁLISIS DE FACTORES QUE OCASIONAN LA INTERFERENCIA Y FUGA.

Actualmente las piezas son dimensionadas por personal de calidad, en especial por ingenieros PQC (Product Quality Control), cada hora ellos tienen la responsabilidad de medir los y evaluar si pasan (OK) o no pasan (NG) los criterios establecidos mediante un checklist. Un checklist es una lista donde se muestran las medidas que debe tener, se coloca la medida esperada y las medidas reales con sus respectivas tolerancias.

Si ambas medidas coinciden o se aproximan pasa como OK, de lo contrario se considera NG e inmediatamente se considera como scrap.

El personal de PQC utiliza flexómetro para la medición de alto de la puerta, así como para la distancia entre troquelados. Utilizan también vernier para la medición de dobleces internos y externos del ensamble.

Para la medición del ancho de algunas piezas como las puertas el personal de PQC utiliza unos Jigs de plástico los cuales se muestran en la Figura 25. El JIG se ensambla con el Plate Door.



**Figura 25. JIG para medición de puertas**

Si el JIG ensambla sin mostrar espacios el Plate Door pasa como OK, de lo contrario si ensambla correctamente, pero muestra muchos espacios pasa como NG, o si el JIG no ensambla el Plate Door también pasa como NG.

### ➤ **Ventajas y desventajas de los métodos de medición**

Con el fin de tener una referencia de cuál sería el mejor método de medición se realizará una comparativa entre los instrumentos de medición tales como flexómetro, vernier digital y medidor de distancias láser.

#### • Flexómetro

Ventajas: permiten medir superficies curvas, son de fácil transporte, fácil de utilizar y tienen un precio relativamente bajo.

Desventajas: no son prácticos en largas distancias, su medición es incómoda y no tiene capacidad de memoria de las mediciones.

#### • Vernier digital

Ventajas: son de uso fácil y rápido, existen de diversas formas y tamaños para cualquier necesidad, son de fácil transporte y son recomendables en relación calidad con precio.

Desventajas: requiere de elementos costosos para su calibración, no todas las personas conocen el método correcto de utilizarlo y tiene menor durabilidad.

#### • Medidor láser

Ventajas: tiene precisiones milimétricas, para medir solo se necesita presionar un botón, son aptos para largas distancias, son fáciles de usar, alta velocidad de trabajo, algunos permiten calcular superficies y volúmenes pulsando solo un botón y además tiene la capacidad de almacenar mediciones.

Desventajas: son de costo elevado, son difíciles de utilizar en sitios donde no existe un área donde rebotar el láser y dependen de baterías.



**Figura 26. Medición con vernier digital**

#### 9.4 REDISEÑO Y ELIMINACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE FUGA.

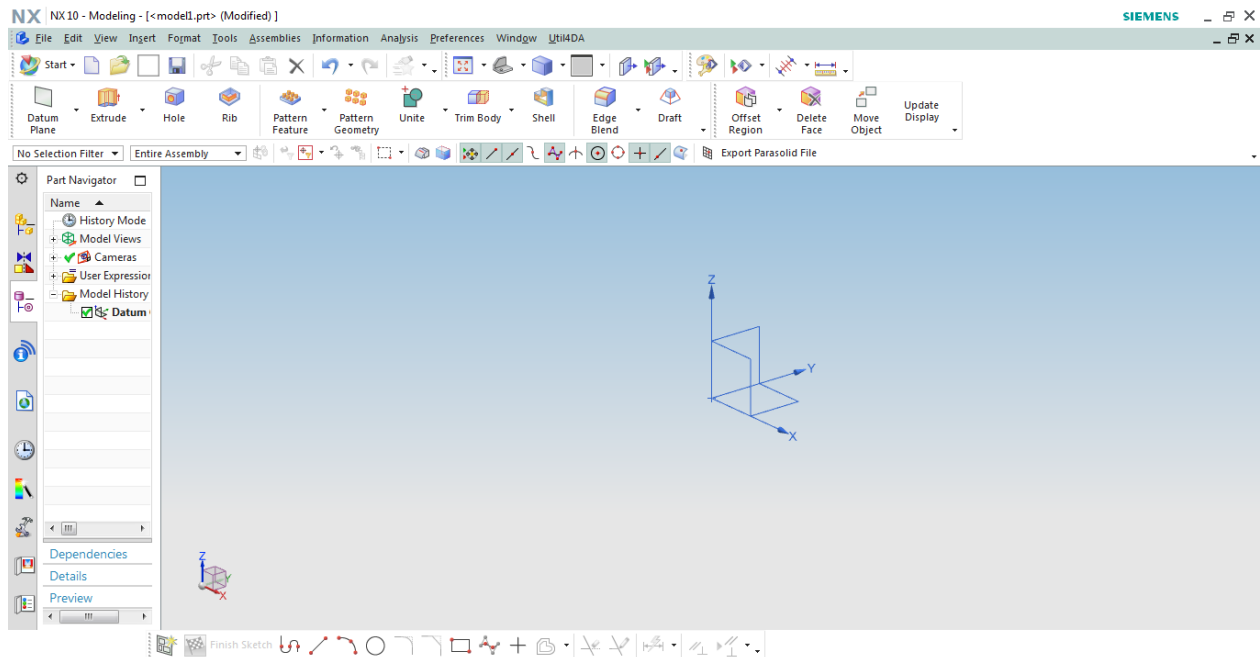
En la quinta semana después de haber adquirido el conocimiento sobre las causas que provocaban la fuga de espuma y así como la manera de en qué estas afectan la producción, el proyecto se dividió en 2 fases las cuales eran el rediseño de piezas (anexo 3) para controlar dicha causa implementándolas en las líneas de producción y el diseño de JIG para la medición correcta de las tolerancias en los ensambles.

Se utilizó el software de Siemens PLM NX para desarrollar el diseño de las piezas requeridas.



Figura 27. Siemens PLM Software

Se tuvo un curso del programa para poder familiarizarse con los recursos que tiene, así como los alcances y limitaciones mismas del programa, para poder efectuar el proyecto en base a los diseños ya establecidos desde casa matriz sede Corea y así adaptarlos con las especificaciones necesarias a los ensambles realizados aquí en México.



**Figura 28. Panorama general del programa NX**

La fuga de espuma en el ensamble se da en diferentes zonas, una de las complicadas es en la parte inferior del refrigerador, llamado Cabi Bottom.



**Figura 29. Puntos críticos en el Cabi Bottom.**

El problema y el alcance del proyecto no solo se limitan a esta zona, sino a todo el gabinete.

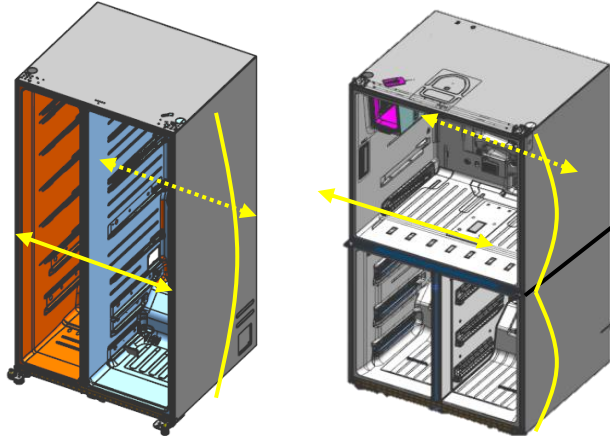


Figura 30. Ensamblado de Gabinete (Cabi Frame).

Para poder rediseñar las piezas que tienen problemas al ensamblar se sigue un procedimiento en el cual consta de:

➤ **Informe**

En donde se detalla cual es el problema y de qué manera está afectando la producción, así como sus causas raíces del mismo para poder implementar las mejoras necesarias dependiendo el tipo de material, y si la pieza se elabora en planta o de manera externa es decir con proveedor.

■ FDR / INCREASE IN CIRCULAR WALL ON ASSEMBLY AREA OF GUIDE MIDDLE

Task Name	FDR / Increase of circular wall on assembly area of Guide Middle				Product Family	FDR	Occurrence Type	Process	Department	PE	Register PLM	Yes	No
					Model	AW1/AW2/OPUS	Occurrence Process	EG	Manager	Aljandro Tapia	Stage	PR	SR
Occurrence	Main category	Specific Category	Before Implement	After Implement	Severity	B	Improvement Type (Class)	Elimination	Assigned	Diego Lopez	PLM	-	-
Process	Material	Desing	--	--	Elimination Type	Elimination PL	Stock	Use Scrap	Investment	-	MP	[W48]	-

Severity: Critical (A); Heavy Defects, PL, Standard violation; Major (B); Assembly Defect, Performance, Function, Quality down; Minor (C); Light Defect, No test part

**Quality Status**

- Oscillation in coupling (Poor Fixation) Guide Middle vs Guide Upp
- Foam Leak

**Root Cause**

- X1. Bad assembly on Guide Hose, moves assembly easily.
- X2. Ribs stress / weak structure (hooks do not jam)

**Stress**

Stress / Weak structure (hooks do not jam)

**[ 5-Why Analysis ]**

Issue	Factor	Why 1	Why 2
Foam Leak	Material	Bad Assembly	Ribs stress / weak structure

**Improvement Measure**

-Y1. Increase of circular wall in Guide Middle 2 mm assembly improvement.

BEFORE	AFTER

Increase 2mm

Assembly fixation is greater avoiding movements

Inventory	Maker	Current Code	Change Code
-	-	INNOVARR	D461-091764
-	-	INNOVARR	D461-09543A
-	-	INNOVARR	D461-09544A

Figura 31. Presentación del reporte de fuga de espuma.

➤ **Verificación lógica y experimental**

En este proceso se realiza el diseño y manera en que se implementara, se lleva a cabo la prueba de ensamble de las piezas , así como un Benchmarking con los diferentes modelos que se producen para identificar piezas comunes y así determinar si este cambio afectara a otro modelo.


■ [FDR] / INCREASE IN CIRCULAR WALL ON ASSEMBLY AREA OF GUIDE MIDDLE



**Logical Verification**

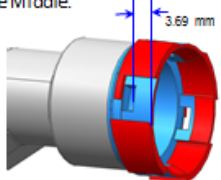
- BM Guide Middle SEM-P vs Corea

BM_GUIDEMIDDLE SEM-P vs COREA				
OPUS304D	RF23 AW2	RF23 AW2	AW1	PROPOSAL
D461-09544A	D461-09545A	D461-09176A	D461-07512A	COREA



AW1 It has already been modified, so it is necessary to implement the improvement in the design of the other models.

- Increase 2 mm in ribs of Bracket Guide Middle.

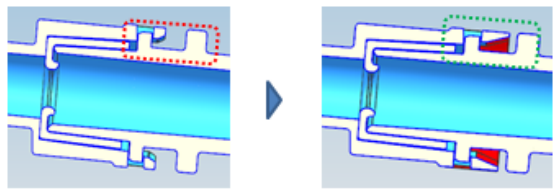


Close wall / Increase resistance  
[Greater fixation / no stress]


-Conclusion:  
Close walls in piece perimeter to increase strength of the structure (eliminate stress) and increase 2mm for better assembly fixation

**Experimental Verification**

- The assembly has a greater adjustment when increasing the circular wall having a greater grip on the hooks.



- More solid and resistant assembly fixation  
- Greater assembly stability  
Final objective reduce foam leakage by fixation between Guide Middle & Guide Upp.



**Improvement Effects (Trend)**

Figura 32. Reporte de la verificación lógica

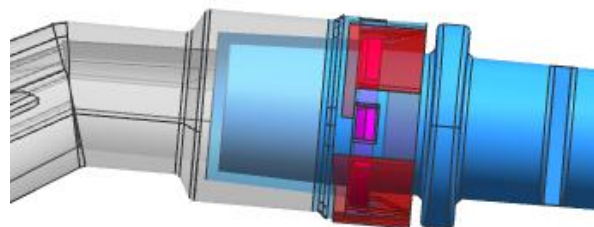
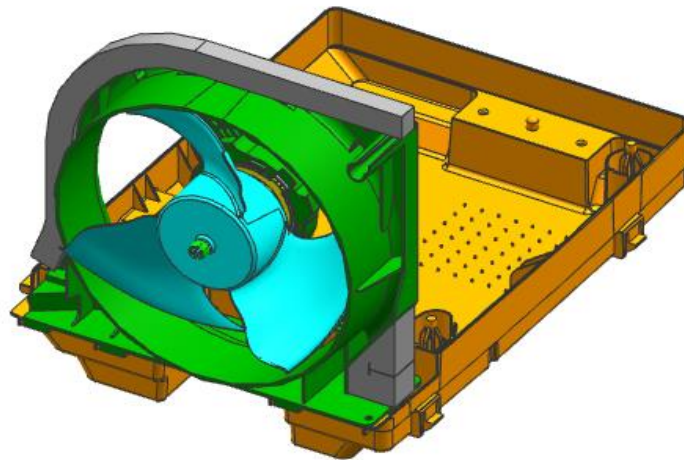


Figura 33. Prueba de ensamble entre 2 piezas



Cuando es necesario, las modificaciones deben probarse antes de implementarse, esto se debe a que las tolerancias reales y de diseño varían, al momento de la elaboración de la pieza.

Por lo que al ensamblar los componentes, ya no tienen las especificaciones necesarias, provocando que las mismas tengan interferencias.



**Figura 34. Diseño de soporte del Evaporador.**



**Figura 35. Mock-up soporte del Evaporador**



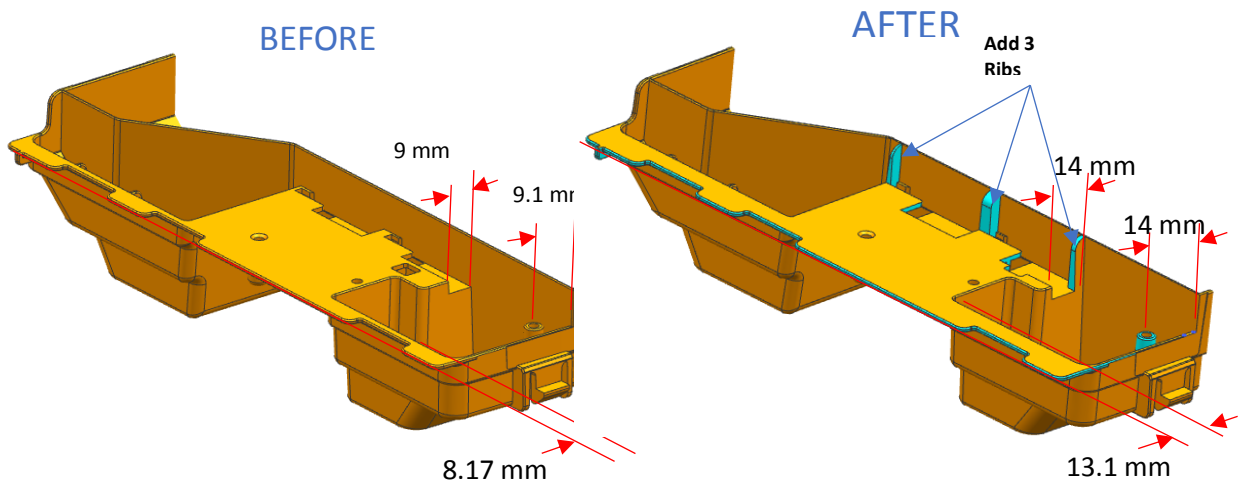
Se elaboran Mock-up o maquetas para verificar que el rediseño de las piezas cumpla con las expectativas esperadas y así poder probar la eficiencia de la pieza al modificarla.

	OPUS MODEL (SEM)			SEP-M MODEL		
3D IMAGEN						
SPEC	2.84 mm	16.3 mm	41.6 mm	5.51 mm	6.83 mm	25.45 mm
REAL						
	2.71 mm	16.73 mm	32.49 mm	5.48 mm	4.77 mm	23.52 mm

- SEC Model dimension Housing Conector ↔ Fan Motor is 25.45mm.
- OPUS Model dimension Housing Conector ↔ Fan Motor is 41.6mm.
- \*\* Possible move / increase Tray Drain Water to Left, current OPUS Model dimension > SEC Models dimension \*\*

**Figura 36. Benchmarking con los diferentes modelos.**

Al implementar la modificación de realizan las pruebas necesarias para poder aprobar el cambio en la pieza, así mismo se hace con cada uno de los modelos si la pieza era común, esto para evitar futuras interferencias con cada componente.



**Figura 37. Antes y Después de la modificación**

## 9.5 PRUEBAS Y SIMULACIONES DE LAS PIEZAS REDISEÑADAS.

Se harán simulaciones ya con las modificaciones realizadas en las piezas, para observar cómo se comporta este nuevo diseño una vez aplicadas las correcciones y así poder cerciorarse que el nuevo diseño cumple con la reducción de fuga de espuma.



**Figura 38. Fuga de espuma (Scrap)**

Cuando la fuga de espuma es demasiado visible el refrigerador se vuelve scrap, teniendo perdidas la empresa por esta situación, por eso uno de los objetivos del proyecto es reducir la fuga de espuma en cada sector del Gabinete del refrigerador.

Antes de realizar una simulación o implementación de una modificación se hace uso de componentes de la línea para ensamblar y verificar cada una de las partes al momento de la producción.

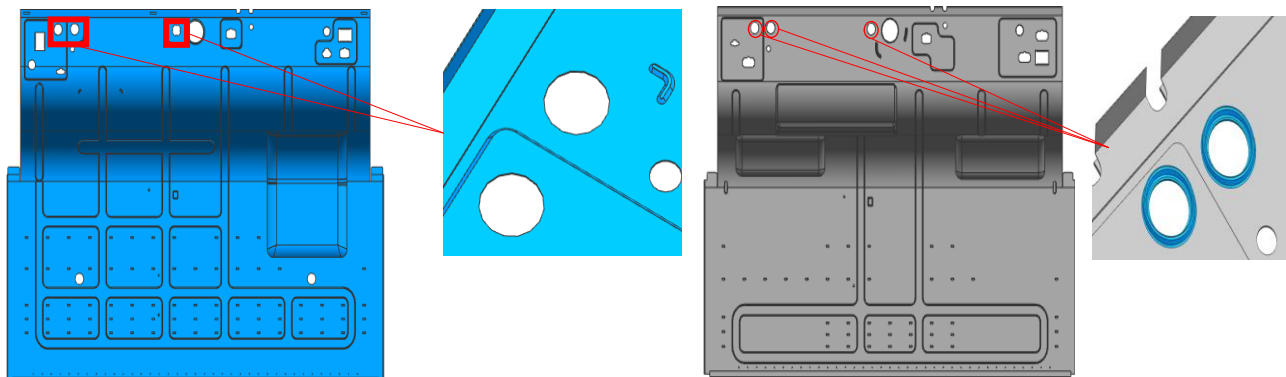
Como se muestra en la figura 39, se ensambla cada componente del gabinete, para poder implementar las modificaciones en los puntos correspondientes, se inyecta el poliuretano para calentarlo a una temperatura ya predeterminada y checar que la modificación cumplió con su objetivo.



**Figura 39. Proceso de ensamble antes de inyección de poliuretano.**

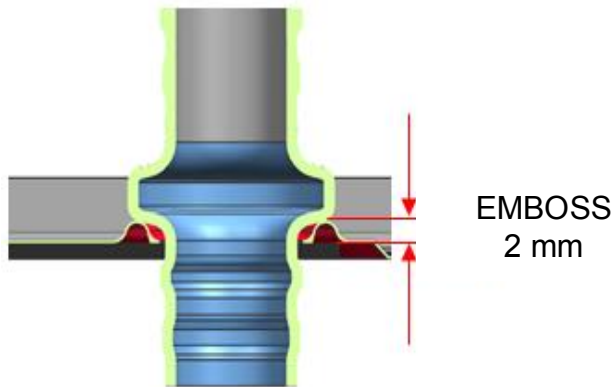
Al realizar un rediseño es importante tener en cuenta el material con el que se trabajara, ya que de esto depende de las posibilidades de poder implementarlo, por lo que los tiempos y costos pueden variar.

En la empresa se trabaja con metales troquelados y con piezas de plástico inyectadas por lo que cada una tiene sus alcances y limitaciones.



**Figura 40. Embozado agregado al troquelado de lámina**

En la figura anterior, se realizó un rediseño para agregar un embozado y tener un mayor ajuste en el área donde asientan las mangueras del refrigerador, después de haber realizado el debido análisis y teniendo en cuenta el material con el que se trabajara se procedió a realizar pruebas en línea para poder aprobar la mejora.



**Figura 41. Implementación de mejora en la línea de producción**

Después de tener una prueba exitosa, la modificación se aprueba, para poder implementarla en el troquelado de la lámina, para que una modificación o en su caso el rediseño sea aprobado debe tener más de un 70% de reducción de fuga de espuma.



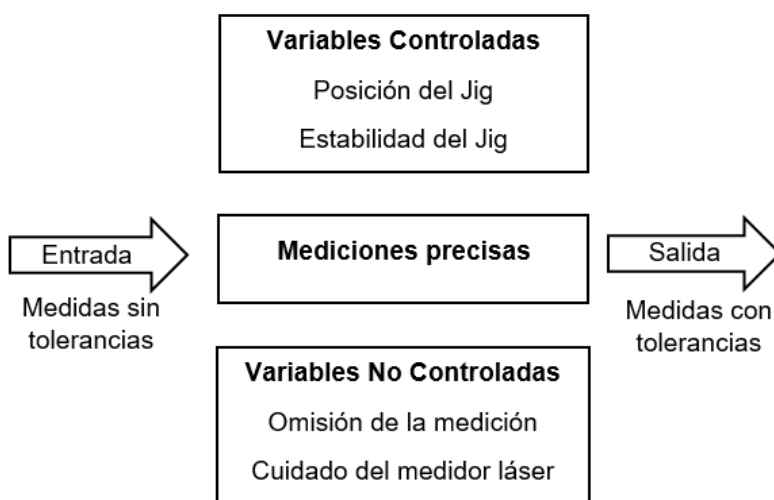
**Figura 42. Troquelado de lámina con modificación**

## 9.6 CONTROL DE TOLERANCIAS MEDIANTE DISEÑO DE JIG

Después de realizar las modificaciones necesarias para reducir la fuga de espuma, se debe mantener un control de tolerancias y especificaciones, en esta segunda etapa se realizó un JIG en específico para la medición de las puertas del gabinete.

Para la generación de alternativas se definió la función principal del JIG que consiste en mostrar mediciones precisas, esto en base a la matriz de ponderación de requerimientos previamente generada.

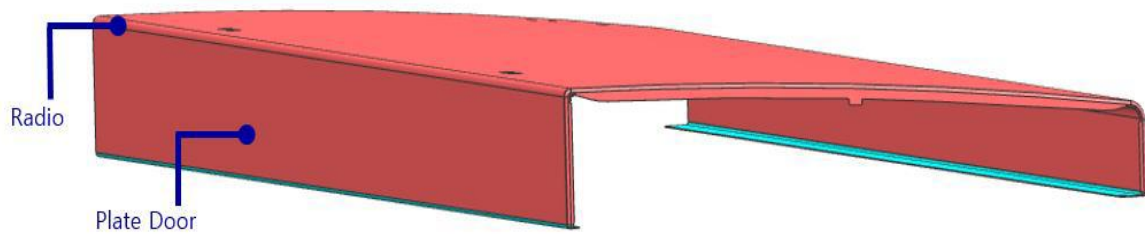
Teniendo la función principal se definieron las variables controladas y no controladas involucradas en el sistema como se muestra en la Figura 43.



**Figura 43. Función principal de un JIG**

Para el diseño del JIG fue necesario considerar los distintos tipos de modelos que se producen en la planta de refrigeradores, crear un JIG para cada modelo sería muy costoso y poco viable, por lo tanto, se llevó a cabo un análisis de características en común que presentaban los modelos entre sí. Investigando y analizando los diseños 3D de cada uno se obtuvo que entre ellos exista una similitud.



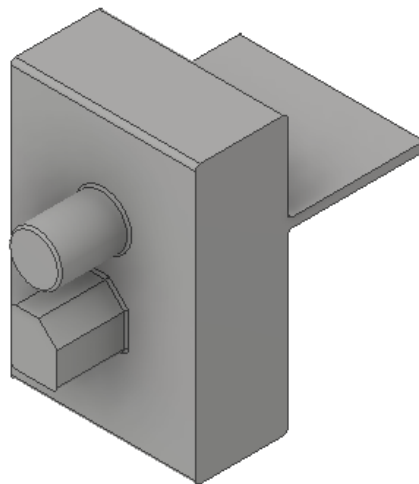


**Figura 44. Radio del dobléz externo del Plate Door.**

Por lo tanto, tomando en cuenta que los modelos presentan estas similitudes se puede elaborar un JIG receptor de láser para los modelos AW1-12, AW2-14, OPUS 3D, OPUS 4D y SSEDA y un JIG receptor de láser para los modelos IBACI y FAMILY HUB. Considerando que todos los Plate Door tiene un radio de 5 mm en su dobléz externo, se puede elaborar una base para puertas izquierdas y otra base para puertas derechas del medidor láser. Los modelos de la familia TMF no presentan troquelados del Handle Door por lo tanto sólo se utilizará el JIG para medir el ancho y el alto del Plate Door.

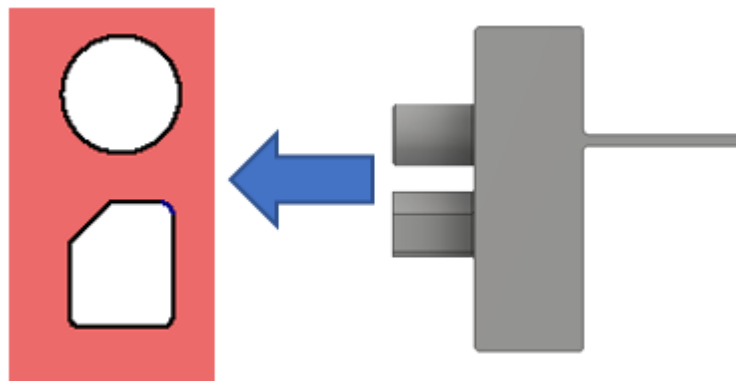
Para el diseño del JIG se utilizó el software CAD NX, en el cual se realizó un modelado 3D del JIG receptor del láser.

El primer modelado 3D que se elaboró fue el que se colocará en los troquelados de los modelos AW1-12, AW2-14, OPUS 3D, OPUS 4D y SSEDA. El diseño previo se muestra en la Figura 45.

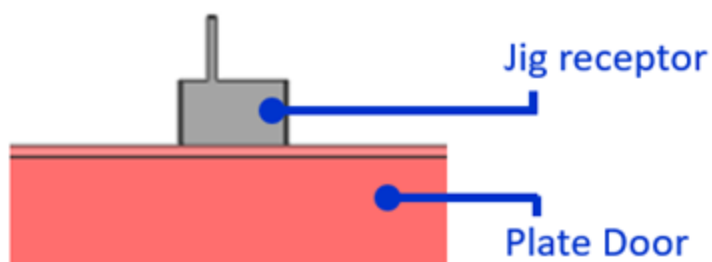


**Figura 45. JIG receptor de laser**

El JIG debe colocarse sobre los troquelados del Handle Door como si fuera un ensamble, como se muestra en la Figura 46 y Figura 47.



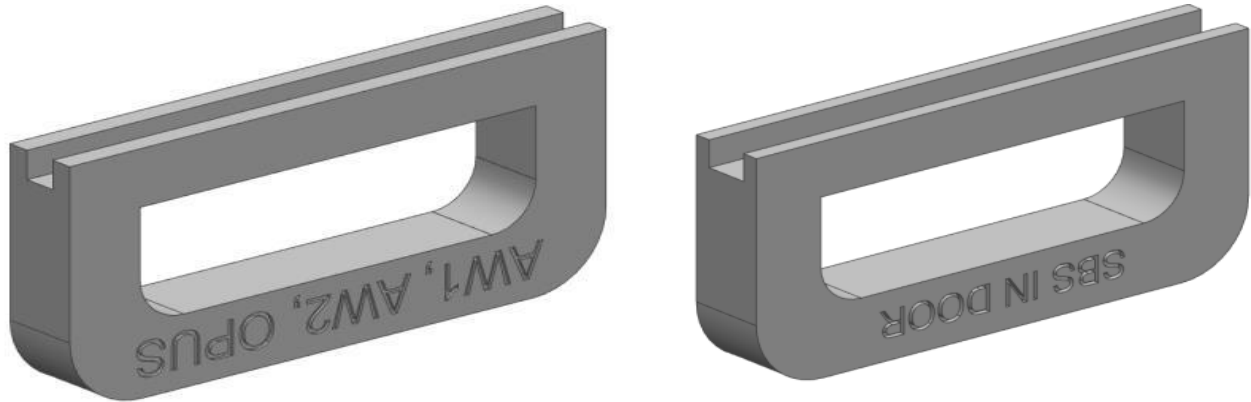
**Figura 46. Colocación JIG receptor de láser.**



**Figura 47. Ensamble del JIG receptor y el Plate Door.**

Los últimos modelos 3D que se elaboraron fueron los Jigs para medir el ancho de los dobleces internos del Plate Door, considerando que en los modelos AW1-12, AW2-14, OPUS 3D y OPUS 4D tiene por medida 10.5 mm de ancho en sus dobleces internos y 18.3 mm en sus dobleces externos, mientras que los modelos SSEDA, IBACI y TMF tiene por medida 7 mm de ancho en sus dobleces internos y 15.5 mm en sus dobleces externos.

En la Figura 48 se muestra a la izquierda el JIG para la medición de los dobleces internos de los modelos AW1-12, AW2-14, OPUS 3D y OPUS 4D y a la derecha se muestra el JIG para la medición de los dobleces externos.

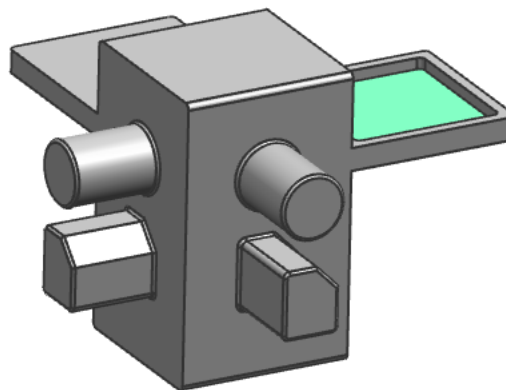


**Figura 48. A la izquierda JIG para medir dobleces internos de Plate Door y a la derecha para medir dobleces externos.**

Para todos los modelos 3D que se realizaron se tomaron en cuenta las tolerancias para que ensamblaran adecuadamente con el Plate Door, de lo contrario no se podría realizar la medición por falta de compatibilidad entre los modelos y la puerta.

➤ **Diseño definitivo y manufactura**

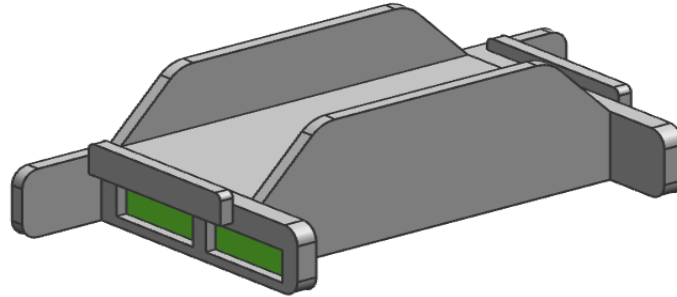
Se realizaron modificaciones a los modelados de los Jigs con la finalidad de reducir el número de piezas por fabricar. Los Jigs receptores de láser para los troquelados del Handle Door se adaptaron para que fueran útiles para medir tanto el troquelado superior como el inferior, el diseño definitivo y mejorado se muestra en la Figura 49 para modelos AW1-12, AW2-14, OPUS 3D, OPUS 4D y SSEDA.



**Figura 49. JIG receptor de láser, diseño final.**

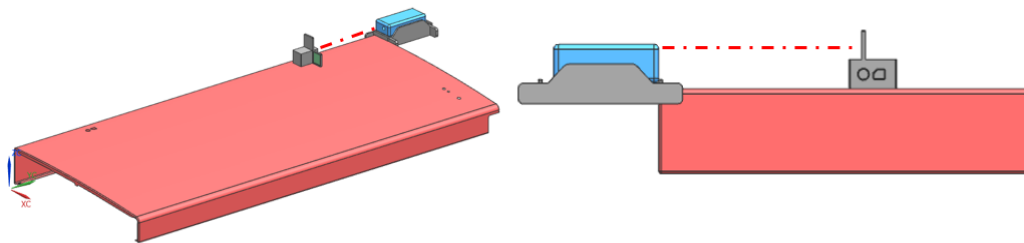


La base del JIG láser se modificó para que se adaptara a cualquier tipo de puerta ya sea Ref Door L, Ref Door R o Fre Door, el diseño definitivo se muestra en la Figura 50.



**Figura 50. Base del JIG receptor de láser, diseño final.**

En la Figura 51 se muestra una simulación de cómo se deber realizar la medición de la distancia de la parte superior del Plate Door al centro de la circunferencia del troquelado del Handle Door.



**Figura 51. Simulación de la medición del Plate Door.**

Para la manufactura de los Jigs se tomaron en cuenta dos opciones, maquinado CNC e impresión 3D.

Se tomó en cuenta que la fabricación por medio de maquinado CNC es un proceso externo al departamento de PE Team, por lo tanto, la fecha de fabricación dependería de la disponibilidad del departamento de Mold Center, mientras que el proceso de impresión 3D es un proceso interno al departamento de PE Team, por lo tanto, se le da prioridad y no hay necesidad de tiempo de espera.

Se realizó una comparación entre ambos procesos, tomando en cuenta el tiempo, el material y el costo de fabricación, la cual se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1. Comparación de costos de manufactura.**

Maquinado	Material	Cantidad de material	Costo por cantidad de material	Tiempo
CNC	Nylamid	330 cm <sup>3</sup>	\$ 7,500 MXN	6 horas
3D	ABS	165 cm <sup>3</sup>	\$ 846 MXN	5 horas

En la Tabla 2. Se muestra la cantidad de material necesario para la fabricación de cada uno de los Jigs, así como el costo y tiempo por cada tipo de maquinado.

**Tabla 2. Comparación de costos de manufactura por cada JIG.**

<b>JIG</b>	<b>Cantidad de material</b>	<b>Costo maquinado CNC</b>	<b>Costo impresión 3D</b>	<b>Tiempo maquinado CNC</b>	<b>Tiempo impresión 3D</b>
JIG receptor de láser para el primer tipo de troquelado	150 cm <sup>3</sup>	\$ 3,409 MXN	\$ 769 MXN	5.5 horas	4.5 horas
JIG receptor de láser para el segundo tipo de troquelado	133 cm <sup>3</sup>	\$ 3,023 MXN	\$ 682 MXN	5 horas	4 horas
JIG receptor de láser para ancho y alto	200 cm <sup>3</sup>	\$ 4,545 MXN	\$ 1,025 MXN	4.5 horas	3.5 horas
JIG base del medidor láser	492 cm <sup>3</sup>	\$ 11,182 MXN	\$ 2,523 MXN	7 horas	6 horas
JIG para medición de dobleces externos 1	300 cm <sup>3</sup>	\$ 6,818 MXN	\$ 1,538 MXN	5.5 horas	4.5 horas
JIG para medición de dobleces internos 1	200 cm <sup>3</sup>	\$ 4,545 MXN	\$ 1,025 MXN	4.5 horas	3.5 horas
JIG para medición de dobleces externos 2	300 cm <sup>3</sup>	\$ 6,818 MXN	\$ 1,538 MXN	5.5 horas	4.5 horas
JIG para medición de dobleces internos 1	200 cm <sup>3</sup>	\$ 4,545 MXN	\$ 1,025 MXN	4.5 horas	3.5 horas
<b>Total</b>	<b>1,975 cm<sup>3</sup></b>	<b>\$ 44, 885 MXN</b>	<b>\$ 10,125 MXN</b>	<b>42 horas</b>	<b>34 horas</b>

Se observa que el costo es más elevado cuando se trata de un maquinado CNC, por lo tanto, respetando el requerimiento de un costo que no exceda los \$ 16,000 MXN en la manufactura de los Jigs se llevará a cabo por impresión 3D, utilizando material ABS.

## 9.7 VALIDACIÓN DEL PROYECTO E IMPACTO EN LA EMPRESA

El rediseño de piezas para la reducción de fuga de espuma abarco diferentes modelos, por lo que su impacto se vio reflejado en el porcentaje de unidades sin defecto y la disminución de material en scrap.

Los JIG de medición se probaron en todos los modelos de refrigeradores, las figuras mostradas a continuación son los resultados de la prueba realizada en la Ref Door del modelo SSED.A.

En la Figura 52 se muestra la medición de la parte superior de la puerta al primer troquelado, la especificación marca que deben ser  $336 \pm 0.5$  mm y en la Figura 53 se muestra el resultado mostrado en el display del medidor láser.



Figura 52. Medición de la distancia al primer troquelado.



Figura 53. Medición mostrada en el display del medidor láser.

El personal de calidad PQC y el jefe del departamento de PE Team validaron el proyecto, el cual actualmente se utiliza para la medición de los Plate Door, por lo tanto, los resultados del proyecto fueron satisfactorios.

El proyecto no sólo fue útil para realizar el dimensionamiento del Plate Door, sino que también se utiliza para corregir la causa raíz de los problemas relacionados a las dimensiones.

El proyecto permitió reconocer qué parte de las prensas es necesario corregir para evitar que un Plate Door pase como NG, entre las partes que se modifican son los localizadores de las prensas, los cuales permiten que la lámina sea doblada y cortada de manera alineada, evitando descuadres y alteración en las dimensiones.

Los localizadores del molde que se modifican se muestran en la Figura 54.

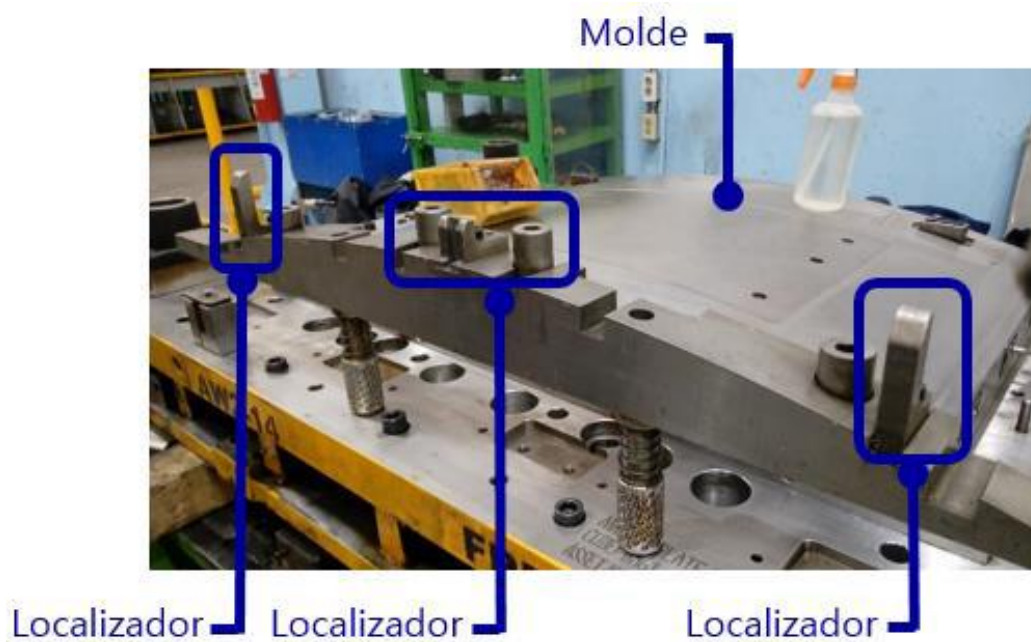


Figura 54. Localizadores en el molde.

## 10. RESULTADOS

Se mejoró el diseño y se optimizó las piezas en el sistema de refrigeración para reducir la fuga de espuma aislante, teniendo una eficiencia en el proceso mediante la eliminación de los puntos críticos de fuga.

Al abordar distintas piezas que se rediseñaron se visualiza el impacto mediante un summary que nos permite ver en que modelos y que piezas se rediseñaron, esto nos permite tener un historial de las modificaciones realizadas.


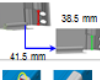


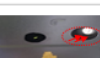


II. SUMMARY				Detailed Analytic Scientific Concrete Speedy			
No	Location	Picture	Description / Models	Date		Status	PIC
				Start	End		
1	Cabi Frame		Improve: Eliminate two holes in upper left cabi frame / it is not used Purpose: Reduction of operating time 2s ↓ / Reduced risk of foam leak. Models: ISACI, OPUS 3D, OPUS 4D, R53000H, AW2-F5, AW2-CD, AW3-32, RT 5000	Aug 31	Sep 11	Completed	Diego M.
2	Cabi Frame		Improve: Increase TR in Cabi Frame (3 mm / Cabi Bottom Front Area) Purpose: Interference elimination / Gap reduction cabi frame vs bott front 2mm ↓ Models: ISACI, OPUS 3D, OPUS 4D, R53000H, AW2-F5, AW2-CD, AW3-32, RT 5000	Sep 03	Sep 14	Completed	Diego M.
3	Guide-Water Tank In		Improve: Delete holes in GUIDE-WATER TANK IN closed material and improve sealing. Purpose: Reduced risk of foam leak. Models: ISACI, OPUS 3D, OPUS 4D, R53000H, AW2-F5, AW2-CD, AW3-32, RT 5000	Agu 30	W39	Completed	Diego M.
4	Cabi Bottom Rear		Improve: proposals to implement Purpose: Reduced risk of foam leak in sheet crease. Models: ISACI, OPUS 3D, OPUS 4D, R53000H, AW2-F5, AW2-CD, AW3-32, RT 5000	Sep 04	W39	Completed	Diego M.
6	Cabi Bottom Rear		Improve: implementation of JIG guide to center sponge D46201097A in Cabi Bottom Rear. Purpose: Reduced risk of foam leak in centering hole. Models: ISACI, OPUS 3D, OPUS 4D, R53000H, AW2-F5, AW2-CD, AW3-32, RT 5000	Sep 11	W38	Completed	Diego M.
7	Reif Bottom Front		Improve: Decrease Wall in curve of Reif Bottom Front 3mm Purpose: Interference elimination / Gap reduction cabi frame vs bott front 2mm ↓ Models: ISACI, OPUS 3D, OPUS 4D, R53000H, AW2-F5, AW2-CD, AW3-32, RT 5000	Sep 14	W42	On process	Diego M.
8	Cabi Bottom Rear		Improve: Elimination of hole's Purpose: Standardization Models: ISACI, OPUS 3D, OPUS 4D, R53000H, AW2-F5, AW2-CD, AW3-32, RT 5000	Sep 18	W44	Completed	Diego M.

Figura 55. Summary de actividades realizadas.

Las modificaciones al realizarse y aplicarse en línea de producción su impacto se mide en el porcentaje de reducción de fuga de espuma por modelo.

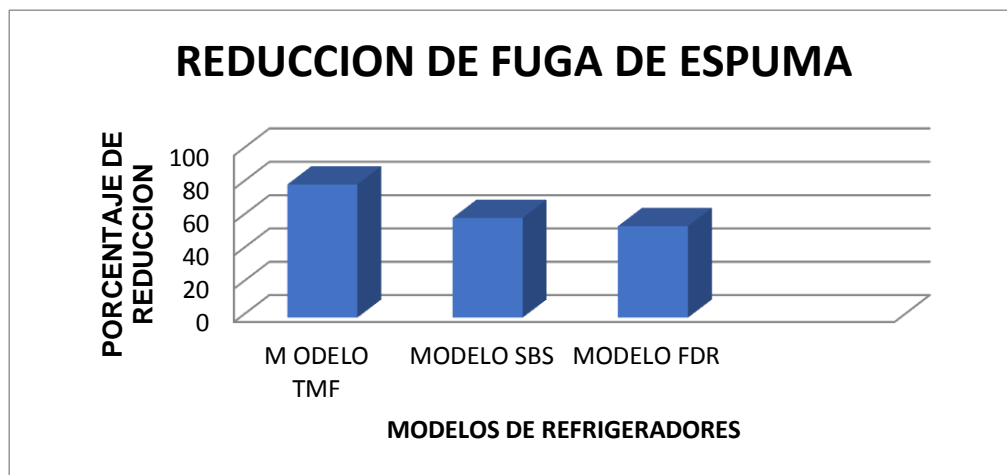
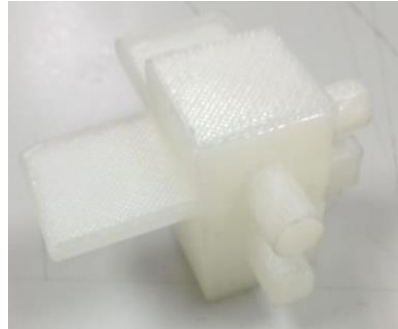


Figura 56. Grafica porcentaje de reducción de fuga de espuma.

➤ **Diseño físico de los JIG'S de medición de Plate Door**

Los JIG'S solicitados se diseñaron, se manufacturaron y se implementaron, a continuación, se muestran los JIG'S entregables del proyecto de residencias profesionales. En la Figura 57 se muestra el JIG receptor de láser para los modelos AW1-12, AW2-14, OPUS 3D, OPUS 4D y SSEDA.



**Figura 57. JIG receptor de láser.**

En la Figura 58. Se muestra el JIG base del medidor láser.



**Figura 58. JIG base del medidor láser.**

En la Figura 59 se muestran los JIG'S para medición de los dobleces internos y externos del Plate Door.



**Figura 59. JIG para medir los dobleces internos y externos del Plate Door.**

## 11. CONCLUSIONES

A manera de conclusión puedo afirmar que los objetivos del proyecto se cumplieron satisfactoriamente, ya que el proyecto es totalmente funcional y puede ayudar a disminuir problemas de fuga de espuma en el ensamblado de los gabinetes, además sirve como referencia para saber qué corregir en el proceso para evitar problemas derivados.

Ingresar al mundo de la industria me deja muchos aprendizajes, uno de ellos es el trabajo integral de todas las áreas, en la empresa no existen trabajos individuales todos debemos aportar algo y cuando alguien falla, fallamos todos. Por ello fue muy importante tomar en serio nuestra posición, incluso siendo practicantes, ya que también nos desempeñábamos en otras tareas de ingeniería igual de importantes que la de un trabajador.

Pienso que el tener que entregar resultados inmediatos me ayudó en gran medida a desarrollar el proyecto, pues no era un simple trabajo para aprobar una materia, es un compromiso ante un jefe directo y con la empresa, la proactividad y el dinamismo son fundamentales en este tipo de industria.

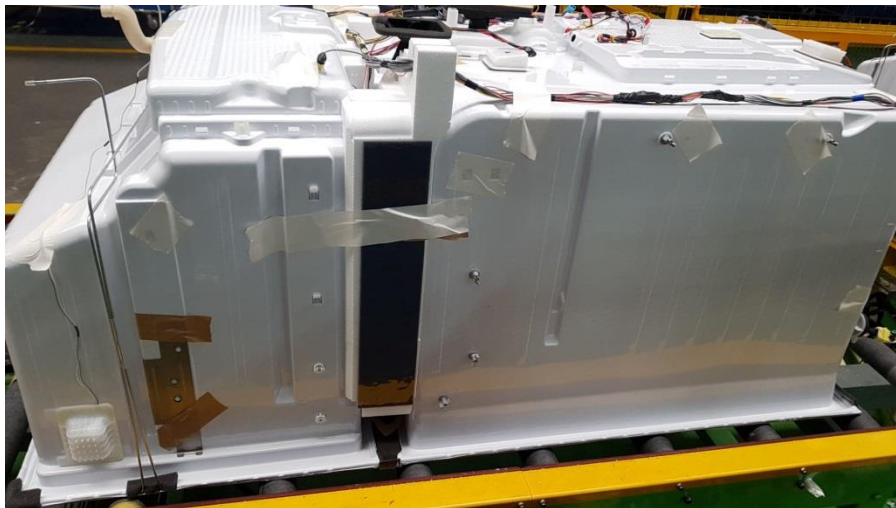
Por último, debo mencionar que el tener esta experiencia me enriqueció en experiencia y conocimientos, desarrollé y apliqué los conocimientos adquiridos durante mi carrera profesional y en lo personal siento que tuve un gran desempeño durante mi estancia en Samsung Electronics Digital Appliances México.

## 11. FUENTES DE INFORMACIÓN

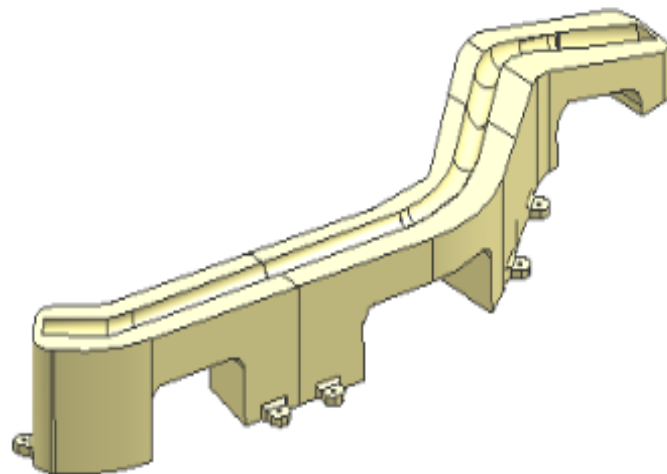
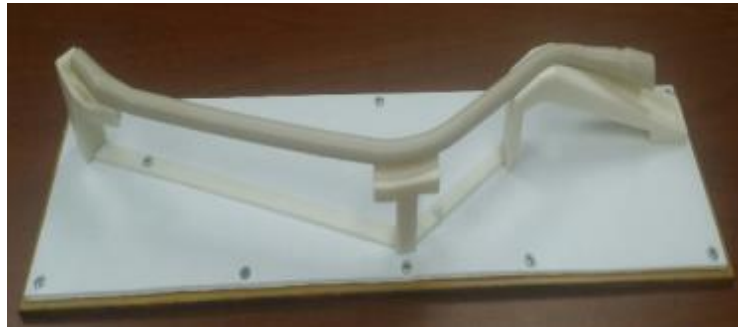
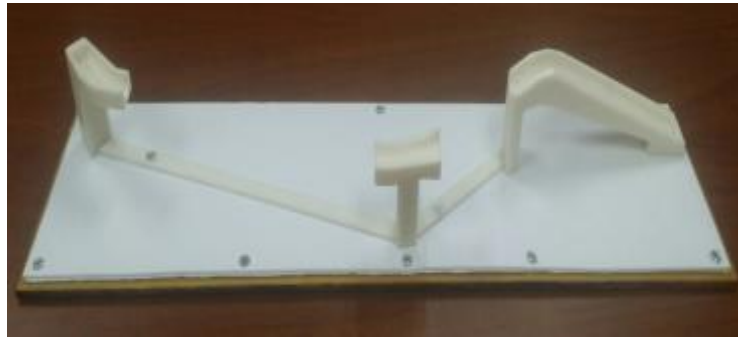
- 1) Mondragón, M. E., Orozco C. J., & Orozco C. F. (2013). *Electrónica y servicio: Refrigeradores con Control Electrónico*. Manual de reparación. México Digital Comunicación, S.A. de C.V., 5-17.
- 2) Enríquez, H. (2003). *Manual de Instalaciones Electromecánicas en casas y edificios*. Noriega Editores, 196-198.
- 3) Álvarez F. J., Callejón A. I., & Forns F. S., (2005). *Motores alternativos de combustión interna*. UPC, 31-32.
- 4) Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. Mc Graw Hill.
- 5) IPN. (Septiembre de 2011). Obtenido de *Mantenimiento y Sistemas de Manufactura*: <https://sistemasmanufactura.files.wordpress.com/2011/09/sesion-10-022011.pdf>



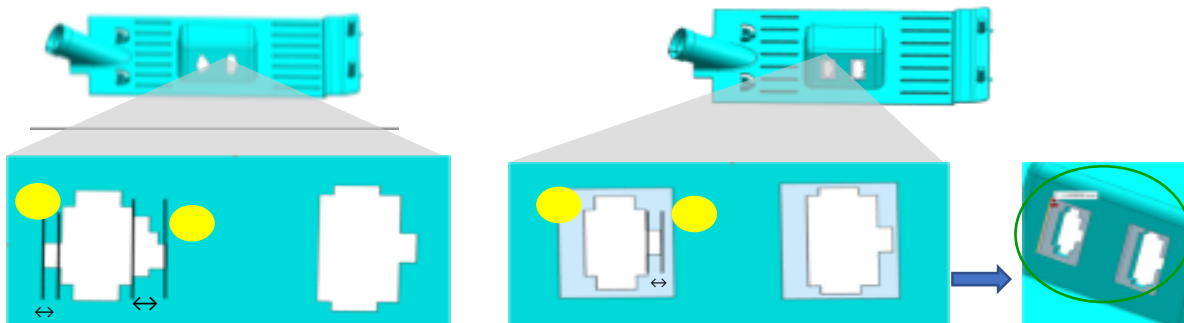
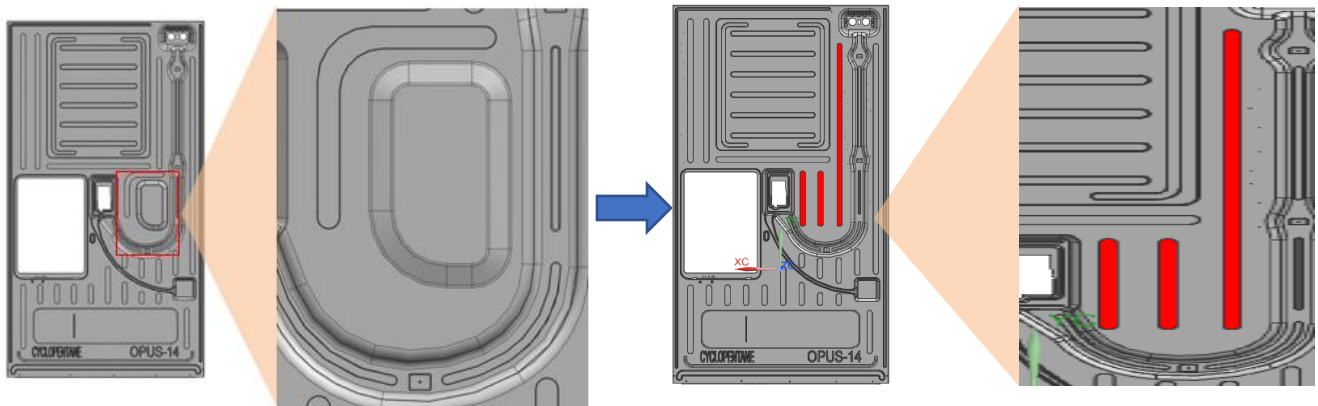
## 12. ANEXOS



**Anexo 1. Termo formado ensamblado**



Anexo 2. Jig para manguera

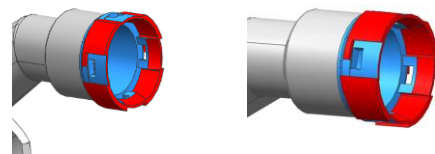
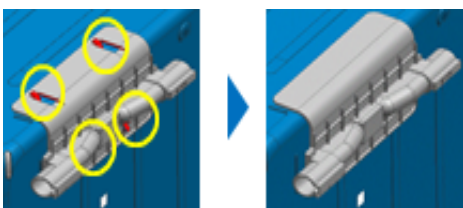


Gap 4 mm



Gap: 0.5 mm

Increase pressure



### Anexo 3. Rediseño varias piezas