



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

ESTUDIO DE UN PROCEDIMIENTO DE  
UNA SOLDADURA ULTRASÓNICA EN  
COMPONENTES PLÁSTICOS  
(PARACHOQUES DELANTERO) DE  
VEHÍCULOS FORD DE LA EMPRESA  
FORD MOTOR DE VENEZUELA, S.A.

Autor: Julio Ramos

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ESTUDIO DE UN PROCEDIMIENTO DE UNA SOLDADURA  
ULTRASÓNICA EN COMPONENTES PLÁSTICOS (PARACHOQUES  
DELANTERO) DE VEHÍCULOS FORD DE LA EMPRESA FORD MOTOR  
DE VENEZUELA, S.A.**

**Informe de Pasantías presentado como requisito para optar por el título de:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**Empresa: Ford Motor de Venezuela S.A, Valencia, Estado Carabobo.**

**Autor:**

Julio Ignacio Ramos Rodríguez  
C.I.: V-23.649.772

**Tutor:**

Ing. Donato Romanello  
C.I.: V-4.131.877

San Diego, Julio de 2018.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ESTUDIO DE UN PROCEDIMIENTO DE UNA SOLDADURA  
ULTRASÓNICA EN COMPONENTES PLÁSTICOS (PARACHOQUES  
DELANTERO) DE VEHÍCULOS FORD DE LA EMPRESA FORD MOTOR  
DE VENEZUELA, S.A.**

**CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN**

---

Ing. Donato Romanello  
C.I.: V-4.131.877  
Tutor Académico

---

Ing. Enrique Rivero  
C.I.: V-4.737.661  
Tutor Empresarial

**Autor:**  
Julio Ignacio Ramos Rodríguez  
C.I.: V-23.649.772

San Diego, Julio de 2018.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ingeniero Donato Romanello, portador de la cédula de identidad N° V-4.131.877, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Julio Ignacio Ramos Rodríguez portador de la cédula de identidad N° V-23.649.772, titulado **“ESTUDIO DE UN PROCEDIMIENTO DE UNA SOLDADURA ULTRASÓNICA EN COMPONENTES PLÁSTICOS (PARACHOQUES DELANTERO) DE VEHÍCULOS FORD DE LA EMPRESA FORD MOTOR DE VENEZUELA, S.A.”** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, mes de Julio del año dos mil dieciocho.

---

Ing. Donato Romanello  
C.I.: V-4.131.877

## **DEDICATORIA**

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pp
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>LA EMPRESA.....</b>	<b>3</b>
1.1 Descripción De La Empresa.....	3
1.2 Reseña Histórica.....	4
1.3 Productos Elaborados.....	6
1.4 Misión.....	7
1.5 Visión.....	8
1.6 Objetivos.....	8
1.7 Valores.....	8
1.8 Políticas.....	9
1.9 Estructura organizacional de la empresa.....	12
1.10 Descripción del departamento.....	13
1.11 Misión del Departamento.....	13
1.12 Estructura organizacional del departamento.....	13
1.13 Actividades a desarrollar durante el periodo de pasantías.....	14
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>EL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
2.1 Planteamiento Del Problema.....	15
2.2 Formulación Del Problema.....	16
2.3 Objetivo General.....	16
2.4 Objetivos Específicos.....	16
2.5 Justificación de la investigación.....	16
2.6 Alcance.....	17
2.7 Limitaciones del estudio.....	17
<b>CAPITULO III</b>	
<b>MARCO TEORICO.....</b>	<b>18</b>
3.1 Antecedentes.....	18
3.2 Bases Teóricas.....	19
3.2.1 Soldadura.....	19

3.2.2 Ultrasonido.....	21
3.2.3 Características generales de los plásticos.....	23
3.2.4 Clasificación de los plásticos según su plasticidad.....	24
3.2.4.1 Termoplásticos.....	24
3.2.4.2 Termoestables.....	25
3.2.5 El plástico en la fabricación del automóvil.....	25
3.2.5.1 Distribución de piezas plásticas en los vehículos.....	25
3.2.6 Tipos de plásticos utilizados en el automóvil.....	26
3.2.7 Parachoques delantero de vehículo.....	27
3.2.7.1 Materiales de los parachoques delanteros.....	27
3.2.7.2 Componentes de los parachoques delanteros.....	29
3.2.8 Soldadura plástica.....	32
3.2.8.1 Técnicas de soldadura.....	33
3.2.8.2 Técnicas de soldadura en termoplásticos.....	34
3.2.9 Soldadura por ultrasonido.....	46
3.2.9.1 Funcionamiento de la maquina.....	46
3.2.9.2 Ventajas de uniones por ultrasonido.....	48
3.2.10 Componentes de la maquina.....	49
3.2.11 Parámetros del proceso de soldadura.....	51
3.3 Definiciones de términos básicos.....	52
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>FASES METODOLÓGICAS.....</b>	<b>54</b>
4.1 Fases de la Investigación.....	54
4.1.1 Fase I.....	54
4.1.2 Fase II.....	54
4.1.3 Fase III.....	54
4.1.4 Fase IV.....	55
<b>CAPITULO V</b>	
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
5.1 Diagnosticar la situación actual de los parachoques delanteros de los vehículos Ford.....	56
5.1.1 Ensamble del parachoque delantero de vehículos Ford.....	57
5.1.1.1 Vista exterior.....	57
5.1.1.2 Vista interior.....	57
5.1.1.3 Parachoque delantero.....	58
5.1.1.4 Piezas afectadas del parachoque.....	58

5.1.1.5	Ensamble de piezas afectadas.....	59
5.1.1.5.1	Tornillería y tuerca.....	59
5.1.1.5.1.1	Tornillo W716195-S450B.....	60
5.1.1.5.1.2	Tuerca W704277-S439.....	60
5.1.1.6	Localización de la soldadura.....	61
5.2	Identificar los parámetros que debe tener la máquina para realizar una buena soldadura .....	62
5.2.1	Equipo de soldadura dukane.....	62
5.2.1.1	Parámetros de soldadura.....	63
5.2.1.1.1	Ajustes del parámetro de soldadura.....	63
5.2.1.1.1.1	Ajustes por energía.....	64
5.2.1.1.1.2	Ajuste de tiempo de sostenido.....	68
5.3	Estudiar el procedimiento más conveniente de soldadura en los parachoques delanteros de vehículos Ford.....	70
5.3.1	Descripción del proceso.....	70
5.3.1.1	Antes de realizar la soldadura.....	70
5.3.1.2	Preparación de la maquina.....	73
5.3.1.3	Momento de efectuar la soldadura.....	74
5.3.1.4	Luego de haber realizado la soldadura.....	77
5.3.1.5	Prueba para verificar que se haya realizado una buena soldadura.....	77
5.3.1.5.1	Pruebas visuales.....	78
5.3.1.5.2	Ejemplo de soldadura.....	78
5.3.1.5.2.1	Soldaduras erróneas.....	78
5.3.1.5.2.2	Soldadura correcta.....	80
5.4	Beneficios de la propuesta.....	82
5.4.1	Beneficios empresariales.....	82
5.4.2	Beneficios al consumidor.....	82
5.4.3	Beneficios académicos.....	82
5.4.4	Beneficios financieros.....	83
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>84</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>85</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>86</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Pp</b>
1	Línea de pasajeros ensamblados en la Planta Valencia.....	7
2	Línea de camiones y pick-up ensamblados en la Planta Valencia.....	7
3	Estructura organizativa de Ford Motor de Venezuela.....	12
4	Estructura organizativa del departamento.....	13
5	Características de una onda sinusoidal.....	22
6	Clasificación de los termoplásticos.....	24
7	Propiedades del polímero.....	28
8	Propiedades de vulcanizado.....	29
9	Parachoques delantero.....	29
10	Portaplaca.....	30
11	Elemento de parachoques inferior.....	30
12	Moldura de parachoques inferior.....	30
13	Marco de luces.....	31
14	Soporte de luces.....	31
15	Parrilla superior.....	31
16	Luces de niebla .....	32
17	Moléculas entrelazadas.....	32
18	Etapas del proceso de soldadura por placa caliente.....	35
19	Depósito de agua soldado por placa caliente.....	35
20	Esquema de soldadura por aire caliente.....	36
21	Reparación de pieza plástica de automóvil mediante soldadura de aire caliente .....	37
22	Sellado térmico de bolsa con alimento.....	37
23	Soldadura por extrusión.....	38
24	Soldadura por inyección.....	39
25	Esquema de soldadura por ultrasonido.....	39
26	Piezas soldadas por ultrasonido .....	40
27	Esquema de soldadura por láser.....	41
28	Equipo para soldadura por fricción lineal.....	42
29	Depósito de líquido de freno soldado por vibración lineal.....	43
30	Esquema de soldadura por fricción rotatoria.....	43
31	Soldador rotacional.....	44
32	Esquema de unión de tubo de PVC por soldadura química.....	45
33	Unión de tubería PVC por soldadura química.....	45
34	Etapas de soldadura por ultrasonido.....	47
35	Ventajas y restricciones de uniones por ultrasonido.....	48
36	Fuente generadora de poder marca DUKANE.....	49

37	Porta sonoro marca DUKANE.....	49
38	Electrodo de titanium marca DUKANE.....	50
39	Cable de tierra.....	50
40	Ensamble de parachoque delantero de vehículos Ford.....	57
41	Ensamble de parachoque delantero de vehículos Ford.....	57
42	Parachoque delantero de vehículos Ford.....	58
43	Parachoque delantero de vehículos Ford.....	58
44	Parachoque delantero de vehículos Ford.....	59
45	Tornillo del parachoque delantero de vehículos Ford.....	60
46	Tuerca del parachoque delantero de vehículos Ford.....	60
47	Localización de la soldadura en el parachoque.....	61
48	Botón de encendido y apagado en equipo de soldadura Dukane.....	62
49	Menú de inicio en equipo de soldadura Dukane.....	63
50	Botón de energía en equipo de soldadura Dukane.....	64
51	Pantalla de parámetro de energía en equipo de soldadura Dukane....	64
52	Valor de la energía en equipo de soldadura Dukane.....	65
53	Parámetro de la energía en equipo de soldadura Dukane.....	65
54	Valor de la energía en equipo de soldadura Dukane.....	66
55	Tiempo máximo de soldadura en equipo de soldadura Dukane.....	66
56	Modificar el valor del tiempo en equipo de soldadura Dukane.....	67
57	Establecer el valor del tiempo en equipo de soldadura Dukane.....	67
58	Botón de sostenido en equipo de soldadura Dukane.....	68
59	Pantalla de tiempo de sostenido en equipo de soldadura Dukane....	68
60	Modificar el tiempo de sostenido en equipo de soldadura Dukane....	69
61	Establecer el tiempo de sostenido en equipo de soldadura Dukane...	69
62	Taller de soldadura ultrasónica.....	70
63	Almacén de piezas.....	71
64	Visualización de pieza a soldar.....	71
65	Limpieza de pieza a soldar.....	72
66	Puesto de trabajo de pieza a soldar.....	72
67	Tenazas de seguridad.....	73
68	Máquina de soldadura ultrasónica.....	73
69	Parámetros de soldadura.....	74
70	Unión de piezas a soldar.....	74
71	Contacto con sonotrodo y pieza a soldar.....	75
72	Accionamiento de la máquina.....	75
73	Soldando piezas.....	76
74	Punto de soldadura.....	76
75	Soldando pieza.....	77
76	Soldadura errónea.....	78
77	Soldadura errónea.....	79
78	Soldadura errónea.....	79
79	Soldadura errónea.....	80

80	Soldadura correcta.....	80
81	Posición correcta del sonotrodo.....	81



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ESTUDIO DE UN PROCEDIMIENTO DE UNA SOLDADURA  
ULTRASÓNICA EN COMPONENTES PLÁSTICOS (PARACHOQUES  
DELANTERO) DE VEHÍCULOS FORD DE LA EMPRESA FORD MOTOR  
DE VENEZUELA, S.A.**

**Autor:** Julio Ignacio Ramos Rodríguez

**Tutor:** Ing. Donato Romanello

**Fecha:** Julio, 2018

**RESUMEN**

El presente proyecto se enfoca en el estudio de un procedimiento de una soldadura ultrasónica en componentes plástico de vehículos Ford de la empresa Ford Motor de Venezuela, S.A. Específicamente en los parachoques delanteros, con el objetivo de mejorar la eficiencia en la línea de producción y previniendo cualquier tipo de desajuste o desprendimiento del mismo, Se estudiará.

**Descriptor:** Estudio, procedimiento, soldadura, ultrasónica

## INTRODUCCIÓN

El Mejoramiento Continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo. Para llevar a cabo este proceso de Mejoramiento Continuo tanto en un producto, departamento determinado como en toda empresa, se debe tomar en cuenta que la calidad de un producto influye directamente en la empresa. A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte, las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de esta técnica puede ser que las organizaciones crezcan dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes.

Ford Motor de Venezuela es una empresa ensambladora de vehículos con muchos años y experiencia en el ramo automotor, a medida que ha transcurrido el tiempo se han ido desarrollado nuevos modelos de vehículos cada vez más ambiciosos y con nuevas tecnologías, a la par con ellos, los procesos de ensamblaje también han tenido que avanzar, los cuales requieren cada día de la implementación de métodos y técnicas que se ajusten a estos.

El siguiente informe se va a enfocar en el estudio de un procedimiento de una soldadura ultrasónica en componentes plásticos, específicamente en los parachoques delanteros de vehículos Ford, el cual cumple la función de establecer una fijación permanente entre el parachoques delantero con el soporte, este tipo de fijación al ser sencilla puede presentar desajustes con el pasar del tiempo ocasionando vibraciones, ruido o desprendimiento del mismo, para evitar esto es necesario realizar una unión permanente mediante una soldadura ultrasónica y así poder corregir ese potencial problema futuro.

Para poder solucionar esta problemática, el informe se estructurará de la siguiente forma:

Capítulo I: englobar los datos de la empresa, donde se está realizando el montaje del proyecto, comprende desde la estructura organizativa general como del departamento del proyecto asignado, el producto que se realiza hasta su misión, visión y valor como empresa.

Capítulo II: exhibe la problemática de una manera detallada, a su vez se presenta el plan de acción a tomar para la misma tomando en consideración las limitaciones de la resolución propuesta.

Capítulo III: trata de los antecedentes y la información almacenada como definiciones de términos básicos y conceptos relacionada la problemática que sirven de soporte para resolver la misma.

Capítulo IV: delimita el tipo y diseño de la investigación, las fases metodológicas que se ejecutaran en el proyecto para poder concretar la meta propuesta, describiendo las técnicas, procedimientos e instrumentos a manejar.

Capítulo V: mencionar todo el tipo de recursos que fueron solicitados en el periodo de la ejecución del proyecto.

## **CAPÍTULO I**

### **LA EMPRESA**

#### **1.1 Descripción De La Empresa**

Ford Motor Company es hoy una empresa global con plantas de fabricación en Estados Unidos, Argentina, Australia, Brasil, Canadá, México, Sudáfrica, Taiwan, Unión Europea y Venezuela; asociada con Mazda de Japón, Tailandia, Filipinas, Vietnam, Malasia, China, Aston Martin Lagonda y Jaguar, ambas de Gran Bretaña. Haciendo uso de lo más avanzado en Telecomunicaciones, Ford ha coordinado su formidable concentración de recursos y conocimientos para liderizar el desarrollo de vehículos que puedan usarse en cualquier país.

En 1962, Ford Motor comenzó el ensamblaje de vehículos en Venezuela, en su planta ubicada en Valencia. El Falcón fue el primer vehículo ensamblado en Venezuela, de una larga lista de modelos exitosos como el Galaxie, el Fairline, LTD y Mustang, este último convirtiéndose en toda una celebridad, aún vigente. En estos 40 años, Ford ha introducido en el mercado venezolano modelos que han hecho historia, el Maverick, la pick-up F-150, el Sierra Escort, Festiva, Fiesta, Láser, los camiones F150, F-350, F 7000 y 8000 y Ranger. Además de los utilitarios Bronco, seguido de uno de los mayores bestsellers en ventas mundiales: Explorer.

La planta de Ford en Valencia, ocupa un terreno de 416.234m<sup>2</sup>, contando con una capacidad instalada de 300 unidades por día en un solo turno. Para 1997, Ford había alcanzado la cifra de 1.000.000 de vehículos producidos en su planta.

La planta de Valencia ha sido objeto de reconocimientos y certificaciones nacionales e internacionales, obteniendo en 1993 el galardón Q1 otorgado por la corporación a las plantas de ensamblaje que cumplen a cabalidad con las normas de calidad mundial de exportación. En 1996 Ford, recibió la certificación

Internacional ISO 9002 y ha sido re-certificada por ISO 14000 por la protección al medio ambiente.

Ford cubre el mercado sub-regional andino, exportando su producción hacia Colombia y Ecuador, desde su planta en Valencia, contribuyendo decididamente en la generación de divisas. Las inversiones de Ford, han demostrado su confianza en Venezuela y han permitido la evolución tecnológica en todos los aspectos del negocio, ubicándose en excelentes posiciones en ventas y capacitando de manera constante a sus trabajadores, firmes en la convicción de que su principal recurso es su gente.

## **1.2 Reseña Histórica**

Ford Motor Company nació sin alardes el 16 de Junio de 1.903, cuando Henry Ford y once socios suscribieron la empresa con un capital de apenas 28 mil dólares. Sólo a unas semanas de haberse fundado comenzó su presencia internacional vendiendo un modelo T a un cliente en Canadá. Hoy, casi centenaria, reporta ventas por el orden de los 147 millardo de dólares. Ford, es quizá la empresa Norteamericana cuyo símbolo es el más fácil de reconocer. De hecho, es la segunda corporación industrial del mundo y los autos y camiones con el óvalo se venden en 200 países y territorios, acumulando el 13% del mercado global.

Entre los primeros modelos desarrollados por Ford, uno de los más memorables es el modelo T, que nació en 1.908 y comenzó a venderse en Venezuela en 1.911, siendo el primer automóvil vendido en Venezuela y en Latinoamérica. Su evolución de 19 años, durante los cuales se vendieron más de 15 millones de unidades, simboliza el desarrollo de la joven compañía que había iniciado una revolución urbana con sus vehículos, así como otra Revolución Industrial al incorporar la línea de ensamblaje al proceso de producción.

La Expansión: la madurez de la empresa comenzó a manifestarse en los años 20 y 30, cuando los deseos por parte de los consumidores, de mayor lujo y potencia, fomentaron la competencia entre los fabricantes.

Ford lanzó el Modelo A en 1.927, con variedad de carrocerías y colores; pero su mayor éxito, en los años prebélicos (1.932), se fue el vaciado de un motor V-8 en una sola pieza. Lo que los expertos consideraban imposible y que a la competencia tomó años en igualar, se convirtió en una confiable realidad para quienes se deleitaban con el desempeño del Vehículo.

La compañía emprendió la construcción del complejo industrial más grande de Ford Motor Company desde finales de 1.910 e inicios de 1.920, en los predios del Río Rouge en Dearborn, Michigan. Con un costo de 280 millones de dólares lo cual representaba en 1.927 una inversión inalcanzable, que materializó la idea de Henry Ford de producción en serie.

En la segunda Guerra Mundial también demostró los recursos industriales de Ford. En menos de 3 años, su contribución al esfuerzo bélico Norteamericano se materializó en 8.600 bombarderos B-24, 57.000 motores para aviones, más de 250.000 vehículos militares (Tipo jeep), tanques, destructores de tanques y otras piezas de máquinas de guerra.

Finalizada la contienda, la empresa se embarcó en un proceso de reestructuración y expansión, cuyos frutos más notables fueron el lanzamiento del Thunderbird en 1.954 y del Mustang en 1.964, así como el establecimiento de nuevas plantas de fabricación de piezas y de ensamblaje fuera de los Estados Unidos. Una de esas plantas había de construirse en Venezuela.

El 27 de octubre de 1962, se inauguró la planta de ensamblaje de Ford Motor de Venezuela, en la Zona Industrial de Valencia. Fue la culminación de una relación que llevaba más de medio siglo, a través de una red de distribuidores que importaba autos y camiones desde los Estados Unidos y los vendía en todo el territorio nacional. El primer carro que salió de la línea de montaje fue un Ford Falcón.

En 1.995, la planta de Valencia conquistó la distinción Q-1, con la que Ford certifica que sus operaciones cumplen con los requisitos de seguridad, calidad prontitud y respeto al ambiente exigidos en las mejores plantas del mundo.

Otra validación, de acuerdo con las normativas independientes de aceptación universal, ocurrió en 1.996 en el otorgamiento de la certificación Covenin ISO 9002. Y en el año 2.002 con la recertificación con la Norma ISO 9000:2000, siendo la primera Ensambladora en Venezuela en conquistar este certificado. El reconocimiento de esa calidad por parte del consumidor la ha concedido a Ford el segundo lugar en Ventas en Venezuela. Sus autos y camiones llegan al consumidor a través de su red de más de 63 concesionarios, con total respaldo de servicio y repuestos.

En Venezuela, los frutos de la globalización se han materializado en Explorer y Fiesta, vehículos altamente sofisticados que hacen uso de la ingeniería más avanzada en motores multiválvulas, sistemas de inyección, transmisiones electrónicas y detalles de seguridad como bolsas de aire (air-bags) y frenos a prueba de bloqueo (ABS)

### **1.3 Productos Elaborados**

El catálogo actual de productos de la empresa ensambladora Ford Motor de Venezuela S.A. Cuenta con una línea de camiones y pick up; y una línea de pasajeros.



**Figura 1. Línea de pasajeros ensamblados en la Planta Valencia**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

## LINEA DE CAMIONES Y PICK UP



**Figura 2. Línea de camiones y pick-up ensamblados en la Planta Valencia**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

### 1.4 Misión

Ser la compañía líder mundial en producción y servicios automotores, orientada hacia el consumidor, mediante un sistema común de producción simplificado, flexible y disciplinado, definido por un conjunto de principios y procesos, que emplee grupos de personas capaces y facultados que aprenda y trabaje en conjunto de manera segura, en la producción y entrega de productos que consistentemente excedan las expectativas de los clientes en calidad, costo y tiempo, donde la calidad es lo primero; los clientes son la razón de hacer de todos los actos y el mejoramiento continuo esencial para el éxito.

### 1.5 Visión

La organización Ford Motor Company es una familia global diversa, con una tradición de la cual están orgullosos, comprometidos con pasión a ofrecer productos y servicios excepcionales que mejoren la calidad de vida de las personas.

## **1.6 Objetivos**

- Ensamblar autos de excelente calidad, tomando en cuenta la productividad, competitividad y rentabilidad; además de establecer y aplicar políticas y normas de calidad que permitan brindar a sus clientes tanto internos como externos un óptimo servicio, asegurándose que el mismo satisfaga totalmente sus necesidades y requerimientos en un mínimo de tiempo y con calidad.
- Ofrecer a los empleados un crecimiento personal, logros de adiestramiento y participación en el proceso de toma de decisiones, capacitando y motivando al personal a trabajar en equipo y permitiéndole oportunidades de desarrollo basándose en los valores más altos de conducta y ética profesional.
- Satisfacer con éxito las necesidades de su cliente ensamblando a una óptima calidad bajo un control que se rige por las exigencias competitivas del mercado, asegurando el crecimiento y viabilidad de nuestra empresa.

## **1.7 Valores**

- El cliente es la máxima prioridad. Se hace lo que sea correcto para los clientes, la gente, el ambiente y la sociedad. Mejorando todo lo que se hace, proporciona retornos superiores a los accionistas.
- El negocio está impulsado por el enfoque hacia el consumidor, la creatividad, la efectividad y un espíritu emprendedor.
- Ford Motor Company conforma un gran equipo. Se respeta y valora la contribución de cada uno de los trabajadores.
- La integridad de la empresa nunca se compromete y realiza una contribución positiva a la sociedad.
- Constantemente se esfuerza para mejorar todo lo que hace.

## **1.8 Políticas**

- Política ambiental

Ford Motor de Venezuela, S.A., empresa dedicada al ensamblaje de Vehículos y distribución de partes y accesorios, está comprometida a:

- Cumplir y superar los requerimientos legales ambientales del país y otros requisitos corporativos.
- Minimizar la contaminación.
- Reducir los impactos adversos al ambiente.
- Mejorar continuamente en el desempeño ambiental mediante el establecimiento y revisión de objetivos y metas ambientales.

La política ambiental de Ford Motor de Venezuela S.A., empresa dedicada al ensamblaje de vehículos, es ser una organización con un alto sentido de responsabilidad en la protección del medio ambiente. Ford Motor de Venezuela S.A. está comprometida a cumplir con la política corporativa No. 17 de Ford Motor Company, incluyendo el compromiso a cumplir, y cuando sea posible, superar los requerimientos legales ambientales del país al igual que otros requisitos corporativos, a la reducción y seguimiento en la generación de desechos, minimización de la contaminación y a la reducción de impactos adversos al ambiente.

Ford Motor de Venezuela S.A. está comprometida a la mejora continua de su desempeño ambiental mediante el establecimiento de objetivos ambientales que serán periódicamente revisados con el fin de alcanzar la visión y los lineamientos ambientales de nuestra planta, tomando en cuenta los objetivos del negocio, los puntos de vista de los empleados y de la comunidad en general.

Esta política ambiental cubre todas las actividades de Ford Motor de Venezuela S.A. directa o indirectamente relacionadas con el ensamblaje de vehículos y distribución de partes y accesorios. Estamos comprometidos a gerenciar nuestras operaciones,

procesos, materiales, y personal para reducir el impacto al ambiente de nuestras actividades. Nuestro Sistema de Gestión Ambiental identificará y manejará aspectos ambientales significativos, con especial énfasis en:

- Tratamiento y control de descarga de aguas industriales de desecho para ayudar en el saneamiento del Lago de Valencia.
- Control de efluentes sanitarios.
- Reducción, reúso, y reciclaje de desechos y material de empaque, como también su seguimiento hasta la disposición final.
- Uso eficiente de la energía.
- Control de las emisiones atmosféricas.
- Conservación de recursos naturales.

- Política de Calidad

En Ford Motor de Venezuela, empresa dedicada al ensamblaje de vehículos y distribución de partes y accesorios; estamos comprometidos en lograr la satisfacción total de nuestros clientes superando sus expectativas al menor costo, a través del mejoramiento continuo de nuestros procesos, productos, servicios y sistema de gestión de calidad.

- Política de Salud y Seguridad

Ford Andina mantiene como política de Salud y Seguridad su firme compromiso en establecer y mantener un ambiente de trabajo seguro y saludable para todos sus trabajadores. La protección de la salud y seguridad de nuestros trabajadores, es el elemento fundamental de las decisiones de la empresa. Por lo tanto, su política en materia de Salud, Seguridad y Ambiente es:

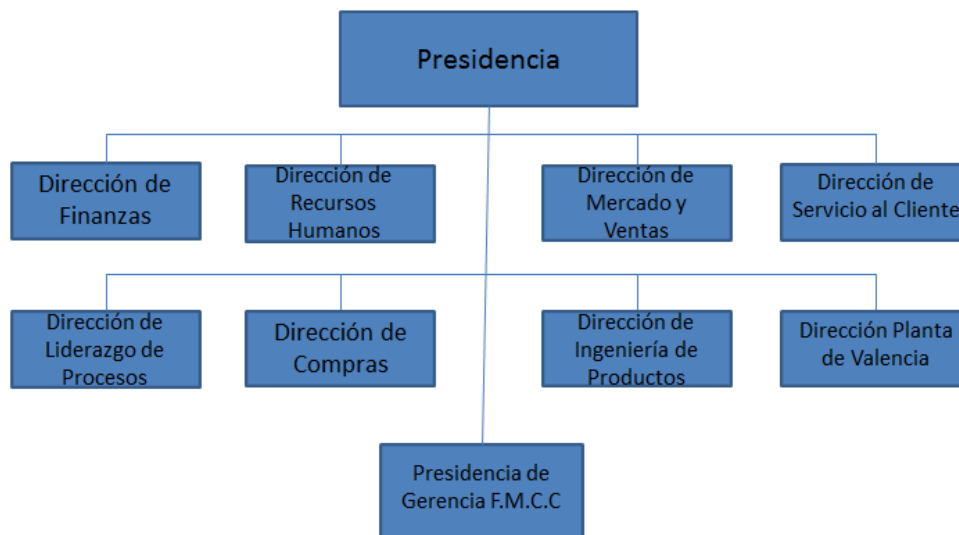
- Promover la mejora continua de los indicadores de Salud, Seguridad y Ambiente de todos los trabajadores, mediante la continua aplicación de programas efectivos de prevención y comunicación.
- Alcanzar la meta de cero lesiones a personas y cero daños al ambiente, equipos, material y/o propiedades de la compañía, a través del fomento de prácticas y/o condiciones seguras de manera continua.
- Asegurar el orden, la limpieza, el mantenimiento y la organización en todos los lugares de la planta de ensamblaje y de la empresa en general.
- Cumplir con todas las regulaciones gubernamentales y corporativas en materia de Salud, Seguridad y Ambiente.
- Desarrollar e implementar programas de entrenamiento a todo el personal para reforzar sus conocimientos y competencias en materia de Salud, Seguridad y Ambiente.
- Desarrollar programas de promoción de la seguridad y salud en el trabajo, de prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales, de recreación, utilización del tiempo libre, descanso y turismo social.

Todos los trabajadores tienen que ser responsables de implementar efectivamente esta política y requiere que la conducta de cada trabajador fomente las acciones y condiciones seguras. También tienen la responsabilidad de alertar al supervisor inmediato, representante sindical o delegado de prevención apropiado, sobre cualquier práctica o condición que no esté alineada con esta política.

Los miembros de la gerencia, con su total compromiso en materia de salud y seguridad, tienen un rol de liderazgo activo para asegurar que esta política se convierta en una parte integral del trabajo diario, en cada tarea ejecutada y en la mejora continua de la protección de nuestros trabajadores.

## 1.9 Estructura Organizacional de la Empresa

La estructura organizativa, orientada al compromiso de suministrar en forma permanente, productos que satisfagan las necesidades de los consumidores, mediante el mejoramiento continuo de la calidad en todos los aspectos asegurando la permanencia de la empresa y contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida.



**Figura 3. Estructura organizativa de Ford Motor de Venezuela**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

## 1.10 Descripción del Departamento

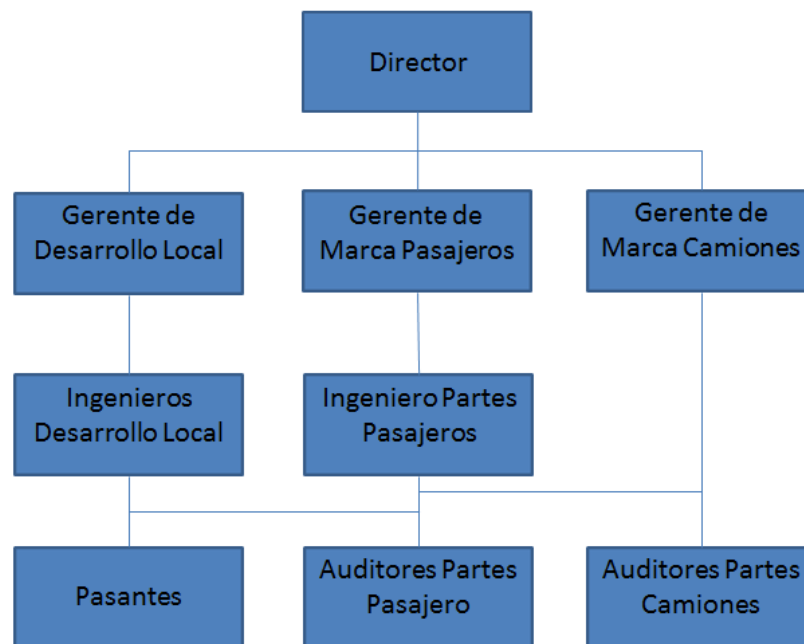
El Departamento de Ingeniería de Productos es el que se encarga de realizar el seguimiento de las actividades de desarrollo local a través de la planificación avanzada de calidad, como también de realizar el seguimiento de las actividades del programa de nuevos lanzamientos, así mismo el mejoramiento continuo de la calidad en lo referente a los problemas de las partes, por ultimo evaluar estándares de reparación y criterios de aceptación

### 1.11 Misión del Departamento

Proporcionar un excelente servicio que satisfaga las necesidades de clientes mediante un equipo de personas proactivas que mejoren constantemente los procedimientos y controles a fin de adaptarlos a los nuevos requerimientos.

### 1.12 Estructura Organizacional del Departamento

El departamento de Ingeniería de Productos está conformado por un director de ingeniería, el gerente de desarrollo local, gerente de marca de pasajeros, el gerente de marca camiones, luego vienen los ingenieros de desarrollo local, ingeniero de partes pasajeros, por último los auditores de partes de pasajero, auditores de partes de camiones y los pasantes.



**Figura 4. Estructura organizativa del departamento**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

### **1.13 Actividades a Desarrollar Durante el Periodo de Pasantías**

Se realiza la validación del programa B515 que consiste en ejecutar las pruebas del piloto papel, verificando cada uno de los componentes del vehículo para que al momento del ensamblado no se encuentre ninguna falla o pieza faltante que impida el lanzamiento del mismo, como también la constante planeación y verificación de piezas nuevas como viejas con la finalidad de detectar algún cambio que impida el ensamble del mismo.

## **CAPÍTULO II**

### **EL PROBLEMA**

#### **2.1 Planteamiento del Problema**

En la actualidad los automóviles constituyen el medio de transporte más utilizado a nivel mundial, poseen una gran variedad de usos y tamaños, desde lo más pequeños para uso familiares hasta los de gran tamaño utilizados para el traslado de cargas pesadas. Las empresas que se encargan de diseñar y crear estas máquinas automotrices son las distintas ensambladoras que existen en todo el mundo, siempre aplicando los principios de calidad y mejora continua, volviendo así el ensamblado de vehículos más eficiente y eficaz.

Toda empresa independientemente del ramo a que se dedique debe tener en cuenta la mejora continua, pues no existe ningún proceso o actividad ya establecido que no se pueda mejorar, ya sea mediante la automatización de equipos, aplicando nuevas tecnologías o desarrollando estrategias que permitan conseguir una mayor eficiencia de estos.

Cabe resaltar que en Venezuela se encuentran grandes empresas ensambladoras de vehículos entre ellas esta Ford Motors de Venezuela S.A, esta es una empresa líder en lo que respecta al diseño y ensamblado de vehículos.

Dentro de la planta Ford Motors de Venezuela S.A, existen diversas líneas que se encargan del ensamblado en secuencia de cada uno de los tipos de vehículos, estas líneas poseen estaciones que son las encargadas de realizar un trabajo específico para así poder mantener la fluidez constante de producción, manteniendo la eficiencia y eficacia.

En el caso de los parachoques plásticos delanteros de los vehículos Ford, actualmente son unidos mediante clips al soporte de las luces anti niebla, al ser esta una unión sencilla pudiera presentar desajustes con el pasar el tiempo ocasionando

vibración, ruidos o desprendimiento del mismo, ya que el soporte de las luces anti niebla es parte fundamental de la unión del carro con el parachoque.

La propuesta de este proyecto es el estudio de un procedimiento de una soldadura ultrasónica en componentes plásticos, específicamente en los parachoques delanteros de vehículos Ford, para así evitar la posible falla que ocasionaría ruido, vibraciones, hasta el desprendimiento del mismo, aumentando la eficiencia y calidad de nuestro producto

## **2.2 Formulación**

¿Cómo se podría implementar una mejora en la unión de los parachoques delanteros de vehículos Ford para la línea de producción?

## **2.3 Objetivo General**

Estudiar el procedimiento de soldadura Ultrasónica en componentes plásticos de vehículos Ford.

## **2.4 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual de los parachoques delanteros de los vehículos Ford.
- Identificar los parámetros que debe tener la máquina para realizar una buena soldadura.
- Estudiar el procedimiento más conveniente de soldadura en los parachoques delanteros de vehículos Ford.
- Beneficios de la propuesta.

## **2.5 Justificación de la Investigación**

Todas las empresas encargadas del ramo automovilístico tienen como objetivo dominar el mercado, para ello su producción tiene que ser de alta calidad y a bajos precios, esto no es nada sencillo ya que hay muchos factores que afectan su producción.

La excelencia es un valor corporativo fundamental en Ford Motor de Venezuela S.A como el líder en el ensamblado de vehículos. La calidad de sus productos es un

factor crucial de su éxito. Nuestro sistema de gestión atestigua que se cumpla e incluso se sobrepase la calidad exigida por nuestros clientes para así poder ofrecer el mejor servicio posible a los mismos.

Motivo por el cual la elaboración de este proyecto es de vital importancia para la empresa ya que mejora la calidad de un producto, actualmente los componentes de los parachoques delanteros de los vehículos Ford son de un material plástico debido a que este ayuda a la ergonomía del vehículo, estos componentes son fijados mediante clips, específicamente el soporte de las luces anti niebla, al ser esta una unión sencilla pudiera interferir con la fijación de estos componentes, con la aplicación de una soldadura plástica se puede mejorar la fijación de estos componentes, estableciéndolo como solo una pieza debido a que la soldadura es una unión permanente, por consiguiente aumentaríamos la calidad del producto y la eficiencia del mismo.

## **2.6 Alcance**

Con el estudio de un procedimiento de una soldadura ultrasónica en componentes plásticos específicamente en parachoques delantero de vehículos Ford, se pretende mejorar el proceso de ensamblado, facilitándoles a los operarios la instalación de los mismo, como también aumentar la calidad del producto y la eficiencia de este, beneficiando directamente a la empresa Ford motor de Venezuela, s.a.

## **2.7 Limitaciones del Estudio**

El tiempo de investigación está estipulado en seis meses, sin embargo, es un periodo que puede estar sujeto a cambios debido al surgimiento de nuevas variables a considerar provenientes de nuevas ideas propuestas que solventen este problema,

De la misma forma, el desarrollo del proyecto está sujeto a las políticas y regulaciones de confidencialidad de la empresa, reduciendo el acceso de información de la planta de producción de la empresa.

## CAPÍTULO III

### MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL

En este capítulo se señalarán una serie de investigaciones planteadas en el tema principal a trabajar, estas componen los antecedentes del estudio, al tiempo que sirvieron de guía para la conformación de las bases teóricas que lo respaldan. Con el objetivo de apoyar teóricamente el problema en estudio se tomó como referencia una serie de apoyos bibliográficos que facilitan la comprensión del área estudiada y a su vez contribuir los conocimientos fundamentales que dirijan el sentido correcto de los objetivos planteados.

#### 3.1 Antecedentes

Ingeniero Octavio Medina Montenegro(2014), en el Centro de Tecnología Avanzada, en su tesis titulada: “**determinación de los parámetros para minimizar el tiempo de soldadura por ultrasonido de la terminal mak**”, para optar al título de, maestro en manufactura avanzada, en el cual se tuvo como objetivo determinar estadísticamente los parámetros que incrementan la fuerza de desprendimiento y minimizan el tiempo de la soldadura por ultrasonido de la terminal MAK. Para lograr los objetivos propuestos, fue necesario determinar si todos los parámetros que pueden ser ajustados en el proceso de soldadura por ultrasonido influyen en la fuerza de desprendimiento de la terminal, como también definir el modelo estadístico para la fuerza de desprendimiento en función de los parámetros de ajuste del equipo y por ultimo calcular el rango de ajuste de los parámetros que minimizan el tiempo de soldadura y permiten cumplir con la fuerza de desprendimiento.

Así mismo, Irene Fernández Villegas (2013), en su tesis doctoral realizada en la Escuela Técnica superior de ingeniero aeronáuticos, titulado: “**Análisis del proceso de soldadura por resistencia en materiales compuestos de matriz termoplástica de interés aeronáuticos**”, la investigación tuvo como objetivo analizar el proceso de

soldadura por resistencia en materiales compuestos de matriz termoplástica de interés aeronáutico, la posibilidad de realizar uniones soldadas, resulta de gran interés para ofrecer una alternativa a las técnicas de uniones convencionales les empleadas por la industria aeronáutica para materiales compuestos de polímeros, dicha alternativa se considera altamente ventajosa debido a las características específicas del proceso, muy específicamente la materialización de la unión empleando la propia matriz termoplástica.

Por último, Jenniffer Morales Elizondo (2014), en su trabajo de grado realizado en la Sede Universitaria Rodrigo Facio, San José, Costa Rica, titulado: **“Caracterización del proceso de soldadura Ultrasónica en la producción de dispositivos de salud de la mujer”**, Para optar por el grado de, licenciatura en Ingeniería Química, El objetivo de este proyecto fue realizar la caracterización del proceso de soldadura ultrasónica en el área de salud de la mujer, con el fin de determinar niveles adecuados para las variables críticas del proceso que permitan garantizar las especificaciones de calidad de los dispositivos.

### **3.2 Bases Teóricas**

Las bases teóricas constituyen un conjunto de conceptos relacionados con el proyecto, estas tienen el propósito de dar a la investigación una base para su desarrollo, permitiendo así relacionar la teoría con la práctica. Según (Arias, 2012) infiere que “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado”. Por ende, se pueden mencionar las siguientes.

#### **3.2.1 Soldadura**

La soldadura establecer una unión sólida entre dos cosas con un material que resulte similar o el mismo que el de ellas. En un sentido más amplio, soldar consiste en enmendar o reparar algo.

Una soldadura, por lo tanto, implica la unión de dos elementos: lo habitual es que se realice a través de la fusión. Es frecuente que se añada un plástico o un metal que,

cuando se funde, termina uniendo ambas piezas. Este material que se agrega hace que la unión quede fija al enfriarse.

Para lograr la fusión y realizar la soldadura, es posible apelar a un láser, al ultrasonido, a una llama generada con gas, al arco eléctrico o a un proceso de fricción, por citar algunas de las opciones disponibles.

Es importante destacar que, por las características del trabajo, se deben tomar diversos recaudos a la hora de hacer una soldadura. Las personas que se encargan de soldar deben proteger sus ojos y sus manos para evitar quemaduras y daños por la luz ultravioleta. En ocasiones la soldadura también produce humo tóxico, una particularidad que obliga a preservar las vías respiratorias.

La calidad y la durabilidad de la soldadura dependen de diversos factores. Entre ellos podemos mencionar la concentración empleada en la entrada de calor, el tipo de material que se añadió, el diseño otorgado al empalme y el método elegido para realizar la soldadura.

Si bien en el ámbito industrial la soldadura es uno de los procesos más comunes, también se da en entornos particulares y puede llevarse a cabo con elementos muy accesibles a nivel económico. Con respecto al medio en el cual es posible soldar piezas, no existen muchas limitaciones, ya que puede darse en un ambiente cerrado, a la intemperie, bajo el mar o en el espacio exterior.

Veamos a continuación algunos de los sistemas de soldadura:

- Estado sólido:

Una de las características que salta a la vista de este sistema, en contraposición a los más conocidos, es que no requiere derretir ningún material. Entre los métodos que forman parte de este grupo se encuentra la soldadura ultrasónica, que se usa para unir alambres finos u hojas cuya fabricación se lleve a cabo con termoplásticos o metal.

Para conseguir que se conecten, se los somete a una vibración en alta frecuencia y a una presión elevada.

- Por arco:

En este caso, al hablar de este sistema estamos reconociendo varios que se agrupan por usar una fuente de electricidad para conseguir la soldadura. Gracias a la alimentación eléctrica es posible producir un arco voltaico entre el material base y un electrodo, de modo que los metales se derritan. Existe la posibilidad de utilizar corriente alterna (cuya abreviatura es AC) o continua (CC), así como electrodos de tipo consumible o no consumible, que se hallan bajo un revestimiento.

- Blanda y fuerte:

Son dos procesos individuales que se distinguen de los anteriores por no proveer la unión de los metales base, sino tan sólo del de aportación. Por otro lado, también es importante señalar que fue el primer sistema en ser usado por nuestra especie, y data de la antigua Sumeria. Las temperaturas usadas en ambos casos tienen como punto de partida los 450 °C: la soldadura blanda ocurre por debajo de ella y la fuerte, por encima. Existe también la fuerte a altas temperaturas, un tipo de soldadura que requiere superar los 900 °C.

- Por Gas:

En este grupo destaca la soldadura oxiacetilénica, y se trata de uno de los más antiguos procesos, usado en la actualidad especialmente para la unión de tubos.

### **3.2.2 Ultrasonido**

El sonido es la propagación de las ondas de presión en un medio elástico. La propagación de las ondas de sonido está conectada con una deformación del medio de transmisión de tal manera que la deformación se reproduce a través de la interconexión de todas las partículas en el medio.

Hay dos tipos básicos de direcciones de movimiento de las partículas oscilantes con respecto a la dirección de la propagación de las ondas: Ondas transversales y Ondas longitudinales.

La amplitud (rango de oscilación) de una partícula de material en cuestión puede ser descrita por una onda sinusoidal como la de la figura:

### **Figura 5. Características de una onda sinusoidal**

Fuente: (Octavio. M, 2014)

Durante la deformación de un medio por una oscilación sinusoidal con un periodo  $t = 1/f$  la oscilación se propaga a través de todo el medio. Cuando esto sucede, las partículas se desplazan a intervalos regulares siguiendo en fase la forma de la onda. La distancia más pequeña entre las posiciones iguales de la fase se conoce como longitud de onda.

La velocidad de propagación de la onda de sonido se conoce como la velocidad del sonido  $c$ . Dado un cuerpo sólido en forma de barra del material, la velocidad del

La frecuencia  $f$  de una onda de sonido es una función de la velocidad del sonido  $c$  y la

—

El sonido puede ser clasificado de acuerdo a los rangos de frecuencia:

- 0 a 20 Hz se llama sonido infra sónico.
- 20 Hz a 20 KHz se llama sonido audible.
- 20 KHz a 500 MHz se llama sonido ultrasónico.
- Mayor que 500 MHz se llama sonido hipersónico.

El ultrasonido es una oscilación mecánica con una frecuencia superior a 20,000 Hz, por lo tanto, no es perceptible para el oído humano.

### **3.2.3 Características Generales de los Plásticos**

Los plásticos se caracterizan por su alta relación entre resistencia y densidad, siendo excelentes aisladores térmicos y eléctricos con una buena resistencia a los ácidosalcalinos y disolventes. Las enormes moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas, es decir que estas se ablandan al calor, mientras que las entrecruzadas son termoendurecibles ya que se endurecen con el calor.

### **3.2.4 Clasificación de los Plásticos según su Plasticidad**

Desde el punto de vista de la plasticidad por elevación de temperatura, los plásticos se clasifican en dos categorías muy diferentes:

- Termoplásticos

- Termoestable

### 3.2.4.1 termoplásticos

Estos tipos de plásticos al calentarse fluyen como líquidos viscosos y al enfriarse se solidifican. El enfriamiento y calentamiento pueden realizarse cuantas veces quiera sin perder las propiedades del material. Este tipo de plástico compone aproximadamente el 85% de los plásticos consumidos y son reciclables.



**Figura 6. Clasificación de los termoplásticos**

Fuente: (Google, 2018)

Los principales tipos de termoplásticos son:

- Polietileno
- Polipropileno
- Poliestireno
- Cloruro de polivinilo
- Nylon
- Polietileno tereftalato

### **3.2.4.2 termoestables**

Estos tipos de plásticos se funden al aplicar calor y se solidifican al aplicar aún más calor. Estos no pueden ser recalentados y remodelados pero pueden reprocesarse por fusión. Estos polímeros generalmente son más resistentes, aunque más frágiles que los termoplásticos. Los principales tipos de termoestables son:

- Resina de poliéster
- Melanina Formaldehido
- Urea formaldehido
- Fenol formaldehido (bakelita)

### **3.2.5 El Plástico en la Fabricación del Automóvil**

Los tipos de materiales utilizados en la fabricación de las piezas que componen un vehículo, nos encontraríamos que aproximadamente más de un 70% del peso del vehículo correspondería a materiales metálicos, y un 14% serían materiales plásticos.

#### **3.2.5.1 Distribución de Piezas Plásticas en los Vehículos**

La distribución de estos plásticos según diferentes partes o sistemas en las que se puede dividir un vehículo, es aproximadamente la siguiente:

- Parte interior del vehículo

En los acabados interiores se observa el mayor porcentaje de utilización, el plástico es el material mayoritario a la hora de revestir el interior del vehículo de pasajeros, ejemplos de estas piezas son los revestimientos de puertas, montantes y techo, otras piezas también incluidas dentro del vehículo, son el panel de instrumentos o el acolchado de los asientos. En la fabricación del panel de instrumentos.

- Parte exterior del vehículo

La segunda clasificación que obtiene mayor porcentaje de utilización sería la carrocería, de la cual el acabado externo se podría poner como ejemplos de piezas, a los parachoques, las rejillas, molduras y spoilers, carcasas de faros, tapacubos y guardabarros, entre otras. La utilización de plástico en la panelería exterior aporta la ventaja frente al acero, de un mejor comportamiento frente a los impactos a baja velocidad y una reducción del peso de las piezas.

### **3.2.6 Tipos de plásticos utilizados en el automóvil**

La distribución en porcentaje de los diferentes tipos de plástico (polímeros) utilizados en el automóvil, según el material base, sería la siguiente:

Según los porcentajes, el producto más consumido es el polipropileno (PP) con casi un 30%, en segundo lugar, se encuentra el caucho para los neumáticos y seguidamente los polímeros técnicos y los elastómeros.

Las características a destacar de los polipropilenos son una buena resistencia química, unas buenas propiedades mecánicas y eléctricas, además de una mayor resistencia al calor que el polietileno y la aceptación como relleno o refuerzo de materiales como el talco, las fibras, o el negro de humo. Su mezcla con EPDM (caucho etileno propileno dieno) es una de las más utilizadas para la fabricación de parachoques. Otras aplicaciones donde se pueden encontrar son en guardabarros, carcasas del sistema de calefacción, depósitos de líquidos, alerones, spoilers, tapacubos y aislantes para cables.

Los diferentes tipos de poliuretanos (PUR), termoplásticos y reticulados, son utilizados en los sistemas de absorción de energía (absolvedores), juntas, spoilers y cantoneras o como aislantes térmicos y acústicos.

El PVC se utiliza como revestimiento aislante de los cables por su bajo precio y su resistencia a la combustión, también se utiliza en tubos flexibles, recubrimientos y juntas, sin embargo, su fuerte y negativo impacto medioambiental permite predecir

que en un futuro tendrá fuertes restricciones de uso, como ya ha ocurrido para algunos productos.

Las características a destacar de los polietilenos (PE) son sus excelentes propiedades eléctricas, buena resistencia al agua y a la humedad. Su barata y sencilla fabricación, así como su posibilidad de mezcla con otros materiales para mejorar sus características, ha hecho que su utilización sea muy extendida. Sus aplicaciones son en aislantes para cableados, depósitos de combustible, juntas, cajas de batería, etc.

Los polímeros transparentes (PMMA, PC) se utilizan en faros y pilotos donde su peso, resistencia al impacto y posibilidad de formas geométricas ha desplazado al vidrio. El PC, también aparece presente en piezas como paragolpes, spoilers o componentes eléctricos sometidos a altas temperaturas.

En ABS, material rígido, duro y tenaz, podemos encontrar rejillas, carcasas, guanteras, apoyabrazos o tapacubos. La poliamida (PA) de gran resistencia a la fatiga, la abrasión y al impacto se utiliza en tapacubos, rejillas, carcasas y ventiladores.

### **3.2.7 Parachoques Delantero de Vehículos**

El parachoques o paragolpes es la pieza de un vehículo que se encuentra en la parte trasera y delantera de éste con el objetivo de amortiguar y proteger al vehículo en caso de colisión, absorbiendo la energía cinética y empujándola en forma de rebote hacia el centro del choque, consiguiendo así una reducción de daños, pero no de impacto.

#### **3.2.7.1 Material de los Parachoques Delanteros**

Para la fabricación de los parachoques de vehículos, entre los materiales más usados está el EPDM (caucho etileno propilenodieno).

Los cauchos de etileno-propileno se destacan por su resistencia al calor, oxidación, ozono y a la intemperie debido a su estructura polimérica de cadena saturada. Como

elastómeros no polares, tienen buena resistividad eléctrica y resistencia a solventes polares, como agua, ácidos, álcalis, ésteres fosfatados y muchas cetonas y alcoholes. Los grados amorfos o de baja cristalinidad tienen excelente flexibilidad a baja temperatura con una temperatura de transición vítrea de  $-60^{\circ}\text{C}$ .

Resistencias al agrietamiento por calor a temperaturas de  $130^{\circ}\text{C}$  pueden ser obtenidas mediante sistemas de vulcanización con azufre y resistencias al calor de hasta  $160^{\circ}\text{C}$  pueden obtenerse mediante cura con sistemas de peróxido. La resistencia a la compresión es buena, particularmente a altas temperaturas, si son utilizados sistemas de curado basados en azufre o peróxidos.

Estos polímeros responden de forma aceptable incluso con altas cargas de relleno y plastificante disminuyendo su precio. Estos incluso pueden desarrollar alta resistencia al desgarro y a la tracción, excelente resistencia a la abrasión, como así también, se ve mejorada su resistencia al hinchamiento por aceite y su retardo a la llama.

Propiedades generales de los elastómeros de etileno-propileno son:

Propiedades del polímero	Valor
Viscosidad Mooney ML 1+4 @ $125^{\circ}\text{C}$	5-200+
Contenido de etileno	45 a 80% en peso
Contenido de dieno	0 a 15% en peso
Densidad	0,86 a 0,87g / $\text{cm}^3$

**Figura 7. Propiedades del polímero**

Fuente: (Julio. R, 2018)

Propiedades vulcanizado	Valor
Dureza (Shore A)	30 a 95
Resistencia a la tracción	7 a 21MPa
Elongación	100 a 600%
Compresión	20 a 60%
Temperatura de trabajo	-50 a 160°C
Resistencia al desgarro	Mediana a buena
Resistencia a la abrasión	Buena a excelente
Elasticidad	Mediana a buena
Propiedades eléctricas	Excelentes

**Figura 8. Propiedades vulcanizadas**

Fuente: (Julio. R, 2018)

### 3.2.7.2 Componentes de los Parachoques Delanteros

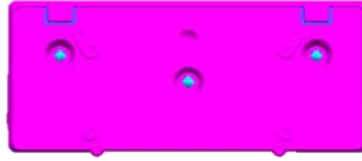
1. Parachoque Delantero:



**Figura 9. Parachoque delantero**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

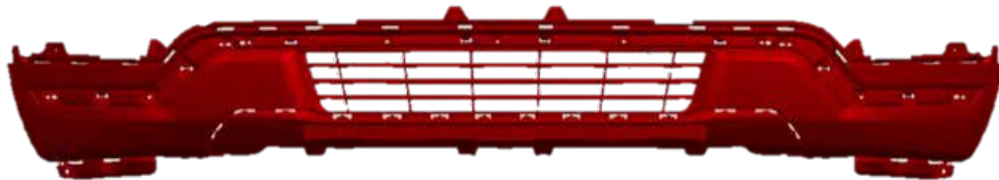
2. Portaplaca:



**Figura 10. Portaplaca**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

3. Elemento de Parachoque Inferior:



**Figura 11. Elemento de parachoque inferior**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

4. Moldura de Parachoque Inferior:



**Figura 12. Moldura de parachoque inferior**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

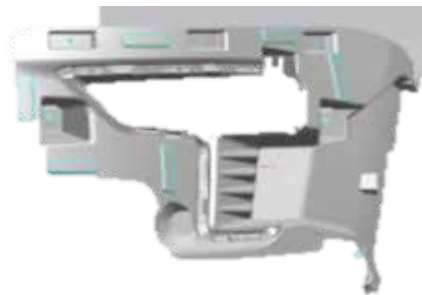
5. Marco de Luces:



**Figura 13. Marco de luces**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

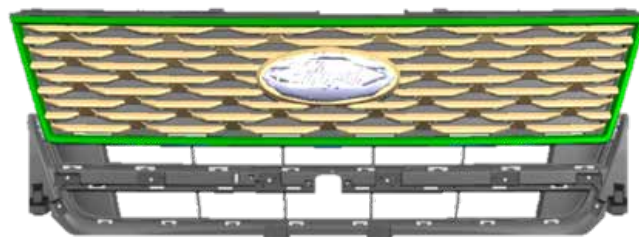
6. Soporte de Luces:



**Figura 14. Soporte de luces**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

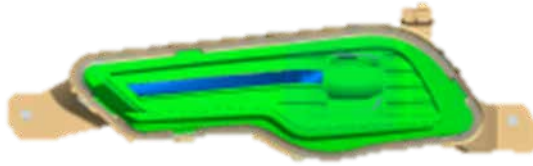
7. Parrilla Superior:



**Figura 15. Parrilla superior**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

## 8. Luces de Niebla:

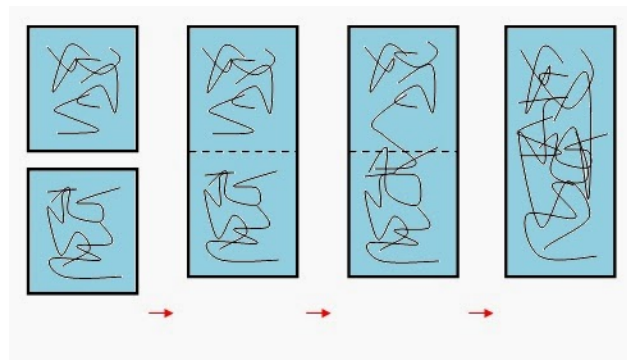


**Figura 16. Luces de niebla**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

### 3.2.8 Soldadura Plástica

La soldadura de plástico es un proceso destinado a unir piezas constituidas de materiales termoplásticos. La soldadura tiene lugar por el reblandecimiento de las zonas a unir. Las moléculas del polímero adquieren cierta movilidad por acción de un agente externo (calor, vibración, fricción, disolvente, etc.). Al juntarse ambas piezas y aplicárseles presión, se logra la interacción de las moléculas de ambas partes a unir, entrelazándose. Una vez cesada la acción del agente externo, disminuye el movimiento de las moléculas quedando constituida una estructura entrelazada de las mismas, formándose la unión de ambas partes plásticas.



**Figura 17. Moléculas entrelazadas**

Fuente: (tecnología delos plásticos, 2013)

En el mercado existen diversos procesos de soldadura para unir plásticos y la aplicación idónea de cada una de ellas depende de múltiples factores. El tipo de pieza o elemento a unir, las características del material plástico, el número de piezas a unir en un mismo proceso, la aplicación del producto final, son tan solo algunas de las múltiples variables que pueden influir directamente en la elección de un tipo u otro de soldadura.

La soldadura puede ser utilizada para producir uniones con propiedades mecánicas que se acercan a las del material matriz. La soldadura de plástico se limita a los polímeros termoplásticos, debido a que estos materiales pueden ser ablandados y fundidos por el calor. Los polímeros termoestables una vez endurecidos no pueden ser ablandados de nuevo por calefacción. El calor necesario para la soldadura de los polímeros termoplásticos es menor que la requerida para los metales.

### **3.2.8.1 Técnicas de Soldadura**

Un número de técnicas se utilizan para la soldadura de plásticos. En general, las distintas formas de unir piezas plásticas por soldadura se pueden agrupar en cuatro grandes bloques:

- Mediante aportación de calor de un elemento calefactor externo:

Una técnica que se destina a termoplásticos que, ante al aumento de temperatura, se funden, pudiéndose unir por compresión las superficies fundidas;

- Por emisión de alta frecuencia y ultrasonido:

Un método que consiste en emitir ondas de una determinada frecuencia en las superficies a unir, generando un efecto de vibración entre las moléculas del material, que provoca un aumento de temperatura y lo reblandece.

- Por emisión de haz láser:

un sistema que se reserva para unir piezas pequeñas en áreas determinadas, emitiendo un haz láser que calienta la superficie a soldar;

- Por vibración:

Un proceso altamente fiable que permite manejar grandes piezas de materiales exigentes o múltiples piezas por ciclo con facilidad.

### **3.2.8.2 Técnicas de Soldadura de Termoplásticos.**

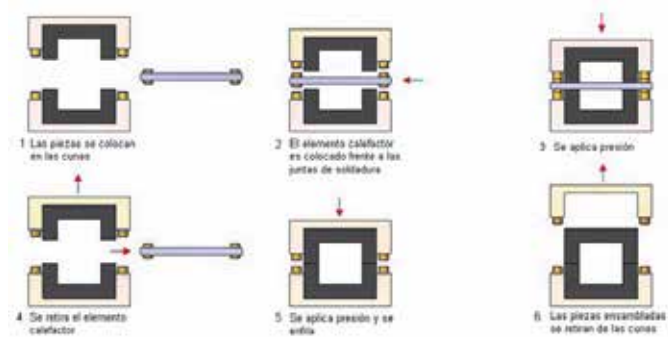
A continuación, se detallan brevemente algunas de las principales técnicas de soldadura de termoplásticas empleadas en la industria.

- Soldadura por placa caliente:

Es la más simple de las técnicas de producción en masa para unir plásticos. Una placa calentada se sujeta entre las superficies a unir hasta que se ablanden. La placa se retira y las superficies se reúnen de nuevo bajo presión controlada durante un período específico.

Las superficies fusionadas se dejan enfriar, formando una unión. La herramienta de soldadura o elemento calefactor está construido comúnmente de calentadores eléctricos insertos en una placa de aluminio.

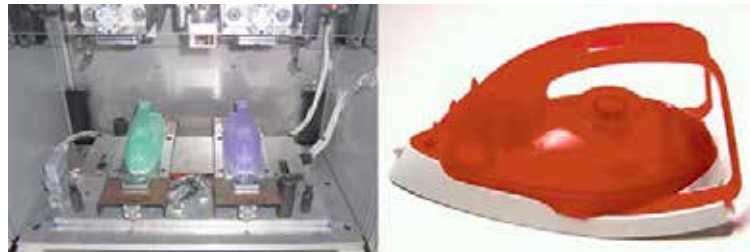
Las temperaturas son generalmente entre 180°C y 230°C dependiendo del espesor y del tipo del material a soldar.



**Figura 18. Etapas del proceso de soldado por placa caliente**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

Este proceso se utiliza comúnmente para soldar los extremos de tubos de plástico utilizados en la distribución de gas y agua, aguas residuales y evacuación de efluentes y en la industria química, la unión de tubos de llenado y conectores en los tanques de combustible moldeado por soplado para aplicaciones de automoción.



**Figura 19. Depósito de agua soldado por placas calientes**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

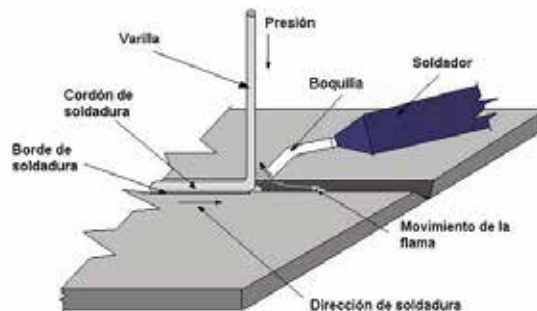
- Soldadura por aire/gas caliente

Este proceso es similar a la soldadura oxi-acetileno de metales. La única diferencia es que la llama abierta de la soldadura de oxiacetileno se sustituye por una corriente de

gas caliente. El aire comprimido, nitrógeno, hidrógeno, oxígeno o dióxido de carbono se calienta mediante una bobina eléctrica a medida que pasa a través de una pistola de soldadura.

La soldadura de gas caliente es un proceso de fabricación para materiales termoplásticos.

El proceso, inventado a mediados del siglo XX, utiliza una corriente de gas caliente, normalmente aire, para calentar y derretir el material del sustrato termoplástico y una varilla de soldadura termoplástica. Se funde el material del sustrato y de la varilla para producir una soldadura. Para garantizar la soldadura, temperatura y presión adecuadas se deben aplicar a la varilla, junto con la correcta velocidad de soldadura y posición de la pistola.



**Figura 20. Esquema de soldadura por aire caliente**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

Las aplicaciones típicas incluyen recipientes de almacenamiento de productos químicos, conducciones de ventilación y reparación de piezas de plástico, tales como los parachoques de automóviles. El nitrógeno se usa para plásticos sensibles al oxígeno.



**Figura 21. Reparación de pieza plástica mediante soldadura de aire caliente**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

- Sellado por calor

El termosellado es el proceso de sellado de un termoplástico a otro termoplástico similar usando calor y presión. Principalmente es aplicado para la unión de películas o láminas plásticas entre sí o para la unión de estas a otro artículo plástico. El método de contacto directo de termosellado utiliza un dado o barra de soldadura constantemente calentado para aplicar calor a un área o línea específica de contacto para sellar o soldar los termoplásticos juntos.



**Figura 22. Sellado térmico de bolsa con alimentos**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

- Soldadura por extrusión

La soldadura por extrusión permite aplicar soldaduras más grandes en un solo paso de soldadura. Es la técnica preferida para uniones de materiales de más de 6 mm de espesor. La varilla de material de aporte se introduce en una extrusora miniatura de plástico, el material es plastificado y forzado a salir de la extrusora contra las partes a unir, que se suavizan con un chorro de aire caliente para permitir que la unión tenga lugar.



**Figura 23. Soldadura por extrusión**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

- Soldadura por inyección

La soldadura por inyección es similar a la soldadura de extrusión, excepto, con algunas variaciones en la soldadora portátil, se puede insertar la punta en los agujeros de defectos de plástico de diferentes tamaños. El Draderinjectiweld es un ejemplo de tal herramienta.

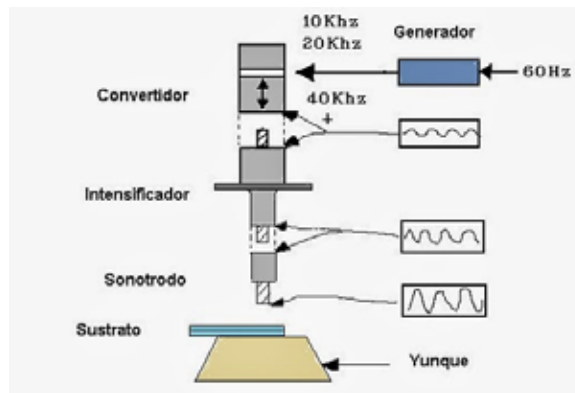


**Figura 24. Soldadura por inyección**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

- Soldadura por ultrasonido

Este método utiliza vibraciones de alta frecuencia mecánicas para formar la unión. Las piezas a ensamblar se mantienen juntas bajo presión entre el sonotrodo oscilante y un yunque o cuna inmóvil y se someten a vibraciones ultrasónicas de frecuencia de 20 a 40 KHz en ángulo recto con el área de contacto.



**Figura 25. Esquema de soldadura por ultrasonido**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

La acción de la alta frecuencia genera calor en la interfaz común para producir una soldadura de buena calidad. Los equipos para este proceso son bastante caros por lo que se prefiere su uso en grandes series de producción.

La soldadura se limita a los componentes con longitudes de soldadura que no excedan de unos pocos centímetros.

Las aplicaciones van desde válvulas y filtros utilizados en equipos médicos, a los cuerpos de cassette, componentes de automóviles y carcasas de electrodomésticos.

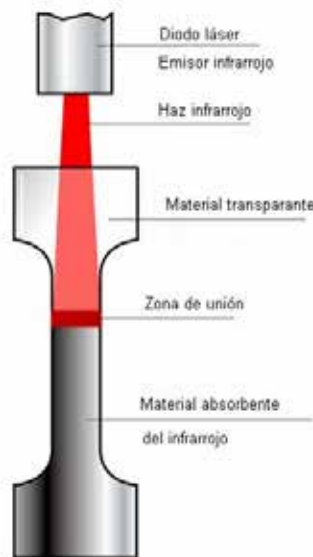


**Figura 26. Piezas soldadas por ultrasonido (luces de bicicleta)**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

- Soldadura por láser

La soldadura por láser es adecuada para unir películas y piezas plásticas. Se utiliza un rayo láser para fundir el plástico en la región de la unión. El láser genera un haz intenso de radiación (por lo general en la zona infrarroja del espectro electromagnético), que se centra sobre el material a unir. Esto excita a una frecuencia de resonancia en la molécula, lo que resulta en el calentamiento del material circundante.



**Figura 27. Esquema de soldadura por láser**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

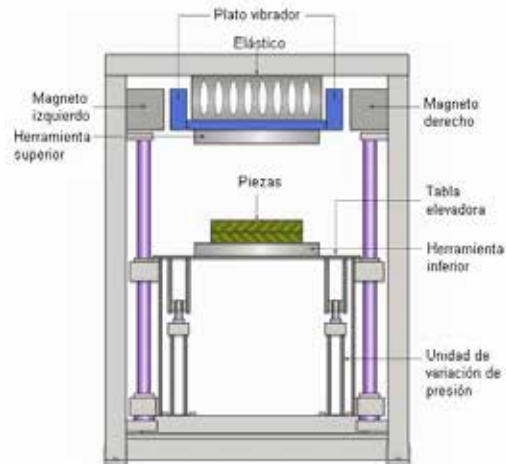
La soldadura por láser es un proceso de producción de alto volumen con la ventaja de no crear vibraciones y la generación de inflamación mínima de la soldadura. Los beneficios de un sistema de láser incluyen; un haz de potencia controlable, lo que reduce el riesgo de la distorsión o daños a los componentes; enfoque preciso del haz de láser permitiendo que se formen uniones precisas en un proceso sin contacto, que es a la vez limpio e higiénico.

- Soldadura por vibración

Este proceso también se conoce como soldadura por fricción lineal. Dos piezas termoplásticas se frotan entre sí bajo presión a una frecuencia y amplitud adecuada, hasta que se genera el calor suficiente para fundir el polímero.

Después se detiene la vibración, las partes se alinean y el polímero fundido se deja solidificar creándose la soldadura. El proceso es similar a soldadura rotatoria, excepto

que el movimiento es lineal en lugar de rotatorio. El proceso es rápido, las vibraciones aplicadas normalmente son de 100 - 240 Hz, 1-5 mm de amplitud.



**Figura 28. Equipo para soldadura por fricción lineal**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

La principal ventaja de este proceso es su capacidad para soldar grandes uniones lineales complejas a altas tasas de producción. Otras ventajas son la capacidad para soldar un número de componentes de forma simultánea, la simplicidad de los equipos y la aptitud para la soldadura de casi todos los materiales termoplásticos.

La soldadura por vibración ha encontrado sus principales aplicaciones en la industria del automóvil y de los electrodomésticos.

La soldadura por vibración se puede aplicar a casi todos los materiales termoplásticos, ya sea moldeado por inyección, extruido, moldeado por soplado, termoformado, espumado o estampado.

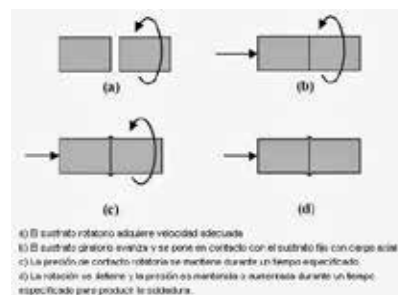


**Figura 29. Depósito de líquido de freno soldado por vibración lineal**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

- Soldadura por fricción (rotacional)

La soldadura por fricción de termoplásticos es también llamada soldadura por frotamiento rotativo. La soldadura por rotación es una forma particular de la soldadura por fricción. En este proceso uno de los sustratos es fijo, mientras que el otro se hace girar con una velocidad angular controlada. Cuando las partes se presionan entre sí, el calor de fricción hace que el polímero funda y una soldadura se crea en el enfriamiento. Los principales parámetros de soldadura incluyen la velocidad de rotación, la presión por fricción, presión de forja, tiempo de soldadura y área de soldadura.



**Figura 30. Esquema de soldadura por fricción rotacional**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

Las ventajas de la soldadura por fricción son la alta calidad de la soldadura y la sencillez y reproducibilidad del proceso. El inconveniente de este proceso es que, en su forma más simple, sólo es adecuada para aplicaciones en las que al menos uno de los componentes es circular y no requiere alineación angular.

Esta es una forma común de producción de bajo y medio costo de ruedas de plástico, por ejemplo, de juguetes o carritos de compra.



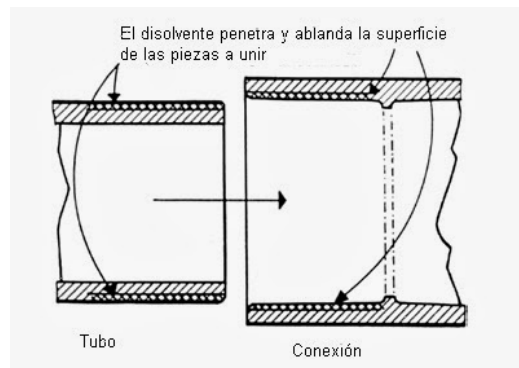
**Figura 31. Soldador rotacional**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

- Soldadura por disolvente

En la soldadura por disolvente, se aplica un disolvente que pueda disolver temporalmente el polímero a temperatura ambiente. Cuando esto ocurre, las cadenas de polímero son libres de moverse en el líquido y pueden mezclarse con otras cadenas disueltas de manera similar en el otro componente. Dado suficiente tiempo, el disolvente se evapora, de modo que las cadenas pierden su movilidad. Esto deja una masa sólida de cadenas de polímero entrelazadas que constituye una soldadura.

Esta técnica se utiliza comúnmente para la conexión de tuberías de PVC y ABS, como en la tubería de la casa. También es empleada para reparación de piezas plásticas.



**Figura 32. Esquema de unión de tubo de PVC por soldadura química**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

Existe una larga lista de disolventes, tales como tolueno, dicloroetano, acetona, cloroformo, acetato de butilo, ciclohexanona, etc., que por su composición química tienen la propiedad de disolver ciertos materiales plásticos. Uno de los más utilizados es la acetona, que es empleada para la soldadura de piezas de ABS.



**Figura 33. Unión de tubería de PVC por soldadura química**

Fuente: (tecnología de los plásticos, 2013)

### **3.2.9 Soldadura por Ultrasonido**

La soldadura por ultrasonidos es el método más rápido y, al mismo tiempo, más económico actualmente aplicado para unir y montar piezas de plástico y metales no ferrosos entre sí, La ventaja fundamental de la soldadura por ultrasonidos es que permite trabajar sin adhesivos, sin elementos de unión ni disolventes, por lo que su aplicación resulta especialmente ecológica y rentable.

Para la unión de los elementos, se puede utilizar todo tipo de termoplásticos sólidos y fibras sintéticas. En la soldadura por ultrasonidos interviene una herramienta acústica que genera ondas sonoras de alta frecuencia. Al hacerlo, las piezas que se van a unir se someten a vibración y generan calor en la superficie de contacto por fricción, de modo que se funden y se unen entre sí.

Los factores esenciales del proceso de soldadura por ultrasonidos son: material empleado, superficie de contacto, posición del cordón de soldadura, diseño de la unión y amplitud de la soldadura. Estos deben tenerse en cuenta a la hora de elegir la herramienta.

Este método se desarrolló en los años 1940. Por el contrario, la soldadura de metal por ultrasonidos se desarrolló en los años 1950 y, desde el momento en que los aparatos se empezaron a controlar por ordenador, esta técnica también empezó a aplicarse al plástico, donde ha logrado resultados rentables de alta calidad.

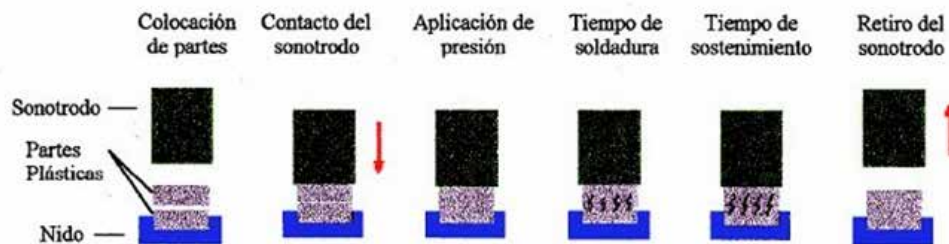
#### **3.2.9.1 Funcionamiento de la Maquina**

La soldadura por ultrasonido se logra convirtiendo energía eléctrica de alta frecuencia a movimiento mecánico de alta frecuencia. El movimiento mecánico, junto con la fuerza aplicada, crean calor en las superficies de contacto (área de unión) de los componentes plásticos logrando que el material plástico se derrita y forme una unión molecular entre las dos piezas.

El generador es alimentado por la línea de voltaje de CA de 50 o 60 hertz la cual es convertida a 20000 o 40000 hertz. Esta energía eléctrica de alta frecuencia es enviada a un transductor (convertidor) piezoeléctrico, el cual convierte la energía eléctrica a vibraciones mecánicas. Estas vibraciones cuando son aplicadas a una parte bajo fuerza/presión, van a crear calor causando que el plástico se derrita en el área de unión. Cuando el plástico se enfríe, se creara una unión molecular entre los componentes.

La soldadura por ultrasonido, es la aplicación más común del ensamble por ultrasonido. Al soldar el sonotrodo hace contacto con una de las piezas, una fuerza es aplicada y las vibraciones ultrasónicas viajan a través del material generando calor en el área de unión entre las dos piezas. El material de plástico se derrite y fluye entre las superficies de ambas partes. Cuando las vibraciones cesan, el plástico se solidifica y las dos piezas quedan unidas.

La siguiente figura muestra el proceso de soldadura por ultrasonido detalladamente



**Figura 34. Etapas de soldadura por ultrasonido**

Fuente: (Julio. R, 2018)

### 3.2.9.2 Ventajas de Uniones por Ultrasonido

Es un proceso rápido, eficiente y repetitivo, que produce uniones fuertes usando poca energía. No se requieren solventes, adhesivos, sujetadores mecánicos ni calor externo. El ensamble final es fuerte y limpio. El ensamble de piezas tiene un ciclo rápido, porque la energía es transferida hacia el área de unión y el calor se desarrolla rápidamente. La rápida disipación de calor hace este proceso más rápido que otros métodos de ensamble. El ensamble por ultrasonido es muy aceptado y es usado en la industria automotriz, médica, eléctrica y electrónica, comunicaciones, electrodomésticos, juguetes, industria textil y en la de empaque. La industria de azúcar y alcohol, ya empezó a abrir las puertas a esta solución, ya que se encuentran conductos, tubulares, tanques de almacenaje, de transporte y proceso hechos en plástico reforzado. Es un proceso económico que incrementa significativamente la producción a un costo bajo. En el siguiente cuadro se resumen algunas de las ventajas junto con alguna de sus restricciones:

<b>Ventajas</b>	<b>Restricciones</b>
Los tiempos de ciclo son menores a un segundo.	No permite hacer soldaduras de cordón.
Alta calidad de soldadura y uniforme.	Piezas con espesores pequeños (menor a 3mm).
Consume poca energía.	Solo para superficies planas o con pequeñas curvaturas.
Permite unir metales diferentes.	
No hay calentamiento por lo que no se fragilizan zonas afectadas por calor.	
No contamina al no emitir gases ni residuos.	
Las uniones son más fuertes que en otros métodos.	

**Figura 35. Ventajas y restricciones de uniones por ultrasonido**

Fuente: (Julio. R, 2018)

### 3.2.10 Componentes de la Maquina

1. Fuente generadora de poder dukane



**Figura 36. Fuente generadora de poder marca dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

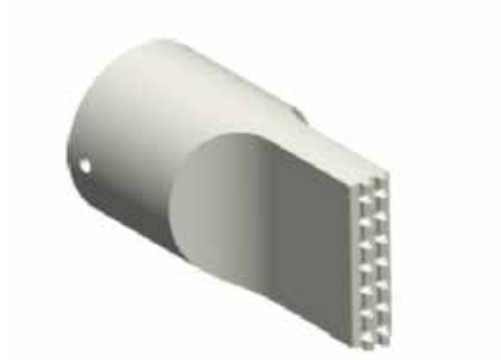
2. Porta sonotrodo dukane



**Figura 37. Porta sonotrodo marca dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

3. Electrodo de titanium dukane



**Figura 38. Electrodo de titanium marca dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

4. Cable de tierra



**Figura 39. Cable de tierra**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

### **3.2.11 Parámetros del Proceso de Soldadura por Ultrasonido**

- Capacidad del equipo

Es necesario seleccionar la máquina adecuada en función de la forma y tamaño de la pieza a ser soldada.

- Amplitud de vibración del cuerno

Una amplitud de al menos 40  $\mu\text{m}$ , por ambos lados, es indispensable.

- Presión

El cuerno aplica una presión que une las piezas a ser soldadas. Usualmente se emplea presión de aire comprimido que va de 0.1 MPa a 0.3 MPa (y superiores). Una muy alta presión puede perturbar la vibración del cuerno, excepto en el caso de plásticos reforzados con fibra de vidrio, para el cual se requiere una presión elevada.

- Tiempo de soldadura

Depende del tipo de plástico y la forma de la pieza. Generalmente es suficiente un tiempo de 0.2 s para la mayoría de los termoplásticos. Tiempos muy elevados pueden causar mucho material fundido, lo que se traduce en rebaba, burbujas y pobre sellado.

- Tiempo de enfriamiento

Tiempos comunes van de 0.1 a 0.2 s.

- Velocidad de descenso del cuerno

Normalmente, se emplean velocidades de 50mm/s.

- Tiempo de inicio de la vibración

La vibración debe iniciarse al momento de hacer contacto con las piezas. Si se inicia después de ejercer presión sobre las piezas, puede perderse amplitud.

### 3.3 Definición de Términos Básicos

**Estudiar:** Aplicar la inteligencia o ejercitar el entendimiento para adquirir el conocimiento de una cosa, aprender un arte o una profesión, memorizar el contenido de algo.

**Procedimiento:** Un proceso es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico. Los procesos son mecanismos de comportamiento que diseñan los hombres para mejorar la productividad de algo, para establecer un orden o eliminar algún tipo de problema.

**Soldadura:** La soldadura es un proceso de fabricación en el que cual se unen dos materiales distintos, normalmente metales. Esto se logra a través de la coalescencia de varios metales en un cuerpo único, de tal manera que las piezas son soldadas derritiendo los metales y agregando un material de relleno derretido, el cual posee un punto de fusión menor al de la pieza a soldar.

**Ultrasonido:** El ultrasonido es una onda sonora cuya frecuencia supera el límite perceptible por el oído humano (es decir, el sonido no puede ser captado por las personas ya que se ubica en torno al espectro de 20.000 Hz).

**Plásticos:** Los plásticos son aquellos materiales que, compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias, son fáciles de moldear y pueden modificar su forma de manera permanente a partir de una cierta compresión y temperatura.

**Termoplásticos:** El termoplástico es un adjetivo que permite calificar al material que resulta maleable ante el calor. En otras palabras: un termoplástico, al encontrarse a una temperatura elevada, pierde su estado rígido y se deforma.

**Parachoques:** El parachoques o paragolpes es la pieza de un vehículo que se encuentra en la parte trasera y delantera de éste con el objetivo de amortiguar y proteger al vehículo en caso de colisión, absorbiendo la energía cinética y empujándola en forma

de rebote hacia el centro del choque, consiguiendo así una reducción de daños, pero no de impacto.

**Máquina de soldadura:** Es una herramienta que es usada principalmente para la unión de piezas, mediante la aplicación del calor. Estas máquinas necesitan para trabajar la energía, la cual proviene de un arco de electricidad.

**Electrodo:** Los electrodos son dispositivos que conducen electricidad y que también pueden actuar como metal de soporte. Es bueno conocer los distintos tipos de electrodos para así tomar una decisión informada al momento de trabajar en el soldado de piezas

**Presión:** Es una magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una línea.

**Vibración:** Una vibración se puede considerar como un movimiento repetitivo alrededor de una posición de equilibrio. La posición de "equilibrio" es a la que llegará cuando la fuerza que actúa sobre él sea cero. Este tipo de movimiento no involucra necesariamente deformaciones internas del cuerpo entero

**Enfriamiento:** Disminución de la temperatura de un cuerpo o de un lugar.

**Teamcenter:** El software Teamcenter es el sistema PLM más empleado en el mundo, este permite la innovación y mejora la productividad al conectar a las personas con el conocimiento de producto y procesos que requieren para funcionar de forma efectiva en un ciclo de vida de producto orientado globalmente.

## **CAPÍTULO IV**

### **FASES METODOLÓGICAS**

En el presente capítulo se indica el conjunto de fases metodológicas concebidas para dar solución al problema planteado, acorde al objetivo general y los objetivos específicos establecidos, plasmados en el capítulo II.

#### **4.1 Fases de la Investigación**

##### **4.1.1 Fase I: Diagnosticar la situación actual de los parachoques delanteros de los vehículos Ford.**

En esta fase se estudiara el procedimiento con el cuales se fijan los componentes plásticos al parachoques delantero, aplicando la técnica de la observación directa que permite evaluar las dificultades que presenta el operador al momento de fijar los componentes plásticos del parachoque delantero de los vehículos Ford. Se utiliza este instrumento ya que se considera el más apropiado para recopilar la información necesaria para un posterior análisis de la situación.

##### **4.1.2 Fase II: Identificar los parámetros que debe tener la máquina para realizar una buena soldadura.**

La segunda fase trata sobre analizar los datos anteriormente recopilados para luego establecer una serie de criterios y parámetros necesarios para la elaboración de dicha propuesta, como la capacidad del equipo ya que la energía de este garantizara una buena soldadura, presión necesaria ejercida por el operario, el tiempo máximo de soldadura, como también el tiempo de enfriamiento, tiempo de inicio de privación y así poder establecer una buena soldadura en la pieza deseada.

##### **4.1.3 Fase III: Estudiar el procedimiento más conveniente de soldadura en los parachoques delanteros de vehículos Ford.**

Una vez determinado los parámetros que debe tener la máquina para realizar una buena soldadura se procede a la tercera fase, en la cual se estudiara el

procedimiento más conveniente para realizar una buena soldadura, basándose en las conexiones, verificación de parámetros, posición de soldadura y fuerza generada al momento de realizarla.

#### **4.1.4 Fase IV: Beneficios de la propuesta.**

Es de suma importancia para el proyecto como para la empresa Ford Motor de Venezuela S.A. los beneficios de dicha propuesta, por lo que en la cuarta fase se realizara un estudio para evidenciar los benéficos de la implementación soldadura ultrasónica en la fijación de los componentes plásticos de vehículos Ford.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

En los capítulos anteriores se establecieron los parámetros técnicos, teóricos y metodológicos que dan sustento a la realización del proyecto, no obstante en las siguientes páginas se presentan los resultados que fueron obtenidos durante la ejecución de las faces anunciadas anteriormente.

#### **5.1 Diagnosticar la situación actual de los parachoques delanteros de los vehículos Ford.**

En esta fase se recopiló información sobre el estado actual de los parachoques delanteros que poseen los vehículos Ford motor Venezuela, así como también el proceso de ensamblado del mismo y los parámetros exigidos por la empresa para el correcto ensamblado de dichos vehículos.

El respectivo levantamiento de información se llevó a cabo mediante el proceso previo de observación y análisis en conjunto con una serie de entrevistas realizadas con diversos consultores e ingenieros encargados de desarrollar los diversos tipos de piloto.

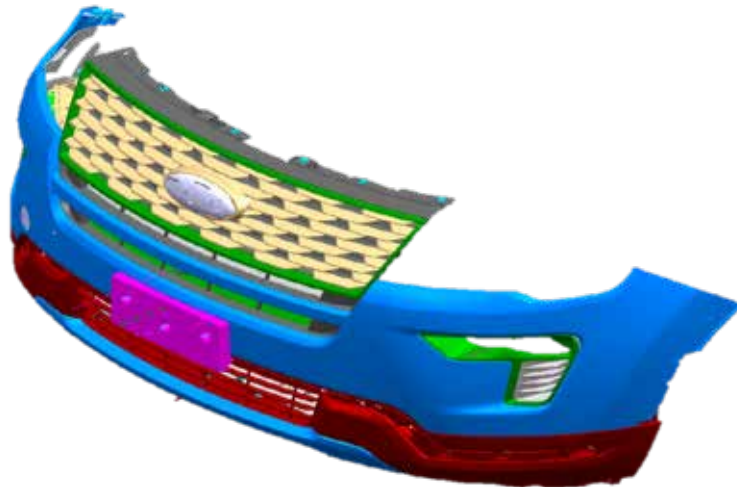
Cabe destacar que cada uno de los componentes de los vehículos Ford viene denotado por un código llamado sufijo, prefijo y base, esto nos hace referencia a que tipo de pieza es, que nivel de mejora posee, entre otras. La razón nombrar las piezas con este método es poder ayudar a las personas a no confundirlas piezas o cometer un error al momento del ensamblado debido que cada vehículo tiene una gran cantidad de ellas.

Para entender la situación actual de los parachoques de los vehículos Ford, a continuación, se mostrará los componentes y el ensamble del mismo

Cada uno de los componentes del ensamble del parachoque son separados de distintos colores para un mejor entendimiento

## 5.1.1 Ensamble del parachoque delantero de vehículos Ford:

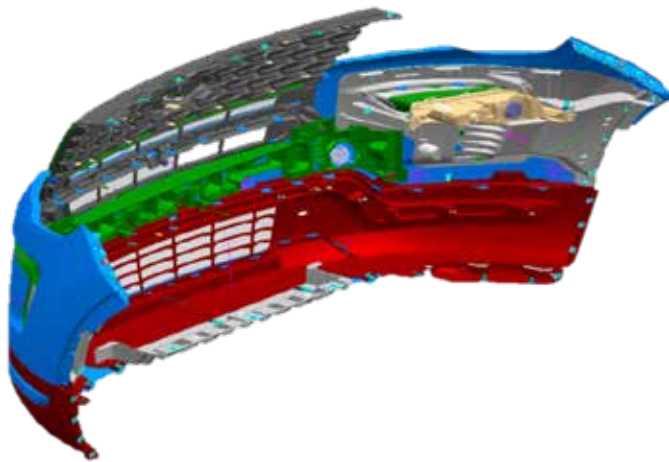
### 5.1.1.1 Vista exterior:



**Figura 40. Ensamble de parachoque delantero de vehículos Ford**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

### 5.1.1.2 Vista interior:



**Figura 41. Ensamble de parachoque delantero de vehículos Ford**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

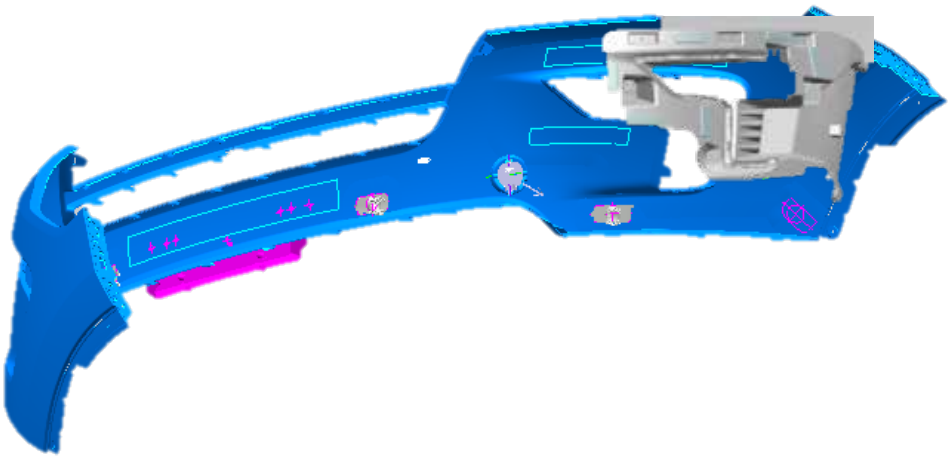
**5.1.1.3 Parachoque delantero:**



**Figura 42. Parachoque delantero de vehículos Ford**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

**5.1.1.4 Piezas afectadas del parachoque:**

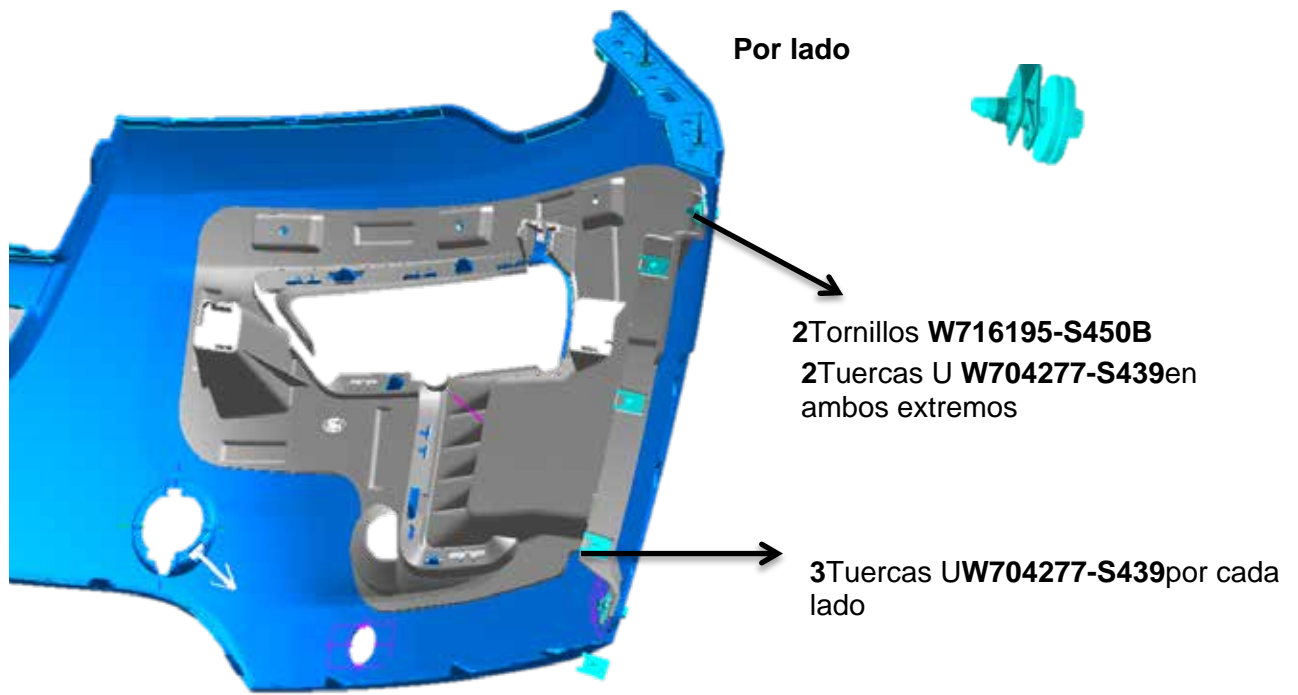


**Figura 43. Parachoque delantero de vehículos Ford**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

### 5.1.1.5 Ensamble de piezas afectadas

El ensamblaje se realiza utilizando el siguiente kit de tornillos, Usando la tornillería y elementos de unión con el siguiente procedimiento (este procedimiento es aplicado por ambos lados del parachoque)



**Figura 44. Parachoque delantero de vehículos Ford**

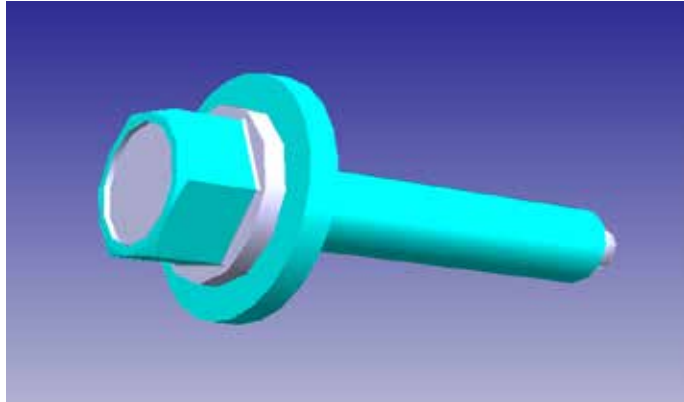
Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

#### 5.1.1.5.1 Tornillería y tuercas

El tornillo W716195-S450B y la tuerca W704277-S439 son de gran importancia en la unión del soporte de faros antiniebla al parachoque. Estos se encuentran, del lado superior e inferior de la pieza y ubicado en ambos extremos del parachoque como se evidencia en la figura 44, también se puede observar que dicho soporte está constituido por 3 tuercas W704277-S439, estas nos ayudaran al momento

del ensamblado del parachoques al vehículo, que no exista ningún tipo de desajuste o desprendimiento del mismo.

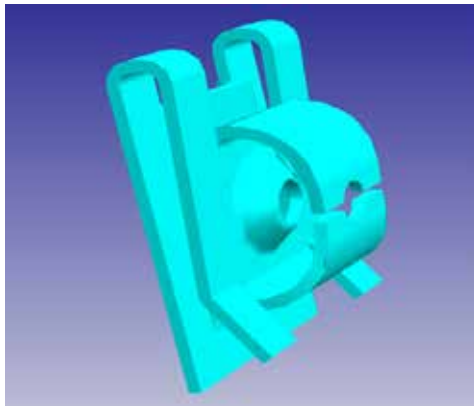
#### **5.1.1.5.1.1 tornillo W716195-S450B**



**Figura 45. Tornillo del parachoque delantero de vehículos Ford**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

#### **5.1.1.5.1.2 Tuerca W704277-S439**



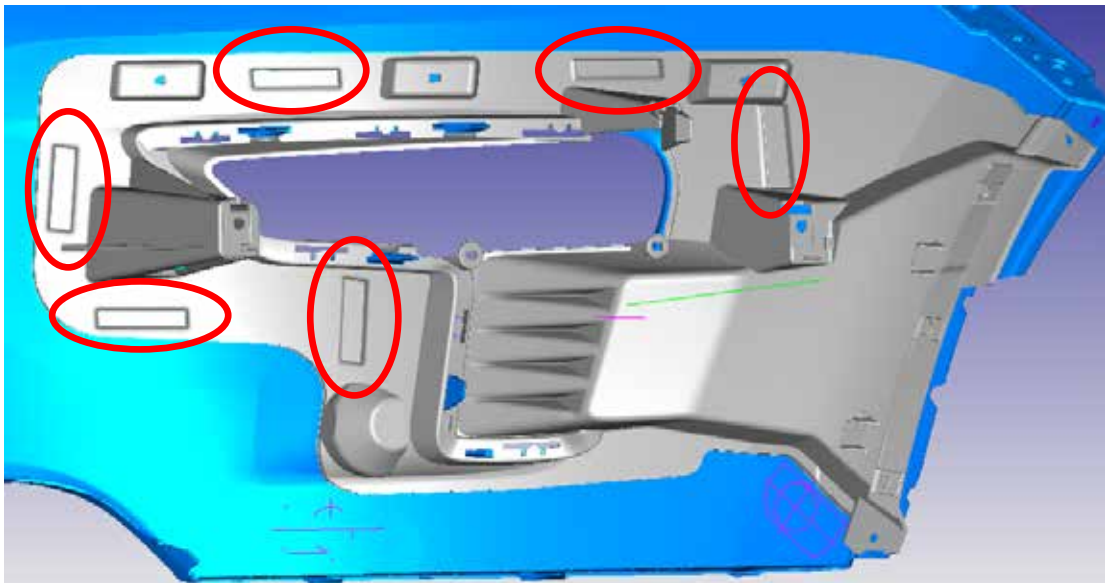
**Figura 46. Tuerca del parachoque delantero de vehículos Ford**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

### 5.1.1.6 Localización de la soldadura

Los seis puntos de soldadura se encuentran ubicados y señalados en el soporte de las luces antiniebla como se muestra en la siguiente figura, estos están marcados mediante un rectángulo para así facilitar de manera visual al operador de la máquina y que pueda realizar una buena soldadura.

Las localizaciones de los puntos de soldadura están ubicadas de manera estratégica por el fabricante para abordar la parte más frágil de dicha pieza y lograr una buena unión de ella



**Figura 47. Localización de la soldadura en el parachoque**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

## 5.2 Identificar los parámetros que debe tener la máquina para realizar una buena soldadura

En esta fase se estableció el uso correcto del equipo de soldadura dukane, como también se identificaron los parámetros que tiene que tener la máquina para generar una buena soldadura en componentes plásticos de vehículos Ford (parachoque delantero) y por último se detalló el procedimiento a seguir para realiza el ajuste de los parámetros de soldadura en la maquina

### 5.2.1 Equipo de soldadura Dukane

- Botón de Encendido/Apagado



**Figura 48. Botón de encendido y apagado en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- Menú de inicio



**Figura 49. Menú de inicio en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

#### **5.2.1.1 Parámetros de soldadura**

- **Energía: 900J.** Es la energía requerida para soldar las piezas.
- **Tiempo máximo de soldadura: 20,0s (Pantalla muestra 20.000s).** Es el tiempo límite que tiene el equipo para alcanzar a la energía requerida.
- **Tiempo de sostenido: 6,0s (Pantalla muestra 6,0s).** Es el tiempo de enfriamiento de la soldadura tras haber alcanzado la energía requerida.

##### **5.2.1.1.1 Ajustes del parámetro de soldadura**

### 5.2.1.1.1 Ajustes por energía

- Botón de energía



**Figura 50. Botón de energía en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- Pantalla del Parámetro de soldadura por Energía



**Figura 51. Pantalla de parámetros en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- Botones + y – para modificar el valor de energía.



**Figura 52. Valor de energía en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- Parámetro de energía modificado



**Figura 53. Parámetro de energía en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- Una vez establecido el valor de la energía, pulsar el botón Enter



**Figura 54. Valor de la energía en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- Establecer tiempo máximo de soldadura



**Figura 55. Tiempo máximo de soldadura en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- Botones + y – para modificar el valor de tiempo.



**Figura 56. Modificar el valor del tiempo en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- Una vez establecido el valor de tiempo máximo de soldadura, pulsar el botón Enter



**Figura 57. Establecer el tiempo en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

### 5.2.1.1.2 Ajuste de Tiempo de Sostenido.

- Botón de Sostenido.



**Figura 58. Botón de sostenido en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- Pantalla del Parámetro de tiempo de sostenido



**Figura 59. Pantalla de tiempo de sostenido en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- Botones + y – para modificar el valor de tiempo de sostenido



**Figura 60. Modificar el tiempo de sostenido en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- Una vez establecido el valor de tiempo sostenido, pulsar el botón Enter.



**Figura 61. Establecer el tiempo de sostenido en equipo de soldadura Dukane**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

### **5.3 Estudiar el procedimiento más conveniente de soldadura en los parachoques delanteros de vehículos Ford**

En esta fase se estudió el procedimiento más conveniente que se realiza antes, durante y después de la soldadura en los parachoques delanteros de los vehículos Ford, como también las pruebas que se realizaron para asegurarse de que se haya ejecutado un buen punto de soldadura, para así poder establecer una buena unión entre las dos piezas afectadas y evitar el desprendimiento de las mismas

#### **5.3.1 Descripción del Proceso:**

##### **5.3.1.1 Antes de realizar la soldadura**

1. Identificar las dos piezas a soldar



**Figura 62. Taller de soldadura ultrasónica**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)



**Figura 63. Almacén de piezas**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

2. Examinar las dos piezas a soldar para que no tengan ningún defecto de fabrica



**Figura 64. Visualización de Pieza a soldar**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

3. Limpiar las piezas afectas para no permitir sucios que afecten a la soldadura



**Figura 65. Limpieza de pieza a soldar**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

4. Asegurar el parachoque mediante unas tenazas para evitar el movimiento de la pieza al momento de realizar la soldadura



**Figura 66. Puesto de trabajo de pieza a soldar**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)



**Figura 67. Tenazas de seguridad**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

### **5.3.1.2 Preparación de la maquina**

1. Conectar el sonotrodo a la fuente de poder y encender el dispositivo pulsando el botón de encendido.



**Figura 68. Máquina de soldadura ultrasónica**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

2. Verificar parámetros de Energía, Tiempo máximo de soldadura y tiempo de sostenido.



**Figura 69. Parámetros de soldadura**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

### 5.3.1.3 Momento de efectuar la soldadura

1. Colocar las dos piezas a soldar una sobre otra en la posición adecuada para no permitir errores al momento de realizar los puntos de soldadura



**Figura 70. Unión de piezas a soldar**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

2. Colocar el sonotrodo sobre las piezas a soldar, asegurando que exista contacto entre las superficies.



**Figura 71. Contacto con el sonotrodo y pieza a soldar**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

3. Accionar la herramienta para comenzar el proceso de soldadura.



**Figura 72. Accionamiento de la maquina**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

4. Ejercer presión manual moderada durante el proceso de soldadura.



**Figura 73. Soldando pieza**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

5. Apartar la herramienta al escuchar la alarma sonora una vez el equipo termine el proceso de soldadura.



**Figura 74. Punto de soldadura**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

6. Luego de haber realizado el punto de soldadura, continuar con el proceso en los recuadros señalados



**Figura 75. Soldando pieza**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

#### **5.3.1.4 Luego de haber realizado la soldadura**

1. Verificar que se haya realizado una buena soldadura
2. Repetir el proceso en el siguiente punto de soldadura hasta terminar todos los puntos designados.

#### **5.3.1.5 Prueba para verificar que se haya realizado una buena soldadura**

Existen distintos tipos de pruebas físicas que se le realizan a los componentes para saber si se ejecutó una buena soldadura, para Ford motor Venezuela la implementación de cualquier tipo de procesos en sus vehículos tienen que cumplir ciertos tipos pruebas

y requisitos para poder ser implementado, bien sea aquí en Venezuela o en cualquiera de sus plantas en el exterior. En el caso de la soldadura ultrasónica en componentes plásticos de vehículos Ford (parachoque delantero) se realizaron pruebas físicas de tracción, compresión. En plantas exteriores aprobando satisfactoriamente para que dicho proceso sea empleado en los vehículos Ford.

#### **5.3.1.5.1 Pruebas visuales**

Las pruebas visuales serán realizadas con el método de observación directa, poniendo como ejemplo un punto de soldadura realizado exitosamente, de igual manera se pondrán distintos ejemplos de soldaduras erróneas para saber con exactitud cuándo se está cometiendo un error al realizar el punto de soldadura

#### **5.3.1.5.2 Ejemplo de soldaduras**

A continuación, se mostrará los tipos de puntos de soldadura, bien sea errónea como correcta

##### **5.3.1.5.2.1 Soldaduras erróneas**

- **Sonotrodo inclinado hacia un lado**



**Figura 76. Soldadura errónea**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- **Sonotrodo inclinado hacia atrás o adelante**



**Figura 77. Soldadura errónea**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- **Sonotrodo retirado antes de tiempo**



**Figura 78. Soldadura errónea**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- Doble soldadura en un mismo punto



**Figura 79. Soldadura errónea**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

#### 5.3.1.5.2 Soldadura correcta

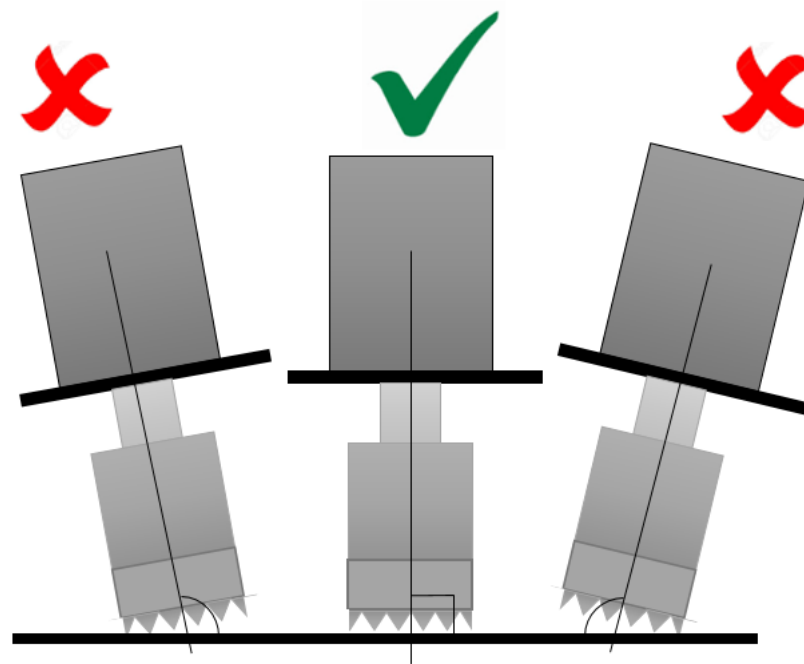
- Punto de soldadura correcto



**Figura 80. Soldadura correcta**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

- Posición correcta del sonotrodo



**Figura 81. Posición correcta del sonotrodo**

Fuente: (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018)

Se debe asegurar que el sonotrodo este perpendicular con respecto a las piezas a soldar

## **5.4 Beneficios de la propuesta**

### **5.4.1 Beneficios empresariales**

Para Ford motor Venezuela El mejoramiento continuo de la producción de vehículos es su principal objetivo, acompañado de la calidad y la confiabilidad de los mismos, en el caso de la soldadura ultrasónica en componentes plásticos (parachoques delanteros) de vehículos Ford tiene un gran beneficio a la empresa con respecto a la calidad de las uniones plásticas de los parachoques delanteros de vehículos, está soldadura ultrasónica ayudará a la unión de piezas plásticas alojadas en el parachoques delantero permitiendo que no exista ningún tipo de sonido o vibración que permita el desajuste del mismo ocasionando el desprendimiento de dichas piezas

### **5.4.2 Beneficios al consumidor**

La soldadura en los parachoques plásticos de los vehículos Ford son muy beneficiosos para los propietarios debido a que ayuda a que no se genere ruido al momento de usar dichos vehículos, previniendo molestias tanto al conductor como a sus pasajeros, otro beneficio sería que no permite que se generen ningún tipo de vibración en el parachoque previniendo el desajuste o daño de piezas en él, permitiendo el ahorro económico ya que no se tendría que reparar la pieza o reemplazarla con una nueva

### **5.4.3 Beneficios académicos**

Para el ramo académico este proyecto es muy importante y ventajoso debido a que la soldadura ultrasónica es un proceso relativamente nuevo que se está implementando en la actualidad gracias a la cantidad de usos que tienen los plásticos en nuestro día a

día, por ellos este trabajo tiene una gran importancia, primordialmente para conocer el proceso de la soldadura ultrasónica como también para que investigaciones futuras tengan apoyo sobre dicho proceso

#### **5.4.4 Beneficios financieros**

Para Ford motor Venezuela la calidad en sus productos es de vital importancia ya estos son los que le brindan valor directo a la empresa, como también mantener la reputación como la mejor empresa ensambladora de Venezuela.

Dicho proceso no le genera beneficios económicos a la empresa, pero si le ayuda a cumplir con los estándares de calidad de los vehículos

## CONCLUSIONES

La recopilación de información fue un rol fundamental para la elaboración del proyecto, la dinámica de trabajo y el resultado de ellos mejora cada día mientras más a fondo se estudian los productos y los procesos involucrados para la fabricación de los mismo, ya que a medida que se tenga una información mucho más amplia implica mejores mejor desempeño a la hora de trabajar en el proceso.

Este proyecto fue muy importante ya que se trató sobre un tema que es relativamente nuevo para las personas en Venezuela, este tema trata sobre la soldadura ultrasónica en componentes plásticos de vehículos Ford, en este caso se estudió el procedimiento a seguir para realizar una buena soldadura basándose en los pasos a tomar antes, durante y después de realizar la soldadura, de igual manera los parámetros que debe cumplir la máquina para elaborar un buen punto de soldadura.

Para Ford motor Venezuela este proyecto fue muy favorable debido a que al entregarle un procedimiento paso a paso de cómo hacer realizar una buena soldadura a los operarios de dicha máquina, se les facilitaría el trabajo obteniendo mayor desempeño y evitando perdidas de material por una mala soldadura.

## **RECOMENDACIONES**

En busca de poder dar un buen uso a esta máquina y poder aprovechar el ciclo de vida de la misma, se deben tomar ciertas precauciones teniendo en cuenta el proyecto realizado anteriormente.

El operario de dicha maquina deberá seguir el procedimiento de soldadura establecido anteriormente paso a paso, sin saltarse ninguno de ellos debido a que estos pasos se realizaron para obtener el mejor rendimiento de la máquina y así pueda realizar un buen punto de soldadura que no permita la separación de las piezas afectadas, de igual manera no se deben ajustar los parámetros establecidos de la maquina ya que estos están calculados para trabajar unicamente con el material de los parachoques delanteros de los vehículos Ford, si estos parámetros son alterados estos podrían fundir el plástico en exceso ocasionando la perdida de la pieza

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Técnicas de Soldadura de Termoplásticos (08/07/2018) [En línea]

Disponible:<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2013/11/soldadura-de-plasticos.html>

Medina M. Octavio (2014) **“determinación de los parámetros para minimizar el tiempo de soldadura por ultrasonido de la terminal mak”**.

Fernández V. Irene (2013) **“Análisis del proceso de soldadura por resistencia en materiales compuestos de matriz termoplástica de interés aeronáuticos”**.

Morales E. Jenniffer (2014) **“Caracterización del proceso de soldadura Ultrasónica en la producción de dispositivos de salud de la mujer”**.

St. Charles, Illinois. Manual DUKANE, soldadura ultrasónica, 2010

Flores Esteban, Ruíz Nelson Iván(2014)Aplicaciones Industriales delUltrasonido [En línea] Disponible:[http:// dea.unsj.edu.ar/ultrasonido/pdfs/ultrasonido\\_2014.pdf](http://dea.unsj.edu.ar/ultrasonido/pdfs/ultrasonido_2014.pdf)