

CARACTERIZACIÓN DE LOS CRITERIOS TÉCNICOS DE VALORACIÓN PARA  
LA REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE PIEZAS EN MOTOCICLETAS

JESÚS ANDRÉS BEJARANO AMÓRTEGUI  
WILSON CAMILO CORONADO BOBADILLA

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ  
2017

CARACTERIZACIÓN DE LOS CRITERIOS TÉCNICOS DE VALORACIÓN PARA  
LA REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE PIEZAS EN MOTOCICLETAS

JESÚS ANDRÉS BEJARANO AMÓRTEGUI  
WILSON CAMILO CORONADO BOBADILLA

Proyecto integral de grado para optar el título de  
INGENIERO MECÁNICO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ  
2017

Nota de aceptación:

---

---

---

---

Gabriel Hernando Rivera Rodríguez

---

Edwin Raúl Rivera Casadiego

---

Ricardo Gabriel López Martínez

Bogotá, (julio, 2017)

## DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García-Peña

Decano Facultad de Ingenierías

Ing. Julio Cesar Fuentes Arismendi

Director del Programa de Ingeniería Mecánica

Ing. Carlos Mauricio Veloza Villamil

La responsabilidad de los  
conceptos emitidos en este  
documento es exclusiva de los  
autores

En el siguiente trabajo quiero hacer un humilde reconocimiento a todas aquellas personas que han contribuido en mi formación personal y profesional, gracias a su apoyo, conocimiento, enseñanzas y consejos han hecho de mí un ser íntegro, lleno de valores y principios. Gracias a estas personas aprendí a no mirar el pasado con nostalgia sino a mirar el presente y futuro con entusiasmo, ambición y oportunidad. Agradezco en especial a:

A las dos mujeres que más amo y por las cuales daría mi vida a cambio, Mariela González y Erika Amórtegui. Soy de los pocos afortunados al contar con dos madres. Gracias por hacer de mí, quien soy, alguien lleno de valores y principios.

A Efraín Correal que para mí ha sido la conjugación perfecta entre padre y abuelo que cualquier persona le gustaría tener, gracias viejo por educarme y ser un apoyo fundamental en mi vida.

A Daniela García por darme su apoyo y comprensión incondicional en cada momento de debilidad, a ella que con una sonrisa o una palabra es capaz de alegrarme el día. Gracias por enseñarme a ser una mejor persona y a creer en mí y en mis capacidades. ¡Gracias amor!

A mi mejor amigo, Jonathan Díaz, que más que un amigo ha sido mi hermano ya son casi 15 años de amistad, en donde hemos pasado momentos de alegría, felicidad, tristeza y melancolía, pero en donde por encima de todo ha prevalecido la amistad y el apoyo incondicional. ¡Gracias amigo!

A mis amigos, profesores y demás, a los que ya se fueron y a los que aún permanecen, gracias por haber representado un apoyo en este camino, gracias por los buenos momentos.

Jesús Andrés Bejarano Amórtegui

En este trabajo de grado quiero darle las gracias en primer lugar a Dios por permitirme cumplir con este sueño brindándome valores, alegrías, fortaleza, seguridad y sabiduría, además de poner en mí camino las personas que son el pilar de mí vida.

A mis padres que después de Dios son la base más importante de mi vida, son el ejemplo más claro que la perseverancia, honradez, humildad y dedicación, son las piezas claves para triunfar en la vida.

A mí hermano que ha sido el punto más alto de admiración, por sus logros, por su personalidad y por su actuar en cada paso que da.

A mí abuela que es como mí segunda madre, que me ha dado su consuelo en aquellos momentos de debilidad, que me ha brindado sus consejos sabios para darle claridad a mí destino y que nunca ha dejado de creer en mí.

A Yenifer Suárez que me demostró que un cariño y amor sincero están en los buenos y malos momentos, que por largas que sean las noches, los proyectos y trabajos arduos su compañía nunca se ha desvanecido permitiéndome seguir en pie, luchando por lo que quiero.

A toda mi familia y a mis amigos que han depositado su confianza, conocimiento, su apoyo incondicional haciendo posible este proyecto que hace parte de las pasiones de mi vida.

Wilson Camilo Coronado Bobadilla

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren presentar sus reconocimientos a:

DIOS, por permitirnos adquirir los conocimientos necesarios, la disciplina y empeño, por guiarnos en las decisiones que se tomaron en el camino para desarrollar este proyecto.

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA, por conceder todos los conocimientos técnicos y la orientación académica adecuada para la formación profesional.

CESVI Colombia S.A., por brindarnos la oportunidad de desarrollar el presente proyecto, por el apoyo técnico y por la confianza depositada en nuestras capacidades y habilidades.

Ingeniero Edwin Raúl Rivera Casadiego, que pertenece al personal de planta de la Fundación Universidad de América, quién concedió todo su apoyo, colaboración, compañía y guía, brindado su tiempo incondicional para asesorar la problemáticas surgidas.

Al comité de proyectos de la Fundación Universidad de América y al Ingeniero Gabriel Rivera por la asesoría y guía técnica brindada permanentemente.



## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. CARACTERIZACIÓN DE LAS PIEZAS DE UNA MOTOCICLETA	20
1.1 ESTUDIO DEL PARQUE AUTOMOTOR EN COLOMBIA	20
1.2 DEFINICIÓN DE MOTOCICLETA	22
1.3 CLASIFICACIÓN DE MOTOCICLETAS	23
1.3.1 Motocicletas según el cilindraje del motor	23
1.3.2 Motocicletas según su uso	24
1.3.2.1 Motocicletas urbanas	24
1.3.2.2 Motocicletas de carretera	24
1.3.2.3 Motocicletas de campo	24
1.3.2.4 Motocicletas de pista	24
1.3.3 Motocicletas según su tipo	24
1.3.3.1 Turismo	24
1.3.3.2 Turismo carenada	25
1.3.3.3 Trail	25
1.3.3.4 Enduro	26
1.3.3.5 Scooter	27
1.3.3.6 Naked	27
1.3.3.7 Custom	28
1.3.3.8 Deportiva	29
1.4 IDENTIFICACIÓN DE MOTOCICLETAS	29
1.4.1 Número VIN	29
1.4.1.1 Código de identificación mundial, World Manufacturer Identifier (WMI)	30
1.4.1.2 Sección descriptora del vehículo, Vehicle Descriptor Section (VDS)	30
1.4.1.3 Sección indicadora del vehículo, Vehicle Identifier Section (VIS)	30
1.4.2 Ubicación del número VIN	30
1.5 ANÁLISIS DE LA MOTOCICLETA	31
1.5.1 Tipo de colisión	32
1.5.2 Despiece de la motocicleta	32

1.5.2.1	Piezas exteriores	33
1.5.2.2	Elementos mecánicos	34
1.5.2.3	Motor	34
1.5.2.4	Chasis	34
2.	CRITERIOS TÉCNICOS APLICABLES EN LA INSPECCIÓN Y VALORACIÓN DE LA MOTOCICLETA	36
2.1	METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN Y VALORACIÓN	36
2.1.1	Pre-inspección de la motocicleta	37
2.2	CRITERIOS DE VALORACIÓN	39
2.3	CRITERIOS DE FABRICANTES	42
3.	TÉCNICAS, TECNOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS EMPLEADAS EN LA REPARACIÓN DE PIEZAS AFECTADAS EN UN SINIESTRO	46
3.1	CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES	46
3.2	TIPOS DE DAÑOS	47
3.3	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN REPARACIÓN	48
3.3.1	Equipos y herramientas utilizadas en reparación de metales	48
3.3.1.1	Herramientas de conformación	48
3.3.2	Equipos y herramientas utilizadas en la reparación de plásticos	52
3.3.2.1	Herramientas de conformación	52
3.3.2.2	Herramientas de soldadura	53
3.4	MÉTODOS DE REPARACIÓN	54
3.4.1	Reparación en metales	54
3.4.1.1	Reparación por congelación	54
3.4.1.2	Reparación por tas y martillo	54
3.4.1.3	Reparación por palanca	54
3.4.1.4	Reparación por martillo de inercia	55
3.4.2	Reparación en plásticos	56
3.4.2.1	Reparación por conformado	56
3.4.2.2	Reparación por soldadura	57
4.	MODELADO Y SIMULACIÓN POR ELEMENTOS FINITOS DEL CHASIS DE UNA MOTOCICLETA	59

4.1	CHASIS DE LA MOTOCICLETA	59
4.1.1	Zonas del chasis	60
4.1.2	Geometría del chasis	61
4.1.2.1	Cotas fundamentales	61
4.1.3	Tipos de chasis	62
4.1.3.1	Chasis mono cuna	62
4.1.3.2	Chasis mono cuna desdoblado	62
4.1.3.3	Chasis doble cuna	63
4.1.3.4	Chasis de cuna interrumpida	63
4.1.3.5	Chasis doble viga o perimetral	64
4.1.3.6	Chasis multi-tubular	65
4.2	NORMAS APLICABLES	66
4.3	MODELADO DEL CHASIS	66
4.3.1	Toma de medidas del chasis	67
4.3.2	Modelado del chasis en software	71
4.4	CÁLCULOS DE FUERZA	73
4.4.1	Velocidades de impacto	74
4.4.2	Cálculos de fuerza de impacto para colisión de motocicleta en reposo con barrera indeformable móvil	74
4.5	SIMULACIÓN	78
4.6	ANÁLISIS COMPLEMENTARIO	85
5.	BASE DE DATOS TÉCNICOS PARA LA VALORACIÓN DE UNA MOTOCICLETA	89
5.1	FORMATO DE VALORACIÓN DE DAÑOS	89
5.1.1	Método para diligenciar el formato	89
5.2	FICHAS TÉCNICAS DE VALORACIÓN	91
6.	CONCLUSIONES	107
7.	RECOMENDACIONES	108
	BIBLIOGRAFÍA	109
	ANEXOS	111

## LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1. Ducati Panigale 1299	23
Imagen 2. Motocicleta turismo, Yamaha FZ-S FI 2.0	25
Imagen 3. Motocicleta turismo sport carenada, Yamaha Fazer 2.0	25
Imagen 4. Motocicleta Trial, KTM Adventure 1190 R	26
Imagen 5. Motocicleta tipo Enduro, Kawasaki KLX 250	26
Imagen 6. Motocicleta Scooter, Yamaha Bws X 125	27
Imagen 7. Motocicleta Naked, Kawasaki Z1000	28
Imagen 8. Motocicleta custom, Harley Davidson, Sportster Iron 883	28
Imagen 9. Motocicleta deportiva, BMW S 1000 RR	29
Imagen 10. Ubicación del número VIN en el cabezal de dirección	30
Imagen 11. Ubicación del número VIN en el chasis	31
Imagen 12. Ubicación del número VIN en motocicletas tipo Scooter	31
Imagen 13. Honda CBF 150M7	33
Imagen 14. Piezas exteriores, Honda CBF 150M7	33
Imagen 15. Elementos mecánicos, motor, chasis, Honda CBF 150M7	35
Imagen 16. Procedimiento de pre inspección visual	37
Imagen 17. Procedimiento de pre inspección con herramientas de medición	38
Imagen 18. Elementos a inspeccionar en Yamaha	42
Imagen 19. Elementos a inspeccionar en Kawasaki	45
Imagen 20. Tipos de martillos	49
Imagen 21. Tipos de tases	50
Imagen 22. Palancas para desabollar	50
Imagen 23. Atemperado de una chapa de aluminio	51
Imagen 24. Espárragos roscados soldados en chapa metálica	52
Imagen 25. Pistola de calor	53
Imagen 26. Soldadura de termoplásticos	53
Imagen 27. Reparación con tas y martillo	55
Imagen 28. Reparación con martillo de inercia.	56
Imagen 29. Reparación de plástico por conformado	57
Imagen 30. Soldadura en plásticos	58
Imagen 31. Zonas del Chasis	60
Imagen 32. Cotas fundamentales de la motocicleta	61
Imagen 33. Chasis mono cuna	62
Imagen 34. Chasis mono cuna desdoblado	63
Imagen 35. Chasis doble cuna.	63
Imagen 36. Chasis de cuna interrumpida.	64
Imagen 37. Chasis doble viga o perimetral.	65
Imagen 38. Chasis multi-tubular	66
Imagen 39. Chasis Honda Tornado XR 250	67
Imagen 40. Toma de medidas longitudinales	68
Imagen 41. Toma de medidas angulares	68

Imagen 42. Toma de espesores con ultrasonido	69
Imagen 43. Toma de espesores con micrómetro	69
Imagen 44. Toma de medida de diámetros externos	70
Imagen 45. Toma de longitudes con cinta métrica	70
Imagen 46. Croquis inicial del chasis con formas a extruir	71
Imagen 47. Croquis final del chasis con formas a extruir	72
Imagen 48. Modelo final chasis Honda Tornado XR 250	72
Imagen 49. Modelo final vista frontal y posterior chasis Honda Tornado XR 250	73
Imagen 50. Correlación entre modelo CAD y chasis real	73
Imagen 51. Rampa de impacto	74
Imagen 52. Proyección de la longitud de las horquillas.	77
Imagen 53. Cargas y restricciones aplicadas el chasis	80
Imagen 54. Análisis estático del chasis	80
Imagen 55. Colisión a 15 km/h con tamaño de malla de 4 mm	81
Imagen 56. Colisión a 15 km/h con tamaño de malla de 3 mm	81
Imagen 57. Zonas críticas	83
Imagen 58. Colisión a 30 km/h con tamaño de malla de 3 mm	83
Imagen 59. Colisión a 60 km/h con tamaño de malla de 3 mm	84
Imagen 60. Colisión a 80 km/h con tamaño de malla de 3 mm	84
Imagen 61. Progresión del impacto 1	86
Imagen 62. Progresión del impacto 2	86
Imagen 63. Progresión del impacto 3.	87
Imagen 64. Formato de valoración de daños	90
Imagen 65. Ficha técnica depósito de combustible	91
Imagen 66. Ficha técnica carenados	94
Imagen 67. Ficha técnica botella amortiguador (horquilla)	96
Imagen 68. Ficha técnica tijas y columna de dirección	97
Imagen 69. Ficha técnica basculante	99
Imagen 70. Ficha técnica motor	100
Imagen 71. Ficha técnica rines	101
Imagen 72. Ficha técnica sistema de frenos	102
Imagen 73. Ficha técnica chasis	104

## LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Ensambladoras y sus ventas a diciembre de 2015	20
Gráfica 2. Ensambladoras y oferta de modelos de motos	20
Gráfica 3. Ventas de motocicletas por tipo a diciembre 2015	21
Gráfica 4. Venta de motos por cilindraje a diciembre de 2015	21

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Piezas exteriores Honda CBF 150M7	34
Tabla 2. Elementos mecánicos, Honda CBF 150M7	35
Tabla 3. Criterios de valoración	40
Tabla 4. Criterios para Yamaha FZ-1	43
Tabla 5. Criterios para Yamaha XT-660	44
Tabla 6. Criterios para Yamaha YZF-R6	44
Tabla 7. Criterios para Kawasaki ZX-10R	45
Tabla 8. Criterios para Chasis de Kawasaki ZX-10R.	45
Tabla 9. Elementos de la motocicleta con sus materiales	46
Tabla 10. Tipos de daño	47
Tabla 11. Velocidades de impacto	76
Tabla 12. Cálculo de la velocidad común ( $V_2$ )	76
Tabla 13. Cálculo de la fuerza de impacto.	77
Tabla 14. Cálculo del momento aplicado en el cabezal de dirección.	78
Tabla 15. Cálculo de los pesos localizados en el chasis.	79

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Carta Ministerio de transporte	112



## RESUMEN

Para el desarrollo del proyecto se generaron criterios técnicos los cuales están en la capacidad de definir con claridad si una pieza o componente debe ser reparado o sustituido. En primer lugar, se realizó un análisis del parque automotor, con este se buscó identificar particularidades del mercado colombiano, como marcas y tipos de motos más vendidas. Seguido a esto, se caracterizó, clasificó e identificó el parque automotor. Posterior a esto se realizó un despiece de la motocicleta en dónde se caracterizaron las piezas a analizar y que serían las más susceptibles a sufrir daños en un siniestro, a continuación se generaron los criterios que se deben tener en cuenta al momento de valorar una motocicleta, después se analizaron los procesos de reparación en piezas plásticas y metálicas, finalmente se procedió a realizar una simulación de un chasis por medio de elementos finitos, el objetivo de este es el de evidenciar zonas críticas las cuales deben ser inspeccionadas. Por último, se condensó la información obtenida en el desarrollo del proyecto en fichas técnicas de consulta, las cuales, sirven de soporte para los encargados realizar la evaluación técnica de daños ocasionados en un siniestro.

De tal manera se generó este documento con el fin de proporcionarle a las partes interesadas los criterios técnicos y métodos necesarios para garantizar la calidad, seguridad y restauración a condición operativa de la motocicleta.

**PALABRAS CLAVE:** motocicleta, siniestro, criterio, reparación, sustitución, simulación y zona crítica.

## INTRODUCCIÓN

El parque automotor de motocicletas representa un espectro muy grande en el campo de la reparación, debido al desconocimiento de los métodos, materiales y criterios que poseen las marcas en cuanto a la reparación o sustitución, es importante caracterizar y definir criterios con una base técnica e ingenieril para establecer si un componente o pieza puede o no ser reparada y bajo qué métodos se debe hacer.

Por parte de los talleres de reparación y aseguradoras que son las posibilidades entre las cuales puede elegir una persona para devolver “a condición” funcional su motocicleta y en ellos se emplean criterios propios para realizar los procesos necesarios para cumplir con el objetivo de la reparación; en ocasiones los talleres no cuentan con las técnicas, tecnologías o herramientas necesarias y de esta manera la confiabilidad de sus trabajos no puede ser establecida, a diferencia de estos las aseguradoras poseen los elementos anteriormente mencionados pero existe un inconveniente que se presenta en todos a nivel general y es la falta de criterios que evalúen si una pieza debe ser reparada o sustituida.

Según CESVI Colombia S.A. se han adelantado estudios de reparabilidad para motocicletas siniestradas, ya que actualmente no existen los criterios técnicos suficientes que estén en la capacidad de definir con claridad si una pieza o componente debe ser reparado o sustituido, la falta de estos hace que los costos de reparación y puesta en operación del vehículo sean bastante altos o poco confiables. Es desconocido, para las aseguradoras y los clientes en general los parámetros y criterios que poseen marcas como: Yamaha, Honda, Kawasaki, Hero, Bajaj, entre otras, para determinar la operatividad o no de un componente que fue afectado en un siniestro, por tal razón en la mayoría de procedimientos de valoración de daños y estimación de tiempos de reparación se obtienen datos erróneos que afectan directamente el proceso, lo que conlleva a evaluar el grado de calidad que se obtiene con estas acciones.

Al ser conscientes de esta situación se genera este documento que contiene la propuesta de crear criterios técnicos de consulta para las partes implicadas en la restauración de una motocicleta; toda la información contenida está basada en labores de investigación y análisis de ingeniería (simulación del chasis) aplicados en los componentes de la motocicleta.

Para el desarrollo del Proyecto se estableció como Objetivo General: Caracterizar los criterios técnicos que se deben tener en cuenta al momento de realizar una valoración de daños ocasionados en una motocicleta cuando esta es afectada por un siniestro. Para el desarrollo, los Objetivos Específicos:

- Caracterizar y definir las piezas que deben ser analizadas para la valoración de daños.

- Identificar las técnicas, tecnologías y herramientas empleadas en los procesos de reparación y valoración de seguridad activa de los elementos.
- Determinar por medio del análisis de elementos finitos el comportamiento de la estructura de una motocicleta en una colisión.
- Caracterizar los criterios técnicos que se deben aplicar al momento de realizar la valoración de daños.
- Crear una base datos por medio de fichas técnicas para condensar la información descrita en el proyecto.

Se tomará como base el criterio de factor de seguridad, para evaluar la condición de seguridad del chasis en un análisis estático, lineal, elástico e isotrópico, en el cual se tienen en cuenta los esfuerzos máximos hallados en la simulación y el esfuerzo de fluencia del material.

Dentro del proyecto no se evaluarán los costos, los tiempos de reparación y/o sustitución de las piezas afectadas ni el comportamiento dinámico de la estructura.

## 1. CARACTERIZACIÓN DE LAS PIEZAS DE UNA MOTOCICLETA

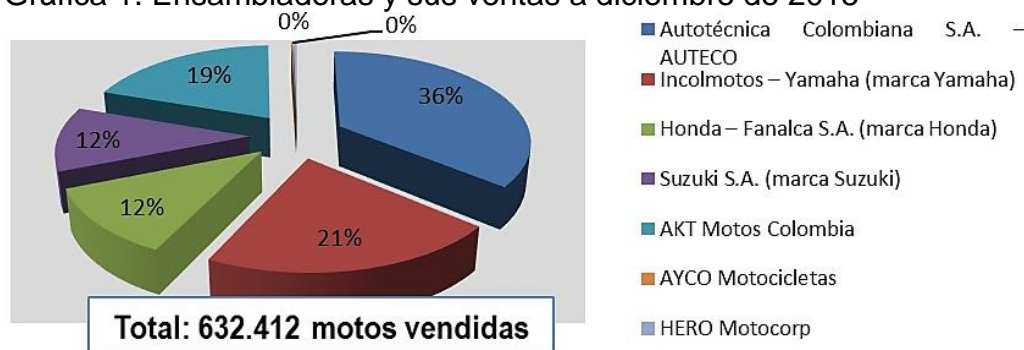
El objetivo del siguiente capítulo, es poner en contexto al lector dándole a conocer la situación actual del parque automotor de motocicletas en Colombia, seguido a esto se define que es una motocicleta, cómo se clasifica e identifica para proceder a caracterizar las piezas que la componen.

### 1.1 ESTUDIO DEL PARQUE AUTOMOTOR EN COLOMBIA

Conociendo el comportamiento del parque automotor de motocicletas en el país, se brinda un horizonte de la sección de motocicletas que se desea analizar principalmente.

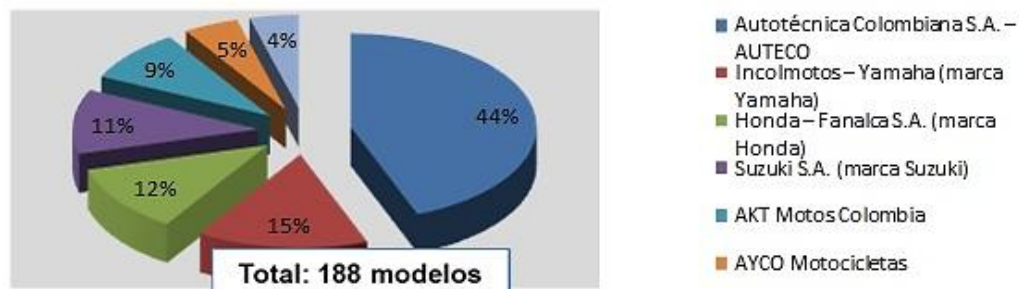
En la gráfica 1 se pueden observar los porcentajes correspondientes a las ventas de motocicletas en Colombia, de acuerdo a las siguientes ensambladoras encargadas de generar la producción anual del país: Autotécnica Colombiana S.A. - (AUTECO), Incolmotos - (Yamaha), Fanalca S.A. - (Honda), Suzuki S.A. - (Suzuki), AKT motos Colombia - (AKT Y TVS). En la gráfica 2 se muestran los porcentajes de los modelos ofrecidos por las ensambladoras.

Gráfica 1. Ensambladoras y sus ventas a diciembre de 2015



Fuente: MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO – Dirección de Comercio Exterior. [Bogotá, Colombia]: diciembre, 2015.

Gráfica 2. Ensambladoras y oferta de modelos de motos

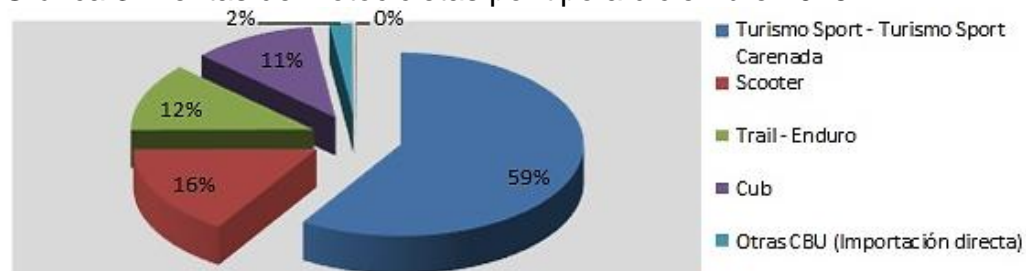


Fuente: MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO – Dirección de Comercio Exterior. [Bogotá, Colombia]: diciembre, 2015.

En las gráficas 1 y 2 se puede ver como se encuentra seccionado el mercado de motocicletas en Colombia de acuerdo con las ensambladoras. Aunque el mercado de motocicletas se ha ido expandiendo con fuerza en los últimos años, existe una pequeña desaceleración en el presente año, la cual afectó a todas las ensambladoras presentes en nuestro país, toda vez que se pasó de 687.785 unidades en 2014 a 632.412, un promedio de 1.732 motocicletas salieron a las calles cada día, lo cual representa una reducción del 8.05%<sup>1</sup>.

De acuerdo con la clasificación que se le otorga a las motocicletas y que especificada en el literal 1.3 se puede seccionar la oferta y las ventas que se generan en Colombia como se muestra en la gráfica 3.

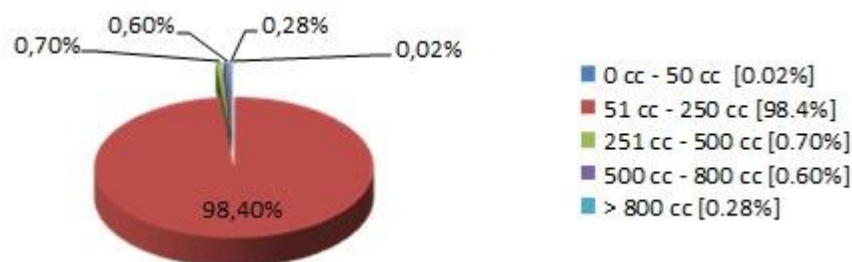
Gráfica 3. Ventas de motocicletas por tipo a diciembre 2015



Fuente: MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO – Dirección de Comercio Exterior. [Bogotá, Colombia]: diciembre, 2015.

Al analizar la gráfica 3 se puede establecer que en Colombia el 75% de motocicletas vendidas son del tipo turismo sport y scooter, estos dos tipos comparten algunas características como: cilindraje, versatilidad en terreno y bajo costo.

Gráfica 4. Venta de motos por cilindraje a diciembre de 2015



Fuente: MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO – Dirección de Comercio Exterior. [Bogotá, Colombia]: diciembre, 2015.

<sup>1</sup> PUBLIMOTOS. La producción y venta de motocicletas en Colombia, alcanzó 632.412 unidades a Diciembre de 2015 [en línea]. [Colombia]: mayo, 2016. Disponible en internet: «[www.publimotos.com/es/index.php/noticias/actualidad/1267-la-produccion-y-venta-de-motocicletas-en-colombia-alcanzo-632-412-unidades-a-diciembre-de-2015](http://www.publimotos.com/es/index.php/noticias/actualidad/1267-la-produccion-y-venta-de-motocicletas-en-colombia-alcanzo-632-412-unidades-a-diciembre-de-2015)»

En la gráfica 4 se ilustra cual es el cilindraje que tiene mayor venta en el país, dato que es relevante ya que permite visualizar en que campo se está moviendo el mercado de motocicletas.

Analizando este informe por ensambladoras, Auteco con su grupo de marcas: Bajaj, Kymco, KTM, Kawasaki y Victory; es quien lidera la participación en del mercado. Aunque perdió un pequeño número en cuanto a unidades, pasó de 230.227 a 227.697, siendo la menos afectada con un descenso de solo el 1,1%; por otra parte, saltó de tener el 33,47% del mercado a un 36%, con lo cual sigue siendo el número en cifras de ventas; en segundo lugar se encuentra Incolmotos - Yamaha, quien en 2014 había perdido este puesto, pero en 2015 lo recuperó de nuevo con 133. 941 unidades puestas en las calles, una disminución del 1,4%. En tercer lugar, AKT Motos con sus marcas AKT y TVS, quien logró una cifra de 121.506 motos, lo cual representa el 17.9% menos que en 2014. En el cuarto lugar Fanalca - Honda con 74.041 unidades, una de las que más sintió el freno en las ventas, con un 25% menos; seguida muy de cerca por Suzuki con 72.024, la marca solo perdió el 2,4% de su cuota del mercado; este año por primera vez entró Hero reportando 2.291 unidades y en el séptimo puesto AYCO con 912, otra de las más afectadas con 25.8% menos en ventas<sup>2</sup>.

## 1.2 DEFINICIÓN DE MOTOCICLETA

Una motocicleta es un vehículo de dos ruedas impulsado por un motor de combustión interna o eléctrico, dónde la rueda delantera (rueda directriz) provee de dirección a la motocicleta, mientras que la rueda trasera recibe el torque y el movimiento proveniente del motor mediante un mecanismo de piñón-cadena siendo el más usado o por correas, cardan y variador en las motos Scooter.

En la imagen 1 se observar el diseño de una motocicleta de marca Ducati, la cual posee en su parte frontal la rueda directriz y en la parte posterior una rueda motriz que recibe el movimiento por medio de un mecanismo de piñón-cadena.

---

<sup>2</sup> Ibíd., p. 1

Imagen 1. Ducati Panigale 1299



Fuente: LAVRINC, Damon. New 2015 Ducati 1299 Panigale Is A 205-HP Supercomputer [en línea]. Lanesplitter, marzo, 2014. Disponible en internet: «<http://lanesplitter.jalopnik.com/ducatis-new-1299-panigale-is-a-205-hp-supercomputer-1654065603>»

### 1.3 CLASIFICACIÓN DE MOTOCICLETAS

Dentro de la normatividad colombiana no se encuentra ningún tipo de clasificación para estos vehículos; la única distribución que se registra es para el pago de impuestos, la cual se hace de acuerdo al cilindraje de la motocicleta. Ver Anexo A. Las motocicletas se pueden clasificar de tres formas: Según su tipo: Deportivas, naked, scooter, custom, entre otras. Según el cilindraje: Alto, medio y bajo cilindraje. Y según su uso: Urbano, carretera, pista y campo (off-road)<sup>3</sup>.

1.3.1 Motocicletas según el cilindraje del motor. Las motocicletas se pueden clasificar según el cilindraje del motor en bajo, medio y alto cilindraje<sup>4</sup>.

Bajo cilindraje: Motocicletas hasta 200 c.c.\*

Medio cilindraje: Motocicletas entre 250 c.c. y 450 c.c.

Alto cilindraje: Motocicletas de 500 c.c. en adelante.

---

<sup>3</sup> MORENO, Nicolay e HIGUERA, Hernán. Estudio del parque de motocicletas en Colombia. Bogotá D.C.: CESVI Colombia, 2007. p., 11.

<sup>4</sup> *Ibíd.*, p., 12.

1.3.2 Motocicletas según su uso. El uso de una motocicleta depende de sus características de diseño, las cuales cambian según el tipo de terreno en el cual se va a movilizar el vehículo, por esta razón la suspensión, rines, llantas, la altura y el peso de la motocicleta varían dependiendo del uso para el cual ha sido diseñada<sup>5</sup>. Según su uso, las motocicletas pueden ser: urbanas, de carretera, de campo y de pista.

1.3.2.1 Motocicletas urbanas. Son diseñadas para el uso en vías pavimentadas, generalmente dentro del perímetro urbano y alrededores. No son aptas para transitar en terrenos destapados o no pavimentados. El cilindraje de estas motocicletas suele estar entre los 100 c.c. a 200 c.c.

1.3.2.2 Motocicletas de carretera. Son motocicletas diseñadas para transitar en vías pavimentadas o en algunos casos en vías destapadas, el cilindraje de estas motocicletas es mayor a las urbanas, mayores a 250 c.c. Su uso más frecuente es para viajes fuera de la ciudad, también conocidas como multipropósito.

1.3.2.3 Motocicletas de campo. Son diseñadas para transitar en terrenos no pavimentados, los componentes mecánicos como la suspensión, son especiales para absorber cargas debido a los imperfectos que pueden poseer las vías, ya sean baches, ondulaciones, etc. La gran mayoría de estas motocicletas son usadas en deportes como el cross.

1.3.2.4 Motocicletas de pista. Son motocicletas diseñadas para el uso en circuito, a diferencia de las demás, poseen características especiales que las hacen aptas para la competencia. Generalmente estas motocicletas se encuentran desde los 600 c.c. en adelante, se les conoce también como “superbikes”. También son usadas en carretera y en la ciudad.

1.3.3 Motocicletas según su tipo. Las características estéticas y mecánicas de una motocicleta cambian con respecto a su aplicación, terreno, velocidad, cilindrada del motor y estilo; como resultado de esto han surgido los siguientes tipos de motocicletas<sup>6</sup>: Deportivas, turismo sport, turismo, custom, naked, scooter, cross, enduro, trail y turismo sport carenada.

1.3.3.1 Turismo. Son motocicletas prácticas y económicas “en mantenimiento y reparación”, sin grandes prestaciones deportivas, de cilindrada media baja. Por lo general no cuentan con carenados como se observa en la

---

\*c.c.: Se refiere a centímetros cúbicos, volumen del cilindro del motor.

<sup>5</sup> Ibíd., p. 12

<sup>6</sup> Ibíd., p. 13



imagen 2, en algunas ocasiones cuentan con cúpulas y algunos carenados frontales en el faro delantero.

Imagen 2. Motocicleta turismo, Yamaha FZ-S FI 2.0



Fuente: YAMAHA. FZ-S FI [en línea]. Disponible en internet: «<http://www.yamaha-motor.com.pe/motos/street/fz-s-fi>»

1.3.3.2 Turismo carenada. Sus prestaciones son iguales las de tipo turismo, con la diferencia que en este tipo de motocicletas se les agrega una serie de carenados mostrados en la imagen 3 con el fin de mejorar su apariencia.

Imagen 3. Motocicleta turismo sport carenada, Yamaha Fazer 2.0



Fuente: YAMAHA SPORTS. Fazer FI [en línea]. Disponible en internet: «<http://yamahasports.com.co/motos/urbanas-trabajo-sports/fazer-2>»

1.3.3.3 Trail. También llamada todoterreno, son motos que tienen un uso mixto de campo y carretera por lo tanto son polivalentes, aunque tienen el centro de gravedad ligeramente alto y son un poco pesadas. En la imagen 4 se puede ver que poseen depósitos de gasolina con gran capacidad, disponen de protecciones

para el viento, son prácticas y con grandes cualidades turísticas dada su posición de conducción.

Imagen 4. Motocicleta Trial, KTM Adventure 1190 R



Fuente: KTM. KTM 1190 Adventure R: TODO Y TODAVÍA MÁS [en línea]. Disponible en internet: «[http://www.ktm.cl/2014/Travel/1190\\_Adventure\\_R/highlights.html](http://www.ktm.cl/2014/Travel/1190_Adventure_R/highlights.html)»

1.3.3.4 Enduro. Las motocicletas de tipo enduro son similares a las Cross, su diferencia consiste en que estas pueden ser matriculadas, ya que como se muestra en la imagen 5 cuentan con faros para la iluminación; además, cuentan con depósitos combustible de mayor tamaño. Ambos tipos de motocicletas (Enduro y Cross) tienen un centro de gravedad elevado, debido a las suspensiones altas que provocan que el motor este colocado en una posición elevada, por este motivo permiten una gran auto-direccionalidad ante las desviaciones en el camino por piedras.

Imagen 5. Motocicleta tipo Enduro, Kawasaki KLX 250



Fuente: RIDE EXPEDITIONS. The motorcycles [en línea]. Disponible en internet: «<https://rideexpeditions.com/adventure-motorcycles/>»

1.3.3.5 Scooter. Son motos destinadas principalmente para uso urbano, debido a que como se puede ver en la imagen 6 utilizan grandes carenados para la protección de sus ocupantes y para ocultar sus piezas metálicas; además, este tipo de motos usan llantas de pequeño diámetro brindando maniobrabilidad y manejabilidad en la ciudad, los chasis suelen ser tubulares y en su mayoría disponen de guantera y de alojamiento bajo el asiento para guardar el casco. En la actualidad disponen de motores de baja cilindrada hasta grandes motores que utilizan transmisiones automáticas con variador continuo.

Imagen 6. Motocicleta Scooter, Yamaha Bws X 125



Fuente: YAMAHA, Joya Pabón. BWS edición X [en línea]. Disponible en internet: «<http://www.yamahajoyapabon.com/inventory/bws-x/>»

1.3.3.6 Naked. Este tipo de motocicletas cuenta con motores desde baja hasta alta cilindrada, en la imagen 7 se observa que no cuentan con carenados que recubran el chasis o mejoren la aerodinámica de allí el nombre Naked que se traduce a “*desnudo*”, en ocasiones suelen llevar un semi-carenado que protege el frente y una pequeña parte de los laterales, además de estas características es importante resaltar que la posición de manejo es diferente, haciéndola más cómoda para el conductor y permitiéndole recorrer largos trayectos.

Imagen 7. Motocicleta Naked, Kawasaki Z1000



Fuente: KAWASAKI. Z1000 [en línea]. Disponible en internet: «<https://www.kawasaki.es/es/products/Supernaked/2017/Z1000/overview?Uid=0897DA0LC19ZWA5fC1sOXFBfUFEJWQleWVpbXF5aDQtQX1k>»

1.3.3.7 Custom. También conocidas como “chopper”. En la imagen 8 se puede ver que son motocicletas con manillares altos, horquillas delanteras con un elevado ángulo de avance, sillas del piloto y acompañante a baja altura, posa pies adelantados, poseen motores de gran cilindrada y torque, pero no poseen protección aerodinámica. Por lo general son motos incómodas pues ofrecen una posición antia-aerodinámica su comportamiento y prestaciones no se pueden comparar con las motocicletas convencionales ya que su objetivo es el de proporcionar satisfacción estética a sus usuarios.

Imagen 8. Motocicleta custom, Harley Davidson, Sportster Iron 883



Fuente: MOTOFICHAS. Harley-Davidson Sportster Iron 883 2017 [en línea]. Disponible en internet: «<http://www.motofichas.com/marcas/harley-davidson/sportster-iron-883-2017>»

1.3.3.8 Deportiva. También denominadas súper deportivas “*Superbikes*”. En su parte estética que puede ser visualizada en la imagen 9 trata de imitar a motos de competencia, vienen provistas de carenajes los cuales proporcionan una protección aerodinámica a altas velocidades. Son motocicletas que poseen motores de alto cilindraje, entre 600 c.c. y 1300 c.c. Sus componentes mecánicos, así como su tecnología siempre están a la vanguardia, otra característica que las define son los diseños del chasis, debido a la implementación de materiales que los hace livianos y de gran calidad permitiéndoles resistir altas velocidades.

Imagen 9. Motocicleta deportiva, BMW S 1000 RR

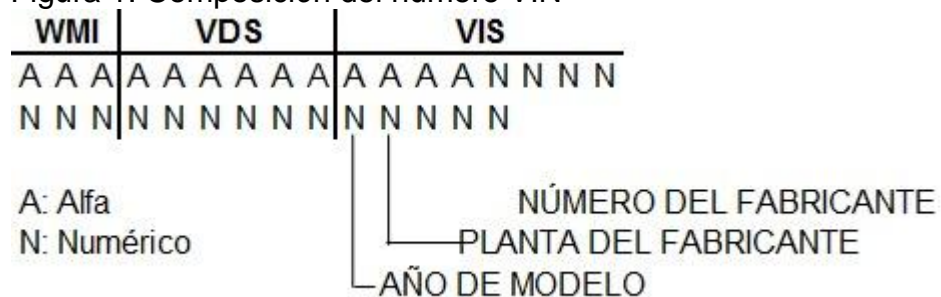


Fuente: VISORDOWN. S1000RR (2009 - 2011) REVIEW [en línea]. Junio. 2016. Disponible en internet: «<http://www.visordown.com/reviews/motorcycles/sportsbikes/bmw-s1000rr-2009-2011>»

## 1.4 IDENTIFICACIÓN DE MOTOCICLETAS

1.4.1 Número VIN. El número VIN, comúnmente llamado, número de chasis, es una serie de 17 caracteres que pueden ser letras o números como se muestra en la figura 1, la cual provee la identificación del vehículo. Este número esta estandarizado por las normas ISO 3780 y 3779, sus equivalentes en Colombia son: NTC 1501 y 1502. El VIN está estructurado de la siguiente manera.

Figura 1. Composición del número VIN



Fuente: ICONTEC. Guía técnica colombiana. GTC 41. Vehículos de pasajeros. Sistema numérico de identificación. [Colombia]: junio, 1997.

1.4.1.1 Código de identificación mundial, World Manufacturer Identifier (WMI). Corresponde a la primera sección del número, es un código asignado por la SAE para la identificación del fabricante.

1.4.1.2 Sección descriptora del vehículo, Vehicle Descriptor Section (VDS). Compuesto por 6 caracteres, en donde encontramos las características y descripción del vehículo, como, por ejemplo: modelo, tipo de motor, sistema de frenos.

1.4.1.3 Sección indicadora del vehículo, Vehicle Identifier Section (VIS). Es la tercera sección del VIN, la conforman ocho caracteres y se caracteriza porque sus cuatro últimos dígitos siempre son números. Esta sección es asignada por el fabricante y tiene como propósito diferenciar los vehículos producidos por él. Por lo general el primer dígito de esta sección indica el año del modelo seguido de la planta de fabricación y el número de producción.<sup>7</sup>

1.4.2 Ubicación del número VIN. El número VIN debe ir ubicado en una zona de fácil acceso y ubicación, en las motocicletas suele estar ubicado en el cabezal de dirección, en la parte delantera del chasis o en las motos Scooter como se ha ilustrado en las imagen 10,11 y 12. La impresión del número VIN puede ser grabada en una placa o troquelado sobre el chasis de tal forma que no pueda ser borrado o modificado.

Imagen 10. Ubicación del número VIN en el cabezal de dirección



---

<sup>7</sup> ICONTEC. Guía técnica colombiana. GTC 41. Vehículos de pasajeros. Sistema numérico de identificación. [Colombia]: junio, 1997. p. 24

Imagen 11. Ubicación del número VIN en el chasis



Imagen 12. Ubicación del número VIN en motocicletas tipo Scooter



## 1.5 ANÁLISIS DE LA MOTOCICLETA

Para llevar a cabo el análisis de la motocicleta se hace uso de la mayor cantidad de información disponible la cual servirá como base para garantizar la calidad del proceso; ésta en primera instancia es proporcionada por el fabricante debido a que es él quien tiene mayor conocimiento de la motocicleta y como fuente principal de información se pueden obtener dos tipos de documentos que sirven de soporte para realizar la identificación correspondiente de la misma.

El primero de ellos hace referencia a la documentación básica aquella que es entregada por el concesionario junto con el vehículo en el momento de la compra. En esta documentación suele estar incluido el manual del usuario, la guía de mantenimiento y las tarjetas de códigos cuando corresponda, es importante hacer notar que, si la motocicleta a estudiar es usada, difícilmente se podrá contar con la disponibilidad de esta información, para lo cual se deberán explorar otras fuentes de suministro.

En segundo lugar, se encuentra la documentación técnica que también es aportada por el fabricante, pero a diferencia del anterior tipo de documentación en esta se habla de: despieces, comercialización de las piezas de recambio, referencias y precios, manuales de taller y cualquier otro tipo de información que sea más precisa. Su soporte puede ser: en papel, microfichas, CD – ROM e inclusive por acceso directo a sistemas de soporte en internet. Los responsables de la obtención de esta información serán: Jefe de taller, Director de Investigación e Ingeniero de investigación.

1.5.1 Tipo de colisión. Más del 90% de los siniestros se producen en la zona delantera de la motocicleta. Ante esta situación el impacto tiene una progresión que en principio comienza por el neumático, seguido de la llanta, barras, botellas, tijas y finaliza en el chasis. En muchas ocasiones el impacto se transmite directamente a las barras o tijas produciendo deformaciones. Los impactos no son perfectamente perpendiculares debido a que la reacción del conductor es tomar una acción evasiva frente al obstáculo, razón por la cual uno de los brazos de la suspensión sufre una deformación con respecto al otro. Finalmente, la moto presenta deslizamientos por el costado izquierdo o derecho afectando piezas plásticas (carenados), cubiertas del motor, entre otros. Se identifican 3 tipos de colisiones, delanteras, traseras y laterales<sup>8</sup>.

Los accesorios, piezas y conjuntos estudiados en el análisis de la motocicleta son aquellos que presentan mayor incidencia en la reparación producto de un siniestro. Por esta razón, deben trabajar con ellos de forma más usual los peritos evaluadores de daños y profesionales de la reparación. Para efectos de este proyecto y para facilitar el estudio de estas piezas teniendo en cuenta las consideraciones anteriormente nombradas, la motocicleta se divide en cuatro conjuntos para ser analizada. Piezas exteriores, elementos mecánicos, motor y chasis.

1.5.2 Despiece de la motocicleta. Para llevar a cabo el adecuado despiece de la motocicleta se requiere seguir el siguiente orden que permitirá llegar hasta la estructura de la motocicleta (chasis) siendo el elemento interno de más difícil acceso. En este caso para dar un ejemplo se tomará una motocicleta HONDA CBF 150M7, clasificada como de tipo turismo para ilustrar el despiece de la misma.

---

<sup>8</sup> CESVI Colombia S.A. Caracterización de los elementos claves para el análisis. Marzo, 2016. p., 5.



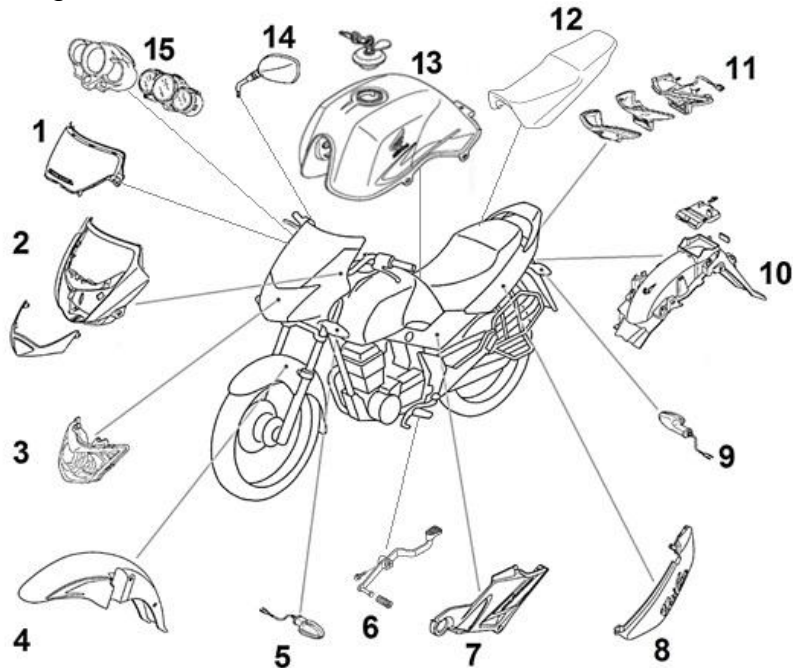
Imagen 13. Honda CBF 150M7



Fuente: PLACERVIAL. Wallpapers [en línea]. Disponible en internet: «<http://www.placervial.com/2/wallpapers/honda-motos/honda-cbf-150>»

1.5.2.1 Piezas exteriores. Son los elementos de la motocicleta más expuestos y de fácil acceso que al ser retirados permiten llegar a los demás componentes internos de la misma, algunas piezas que conforman este grupo son: carenados delanteros y traseros, faro, espejos retrovisores, posa pies, pedales del freno y cambio de marcha, maniguetas de freno y embrague, cúpula, depósito de combustible, araña, entre otros.

Imagen 14. Piezas exteriores, Honda CBF 150M7



Fuente: HONDA. Catálogo de partes, Honda CBF150 / CBF150M.

Tabla 1. Piezas exteriores Honda CBF 150M7

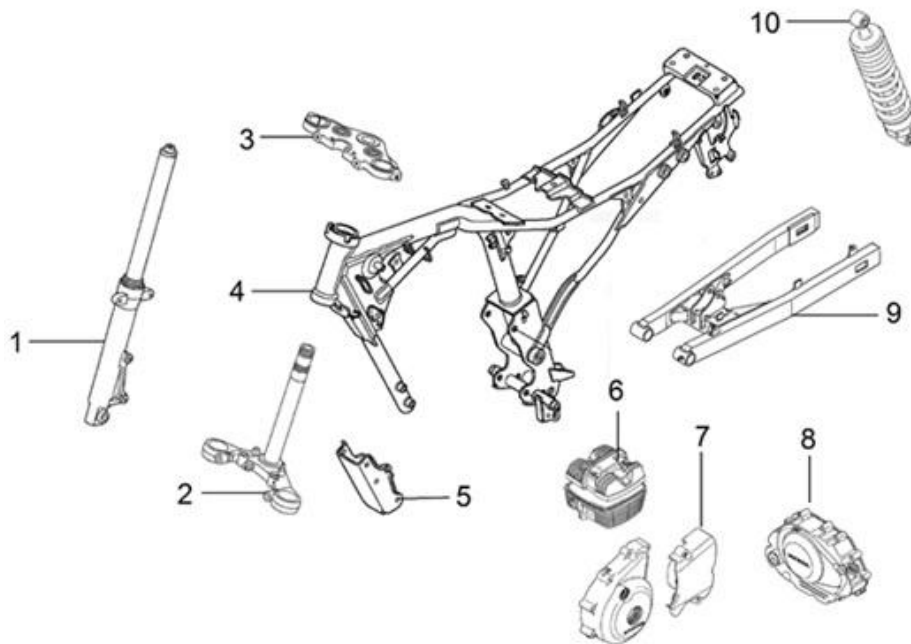
Ítem	Pieza
1.	Cúpula
2.	Carenado frontal
3.	Faro
4.	Guardabarros delantero
5.	Direccionales delanteras
6.	Pedal cambio de marcha
7.	Cubiertas/ tapas laterales delanteras
8.	Cubiertas/ tapas laterales traseras
9.	Direccionales traseras
10.	Guardabarros trasero
11.	Piloto trasero
12.	Asiento piloto y copiloto
13.	Tanque de combustible
14.	Espejos
15.	Cuadro de instrumentos

1.5.2.2 Elementos mecánicos. Estos son elementos que como su nombre lo indica realizan un trabajo mecánico, hacen parte de la seguridad activa de la motocicleta; cabe aclarar que para acceder a algunos de ellos no se deben retirar todas las piezas exteriores. Entre este grupo de elementos se encuentran: suspensión delantera (horquillas), rin (delantero y trasero), basculante, amortiguador trasero, sistema de frenos, tijas, entre otros.

1.5.2.3 Motor. Conjunto conformado por motor y transmisión, para tener acceso a él se requiere retirar las piezas exteriores.

1.5.2.4 Chasis. Conjunto estructural de la motocicleta, soporte para piezas exteriores, elementos mecánicos y motor, por tal motivo es indispensable retirar los anteriores elementos que se han enunciado para acceder a este. En algunos tipos de chasis incorpora un elemento conocido como sub-chasis, sirve de soporte para carenados, cableado eléctrico, direccionales, stop y asiento del acompañante.

Imagen 15. Elementos mecánicos, motor, chasis, Honda CBF 150M7



Fuente: HONDA. Catálogo de partes, Honda CBF150 / CBF150M.

Tabla 2. Elementos mecánicos, Honda CBF 150M7

Ítem	Pieza
1.	Botella/Amortiguador
2.	Tija inferior
3.	Tija superior
4.	Chasis
5.	Soporte motor
6.	Motor
7.	Cubierta del cárter izquierda
8.	Cubierta del cárter derecha
9.	Basculante
10.	Amortiguador trasero (mono suspensión)

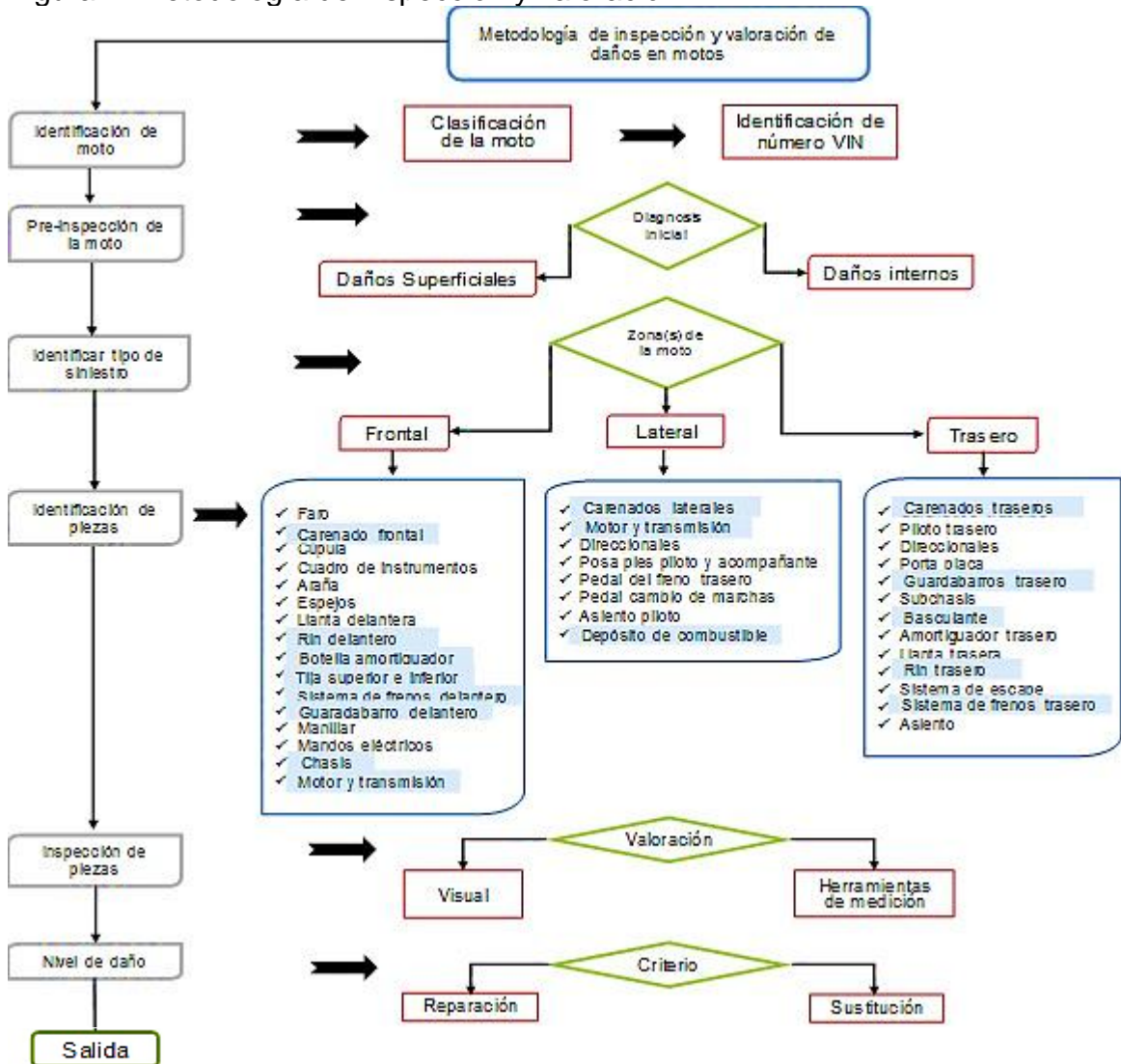
## 2. CRITERIOS TÉCNICOS APLICABLES EN LA INSPECCIÓN Y VALORACIÓN DE LA MOTOCICLETA

En este capítulo se mostrará el procedimiento de pre inspección e inspección y los criterios mediante los cuales el evaluador de daños definirá si una pieza deberá ser reparada o sustituida.

### 2.1 METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN Y VALORACIÓN

Para la valoración de daños en una motocicleta se ha diseñado una metodología la cual permitirá al profesional encargado del peritaje desarrollar una evaluación objetiva del estado físico, esto con el fin de detectar características que permitan definir si una pieza se puede reparar o si en definitiva hay que sustituirla.

Figura 2. Metodología de inspección y valoración



2.1.1 Pre-inspección de la motocicleta. Se hace con el objetivo de verificar la geometría de la motocicleta y hacer un diagnóstico inicial sobre la condición en la que se encuentra, con ella se pueden evidenciar daños superficiales e internos. La pre-inspección se divide en dos procedimientos: Visual y con herramientas de medición.


Imagen 16. Procedimiento de pre inspección visual

Procedimiento visual		
Ítem de inspección	Procedimiento	Imagen
Ángulo de Giro	<p>Gire el manillar a derecha e izquierda de forma pausada y verifique que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) El giro no se interrumpa durante el recorrido.</li> <li>2) Visualmente los topes de dirección ubicados en las tijas no tengan ninguna deformación.</li> </ol>	
Manillar	<p>Verifique la medida que hay del extremo del manillar hasta el tanque de combustible, en ambas direcciones deben ser la misma.</p>	
Paralelismo entre horquillas	<p>Con la motocicleta en posición vertical ubíquese lateral al vehículo e intente alinear los contornos de las barras de suspensión, si no es posible esta operación es un indicio que las barras o las tijas podrían estar deformadas.</p>	
Rodamientos de dirección	<p>Ubique la moto en posición totalmente vertical de manera que esta se pueda sostener por sí sola y realice el siguiente procedimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Gire el manillar hacia la derecha e izquierda y verifique la suavidad y continuidad del movimiento, si presenta algún atasco o irregularidad puede ser que los rodamientos tengan algún daño</li> <li>2) Sujete las botellas de suspensión y tire hacia usted, si la holgura es muy grande puede haber un daño en los rodamientos o deterioro en las pistas del chasis del cabezal de dirección.</li> </ol>	

Imagen 17. Procedimiento de pre inspección con herramientas de medición

Procedimiento con herramientas de medición		
Ítem de inspección	Procedimiento	Imagen
Ángulo de caída a partir de la proyección de las ruedas	<p>Este procedimiento permitirá establecer si el ángulo de caída de la moto se encuentra fuera de tolerancias, el procedimiento se realiza así:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Antes de comenzar con el procedimiento, asegúrese de que las ruedas tengan las presiones adecuadas, indicadas en el manual.</li> <li>2) Se monta una persona en la moto y se asegura de ponerla totalmente vertical o en posición de conducción.</li> <li>3) otra persona, se encarga de tomar dos perfiles metálicos que estén totalmente rectos y los pondrá uno al lado y lado de la motocicleta, estos deben proyectarse hacia la parte delantera.</li> <li>4) En la llanta delantera, se hace una medición desde el perfil proyectado hasta la llanta, el punto de medición debe ser el mismo en los dos lados.</li> <li>5) Si existen diferencias entre las mediciones, es muy probable que el impacto haya afectado el ángulo de caída.</li> </ol>	 
Distancia entre ejes	<p>Empleando un compás de varas o un flexómetro, verifique la distancia que existe entre los centros de los ejes de las ruedas delantera y trasera. Tenga en cuenta que esta distancia puede variar en función del desplazamiento de la rueda debido al ajuste de la cadena.</p>	
Ángulo de caída	<p>Es el ángulo formado entre la vertical y el eje del cabezal de dirección, su valor debe ser 0°, este valor generalmente cambia cuando la motocicleta sufre un impacto.</p> <p>Verificación.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ubique la moto en posición totalmente vertical de manera que se pueda sostener por si sola.</li> <li>2) Apoyando un clinómetro o un nivel sobre el borde perimetral del rin, verifique la inclinación, puede indicar una desviación por deformaciones en el eje de la rueda o por la deformación de una botella de amortiguador (horquilla)</li> </ol>	
Altura mínima	<p>Ubique la motocicleta en posición totalmente vertical de manera que esta se pueda sostener por si sola, luego con un flexometro verifique la distancia que hay entre el suelo y la parte mas baja de la motocicleta, revise que esta distancia sea igual a la indicada en el manual del fabricante.</p>	

Imagen 17. (Continuación)

Procedimiento con herramientas de medición		
Ítem de inspección	Procedimiento	Imagen
Rin y disco de freno	Ubique la moto en posición totalmente vertical y de tal manera que las ruedas puedan girar libremente, mirando de frente y luego lateralmente verifique visualmente el rin y el disco de freno en busca de deformaciones o pandeo. Con ayuda de un comparador de caratulas verifique la medición y compárela con el criterio que emite el fabricante.	

## 2.2 CRITERIOS DE VALORACIÓN

Debido a la poca información suministrada por los fabricantes acerca de los criterios utilizados para la valoración de motocicletas, se hace necesario analizar y crear parámetros que permitan definir si un elemento afectado en una colisión puede ser reparado o si en definitiva debe ser reemplazado.

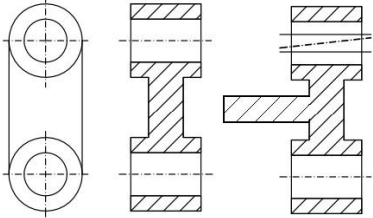
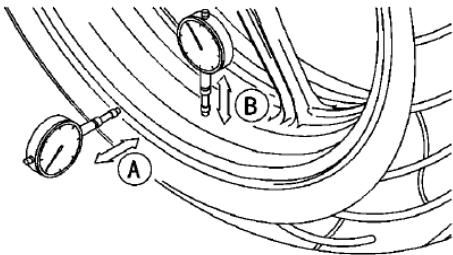
Los criterios geométricos seleccionados para la valoración de elementos que han sufrido alguna clase de siniestro (colisión o caída), son los siguientes:

- Concentricidad.
- Planitud.
- Puntos de unión (soportes).
- Pérdida de material.
- Fisuras.
- Fractura
- Deformación.

La selección de estos criterios se fundamentó en el análisis funcional e ingenieril para poder determinar la condición operativa de los siguientes elementos: depósito de combustible, carenados, chasis, botella amortiguadora (horquilla), tijas y columna de dirección, basculante, motor y transmisión, rines y sistema de frenos.

A continuación se muestra en la tabla 3 los criterios de valoración y un ejemplo de aplicación.

Tabla 3. Criterios de valoración

Criterio	Descripción	Ejemplo
Concentricidad o Coaxialidad	Es una tolerancia geométrica <sup>9</sup> en la cual dos circunferencias comparten el mismo centro.	<p>Las tijas, en el conjunto de dirección deben compartir el mismo centro ya que si existe una diferencia axial entre el agujero de la tija superior e inferior puede generar inestabilidad en la motocicleta, provocando una distribución irregular en la carga.</p> 
Planitud	Condición geométrica por la cual todos los puntos de una superficie deben estar contenidos entre dos planos paralelos separados el valor de la tolerancia <sup>10</sup> .	<p>El disco de freno y el rin son elementos los cuales deben permanecer totalmente planos, algunos fabricantes establecen pequeñas tolerancias, esta planitud se puede medir con un comparador de caratulas o con un mármol.</p> 

<sup>9</sup> Tolerancia Geométrica: Margen permisible en la dimensión nominal de una pieza, define la zona teórica dentro de la que debe estar contenido el elemento. RUBIO, Higuino. Tolerancias geométricas. Diseño mecánico. Universidad Carlos III de Madrid. p., 11.

<sup>10</sup> Ibíd., p., 16



Tabla 3. (Continuación)

Criterio	Descripción	Ejemplo
Puntos de unión	<p>Los puntos de unión hacen referencia a los soportes que sirven de anclaje para elementos como: motor, carenados, tanque de combustible, entre otros.</p>	<p>En una eventual colisión es de vital importancia inspeccionar los puntos de unión (orejas), si se encuentra alguna con deformaciones o fracturas puede ser causal para sustitución del elemento.</p> 
Perdida de material	<p>La pérdida de material hace referencia a la condición en la que un elemento, como el carenado o el tanque de combustible, sufre una pérdida en su material base, originando así, perforaciones. Cuando existe pérdida de material generalmente el elemento se sustituye.</p>	<p>Generalmente la pérdida de material se presenta en elementos exteriores como, tanque de combustible, carenados, maniguetas, posa pies, tapas del motor, entre otros.</p> 

Tabla 3. (Continuación)

Criterio	Descripción	Ejemplo
Fisuras	La fisura se presentan cuando hay un sobre esfuerzo los elementos, cuando hay presencia de fisuras en elementos mecánicos o estructurales se debe sustituir la pieza.	<p>En una colisión se pueden presentar fisuras en elementos estructurales o mecánicos.</p> 
Deformación	La deformación es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación térmica <sup>11</sup> .	<p>Las botellas de amortiguación pueden sufrir deformaciones después de una colisión.</p> 

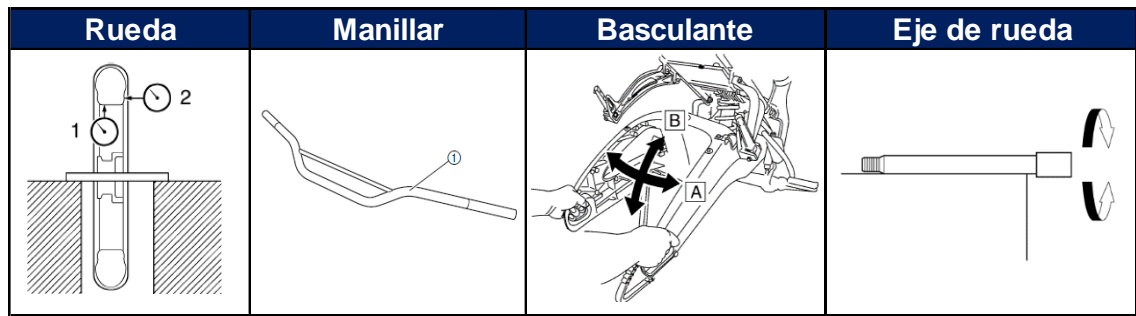
### 2.3 CRITERIOS DE FABRICANTES

Dentro de la investigación realizada se encontraron algunos criterios de aceptación o rechazo emitidos por los fabricantes, dichos parámetros fueron consultados de los manuales de taller de empresas como Yamaha Motor Company y Kawasaki Heavy Industries. Estos parámetros sirven como base al momento de evaluar una motocicleta en condición de siniestro. A continuación se muestran diferentes tablas con los criterios de cada marca.

Imagen 18. Elementos a inspeccionar en Yamaha

---

<sup>11</sup> WIKIPEDIA. Deformación [En línea]. Mayo, 2017. Disponible en internet: «<https://es.wikipedia.org/wiki/Deformaci%C3%B3n>»



Fuente: YAMAHA MOTOR COMPANY. Manual de taller XT-660, FZ-1, R6-R. Diciembre, 2003.

Tabla 4. Criterios para Yamaha FZ-1

Yamaha FZ-1 (Naked)	
Elemento	Limite permitido
Rueda	1) Desentramiento Radial 1,0 mm
	2) Desentramiento Lateral 0,5 mm
Eje Rueda	No permite alabeo ni deformaciones
Disco de freno	Deflexion maxima 0,1 mm
Horquilla (amortiguador delantero)	No permite ningun daño (alabeo, deformacion, rayadura)
Basculante	Holgura axial 1,0 mm
	Juego libre vertical
	No permite ningun daño (alabeo, deformacion, fisuras)
Contrapesas	Eje del pivote deformado, cambiar
Contrapesas	No permite, rayones, deformaciones, perdida de material
Manillar	No permite torceduras, deformaciones, o grietas

Fuente: YAMAHA MOTOR COMPANY. Manual de taller FZ-1. Diciembre, 2005.

Tabla 5. Criterios para Yamaha XT-660

<b>Yamaha XT-660 (Trail)</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Limite permitido</b>
Rueda	1) Desentramiento Radial 2,0 mm
	2) Desentramiento Lateral 2,0 mm
Eje Rueda	No permite alabeo ni deformaciones
Disco de freno	Deflexion maxima 0,15 mm
Horquilla (amortiguador delantero)	No permite ningun daño (alabeo, deformacion, rayadura)
Basculante	Holgura axial 1,0 mm
	Juego libre vertical
	No permite ningun daño (alabeo, deformacion, fisuras)
	Eje del pivote deformado, cambiar
Contrapesas	No permite, rayones, deformaciones, perdida de material
Manillar	No permite torceduras, deformaciones, o grietas

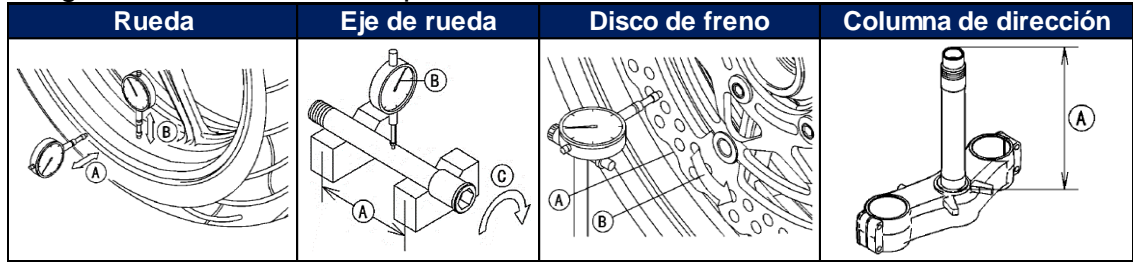
Fuente: YAMAHA MOTOR COMPANY. Manual de taller XT-660. Diciembre, 2003.

Tabla 6. Criterios para Yamaha YZF-R6

<b>Yamaha YZF-R6 (Superbike)</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Limite permitido</b>
Rueda	1) Desentramiento Radial 1,0 mm
	2) Desentramiento Lateral 0,5 mm
Eje Rueda	No permite alabeo ni deformaciones
Disco de freno	Deflexion maxima 0,1 mm
Horquilla (amortiguador delantero)	No permite ningun daño (alabeo, deformacion, rayadura)
Basculante	Holgura axial 1,0 mm
	Juego libre vertical
	No permite ningun daño (alabeo, deformacion, fisuras)
	Eje del pivote deformado, cambiar
Contrapesas	No permite, rayones, deformaciones, perdida de material
Manillar	No permite torceduras, deformaciones, o grietas

Fuente: YAMAHA MOTOR COMPANY. Manual de taller R6-R. Octubre, 2003.

Imagen 19. Elementos a inspeccionar en Kawasaki



Fuente: KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES. Manual de taller Ninja ZX-10R. Enero, 2008.

Tabla 7. Criterios para Kawasaki ZX-10R

Kawasaki ZX-10R (Superbike)	
Elemento	Limite permitido
Rueda	1) Desentramiento Radial 1,0 mm 2) Desentramiento Lateral 1,0 mm
Eje Rueda	Alabeo maximo 0,2 mm
Disco de freno	Deflexion maxima 0,3 mm
Horquilla (amortiguador delantero)	No permite ningun daño (alabeo, deformacion, rayadura)
Basculante	No permite ningun daño (alabeo, deformacion, fisuras) Eje del pivote deformado, cambiar
Tija (Sup / Inf)	No permite deformaciones
Columna de dirección	No permite deformaciones
Chasis	No permite torceduras, deformaciones, o grietas
Manillar	No permite torceduras, deformaciones, o grietas

Fuente: KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES. Manual de taller Ninja ZX-10R. Enero, 2008.

Kawasaki indica en el manual de taller que cualquier deformación o avería es causal para la sustitución, no permite reparaciones.

Tabla 8. Criterios para Chasis de Kawasaki ZX-10R.

Chasis	
Criterio	Elemento
<p><b>Comprobación del chasis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Examine visualmente el chasis [A] para comprobar si hay grietas, abolladuras, doblamientos o torceduras.</li> <li>★ Si hay algún daño en el chasis, sustitúyalo.</li> </ul> <p><b>⚠ ADVERTENCIA</b></p> <p>Un chasis reparado podría fallar, con la posibilidad de causar un accidente. Si el chasis está doblado, abollado, agrietado o torcido, cámbielo.</p>	<p>The diagram shows the motorcycle chassis with a magnifying glass over the main frame area, labeled with point 'A'.</p>

Fuente: KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES. Manual de taller Ninja ZX-10R. Enero, 2008.

### 3. TÉCNICAS, TECNOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS EMPLEADAS EN LA REPARACIÓN DE PIEZAS AFECTADAS EN UN SINIESTRO

Después de la valoración de daños e identificación de piezas a reparar se procede a buscar el proceso más eficiente para devolver a las condiciones físicas y de operatividad la pieza. En este capítulo se encontrará un compendio de las técnicas y tecnologías empleadas en la reparación de las piezas afectadas en un siniestro, así mismo un análisis de materiales utilizados en las motocicletas y tipos de daños, además como producto del proyecto servirá para que el evaluador de daños tome decisiones al momento de realizar la respectiva valoración.

#### 3.1 CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

Para definir los materiales que se utilizan en la fabricación de motocicletas es necesario identificar las piezas a analizar, en el capítulo 1 se hace referencia a la clasificación de piezas para efectos del proyecto, las cuales son: Piezas exteriores, elementos mecánicos, motor y chasis. Ahora, se identificaron las piezas más vulnerables frente a un eventual siniestro y que presentan características técnicas de vital importancia en cuanto a seguridad activa, estabilidad, balance, rigidez estructural, aerodinámica, entre otras. Los elementos seleccionados son los mostrados en la tabla 9.

Tabla 9. Elementos de la motocicleta con sus materiales

Elemento	Material
Deposito de combustible	Acero inoxidable Aluminio Poliamida 6 ABS
Carenados	ABS Polipropileno Materiales compuestos
Chasis	Aleaciones de Acero Aleaciones de Aluminio Materiales compuestos
Amortiguador	Acero Aleaciones de aluminio
Tijas	Acero Aluminio Fundición de Hierro
Basculante	Fundición Gris Acero Aleaciones de Aluminio
Tapas laterales del motor	Aleaciones de Aluminio Magnesio
Rines	Fundición de Hierro Aleaciones de Aluminio Materiales compuestos
Sistema de freno (disco)	Acero Fundición de Hierro (nodular)

### 3.2 TIPOS DE DAÑOS

En un siniestro se pueden presentar varios tipos de daños, es necesario identificar y conocer la avería, esto con el fin de seleccionar el método apropiado de reparación, así mismo se puede realizar una valoración objetiva del estado físico y funcional de la pieza. En el siguiente cuadro se ven los daños presentes en un siniestro.

Tabla 10. Tipos de daño

Tipo de daño	Descripción	Imagen
Abolladura	Deformación sin remoción de material o cambio en el área de sección transversal, generalmente causados por impactos contra un objeto . Se presentan mayormente en los tanques de combustible	
Abrasión	Rozamiento mecánico contra un objeto cuya superficie es abrasiva, se presenta cuando hay deslizamiento contra el suelo. Se presentan en todas las partes expuestas, carenados, tapas del motor, maniguetas, exhosto, entre otras.	
Agujero	Perforaciones o cortes que fracturan la superficie del material, esta rodeado de material sin ningún daño, se presenta por un pacto contra un objeto contundente, ejemplo: impacto de bala	
Fisura	Es una hendidura que se genera en el material debido a un sobre esfuerzo aplicado. Un golpe de consideración puede producir una fisura en el chasis de la motocicleta. Se presentan en farolas, carenados, tijas, chasis, tapas del motor, entre otras.	

Tabla 10. (Continuación)

Tipo de daño	Descripción	Imagen
Fracturas	Esta falla ocurre cuando se sobrepasa el límite plástico del material al aplicar una carga demasiado alta. Se presentan en carenados, posa pies, chasis, manillar, entre otras.	
Flexión	Es un daño que se genera cuando se aplica una carga de compresión o una carga paralela a la sección transversal del elemento y sobrepasa el esfuerzo de fluencia del material generando así una deformación plástica del material. Se produce más que todo en botellas y barras de suspensión.	
Rasguño	Hendidura que no supera el espesor del material, son marcas superficiales, generalmente se presentan en carenados y farolas.	

### 3.3 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN REPARACIÓN

Para efectos de este proyecto, los elementos que provean estabilidad, rigidez estructural, balance y seguridad, como sistema de frenos, no serán reparados ya que se desconocen criterios de aceptación o rechazo y procedimientos experimentales o por parte del fabricante, los cuales garantizan la operatividad y seguridad de los componentes. Los equipos y herramientas identificados en este capítulo hacen referencia a reparación en metales y plásticos.

3.3.1 Equipos y herramientas utilizadas en reparación de metales. En una eventual colisión una de las partes más afectadas es el tanque de combustible, dentro de la identificación de materiales, se observó que el predominante para la fabricación de este, es el aluminio y el acero. Daños comunes en este elemento son abolladuras, rasguños, agujeros y abrasiones.

3.3.1.1 Herramientas de conformación. Son herramientas como martillos, tases y limas. La superficie de trabajo de los martillos usados en el proceso de conformación, generalmente tienen geometrías redondeadas para permitir dar un ajuste óptimo a la pieza de trabajo. Estas herramientas son fabricadas en



materiales más blandos que el acero, esto con el fin de no dejar marcas de trabajo, se utilizan materiales como: Nylon, polímeros, goma, cobre, aluminio, teflón y madera.

Imagen 20. Tipos de martillos



Fuente: DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS. Tipos de martillo [en línea]. Diciembre. 2010. Disponible en internet: «<http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/tipos-de-martillo>»

Los tases se pueden encontrar en materiales como el acero y madera dura, las superficies de estos elementos deben estar sin ninguna imperfección, rebaba, hendidura o defecto, esto con el fin de garantizar que no existan marcas en el material. Entre los tipos de tases se encuentran los mostrados en la imagen 21, donde:

1. Tas Diábolo.
2. Tas Especial.
3. Tas Aleta.
4. Tas Tacón.
5. Tas Cuña Alomada.
6. Tas Dactilado.
7. Tas Corazón.
8. Tas Especial.

## 9. Tas Dactilado.

Imagen 21. Tipos de tases



Fuente: PUENTE Laura. Herramientas del chapista [en línea]. Octubre, 2012. Disponible en internet: «<http://puentelara.blogspot.com.co/2012/10/herramientas-del-chapista.html>»

Imagen 22. Palancas para desabollar



Fuente: FORCH. Juego profesional de herramientas para desabollar [en línea]. Disponible en internet: «<https://www.foerch.es/product.aspx?p=b4ce9493-c465-4e26-8bee-2b0d205f0af0&t=palancas+para+desabollar>»

Cuando ocurre una deformación plástica sobre en un metal, se produce un aumento en la dureza generado por el movimiento y aumento de las dislocaciones en la estructura del material, debido a este fenómeno, se hace necesario calentar la zona a trabajar, esto con el fin de devolver algo de ductilidad al material y de

esta forma poder conformarlo nuevamente. Se utilizan sopletes de oxiacetileno para realizar esta operación.

El calentamiento no debe concentrarse en un punto, debe ser aplicado uniformemente y en una zona amplia, el rango de temperatura óptimo de trabajo se encuentra entre los 140-170 °C.

Imagen 23. Atemperado de una chapa de aluminio



Fuente: CESVIMAP. Reparación en carrocerías de automóviles 2009. Reparación de paneles de aluminio. p. 225.

Es necesario verificar la temperatura de trabajo ya que, si se excede o en caso contrario, no se calienta lo suficiente, no se podrá llevar a cabo un correcto proceso de reparación. Se utilizan instrumentos como termómetros laser (pirómetro) o lápices térmicos para verificar la temperatura de trabajo.

Existen otras herramientas para devolver la forma original una chapa de aluminio o acero, la soldadura de espárragos roscados se utiliza con el propósito de servir como apoyo a un martillo de inercia el cual recuperara la zona deformada.

Imagen 24. Espárragos roscados soldados en chapa metálica



Fuente: CESVIMAP. Reparación en carrocerías de automóviles 2009. Reparación de paneles de aluminio. p. 225.

Adicional a estas herramientas se pueden encontrar equipos auxiliares para la reparación de chapas de acero o aluminio como lo son: Masillas, utilizadas para dar un acabado final para posterior pintado, lijas, equipos de soldadura, pulidoras, prensas, entre otros.

3.3.2 Equipos y herramientas utilizadas en la reparación de plásticos. Dentro de la industria automotor (automóviles y motocicletas), los materiales plásticos han reemplazado considerablemente a los materiales metálicos debido a sus propiedades, proceso de manufactura, costo, menor peso y riesgo. En motocicletas, se encuentran dos tipos de plásticos predominantes, los cuales son: Polipropileno (PP) y Acrilo-butadieno-estireno (ABS). En motocicletas de alta gama, se encuentran materiales compuestos con refuerzo en fibra de carbono, vidrio y kevlar.

3.3.2.1 Herramientas de conformación. Debido a que el, ABS y PP pertenecen a la familia de los termoplásticos, se puede llevar a cabo un proceso de conformado con calor y presión, en cual se utilizan pistolas de calor para aumentar la temperatura de la zona deformada.

Imagen 25. Pistola de calor



Fuente: BELLTEC. Pistola de calor Makita 1500 watts [en línea]. Disponible en internet: «[http://belltec.com.co/index.php?id\\_product=11410&controller=product](http://belltec.com.co/index.php?id_product=11410&controller=product)»

3.3.2.2 Herramientas de soldadura. Uno de los métodos más utilizados para la reparación de termoplásticos es la soldadura, así como en los metales, se utiliza una fuente de calor y un material de aporte.

Imagen 26. Soldadura de termoplásticos



Fuente: AUTOCASIÓN. Métodos de reparación de plásticos [en línea]. Noviembre. 2008. Modificada, Septiembre, 2016. Disponible en internet: «<http://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/metodos-de-reparacion-de-plasticos>»

### 3.4 MÉTODOS DE REPARACIÓN

Como se observó anteriormente, en el numeral 3.3, la reparación se enfoca hacia materiales metálicos (acero y aluminio) y plásticos.

3.4.1 Reparación en metales. Dentro de los métodos de reparación de máteles aplicados a motocicletas, está el conformado. Este tipo de reparación puede realizarse con 4 métodos diferentes: congelación, tas y martillo, palanca y martillo de inercia. Todos los métodos son efectivos a la hora de realizar un conformado, es decir desabollar una superficie. Estos métodos aplican cuando no hay pérdida de material.

Como se mencionó en el numeral 3.3.1, el elemento metálico más vulnerable frente a un eventual siniestro (colisión o caída), es el tanque de combustible, tomando como referencia este elemento es que se mostraran los procesos de reparación.

Antes de realizar cualquier proceso de reparación en el tanque de combustible se hace necesario realizar un proceso de desgasificado.

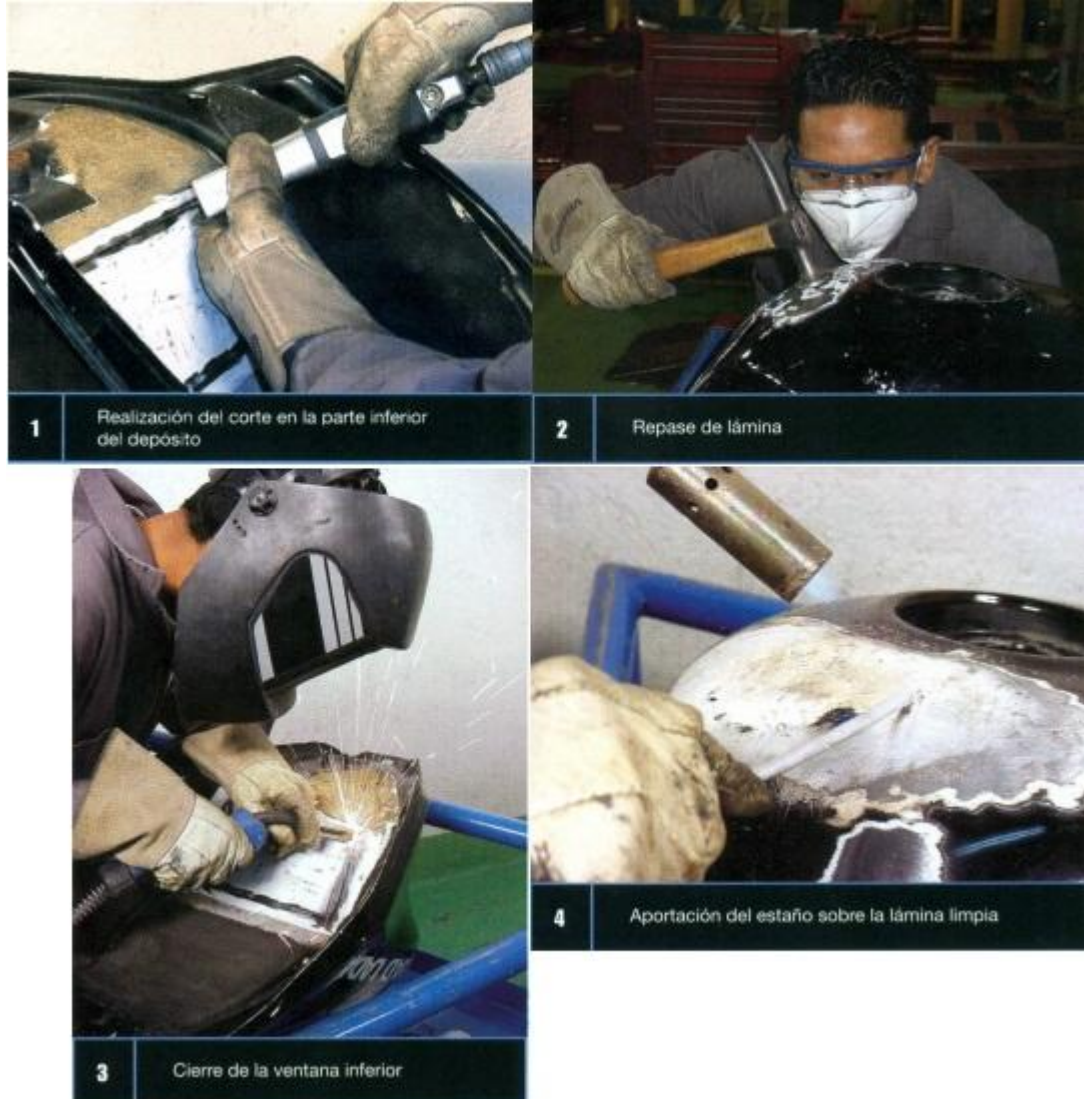
3.4.1.1 Reparación por congelación. Se llena el depósito de combustible con agua y posteriormente se hace un cierre hermético, seguido a esto, se introduce el depósito de combustible en un congelador; el agua al congelarse aumentará el volumen y presionará las paredes del tanque generando así que se recupere su geometría original.

Este método es usado cuando existen pequeñas abolladuras, cuando la deformación es pequeña es posible que la pintura no sufra ningún daño por consiguiente este método ahorrara tiempo y dinero en procesos de re pintado.

3.4.1.2 Reparación por tas y martillo. Este método consiste en abrir una venta en la parte inferior del tanque, esto con el fin de tener acceso a la zona deformada; se emplean martillos especiales y tases, ver sección 3.3.1.1, para conformar nuevamente el área averiada. Posterior a este proceso, se efectúan el cierre de la ventana, aplicación de masilla, pulido y pintado. En ocasiones se hace necesario calentar la zona a trabajar para reducir los esfuerzos.

3.4.1.3 Reparación por palanca. Este tipo de reparación se puede llevar a cabo cuando es posible acceder a la zona deformada a través de la boca de llenado del combustible. Se introduce una palanca especial y se ejerce presión sobre la pared deformada para corregir la avería. Posterior a esto se hace necesario realizar procesos de acabado superficial.

Imagen 27. Reparación con tas y martillo



Fuente: CESVI, México. Fichas técnicas de reparación de vehículos 2004. Reparación de depósitos de combustible parte 2. p., 9.

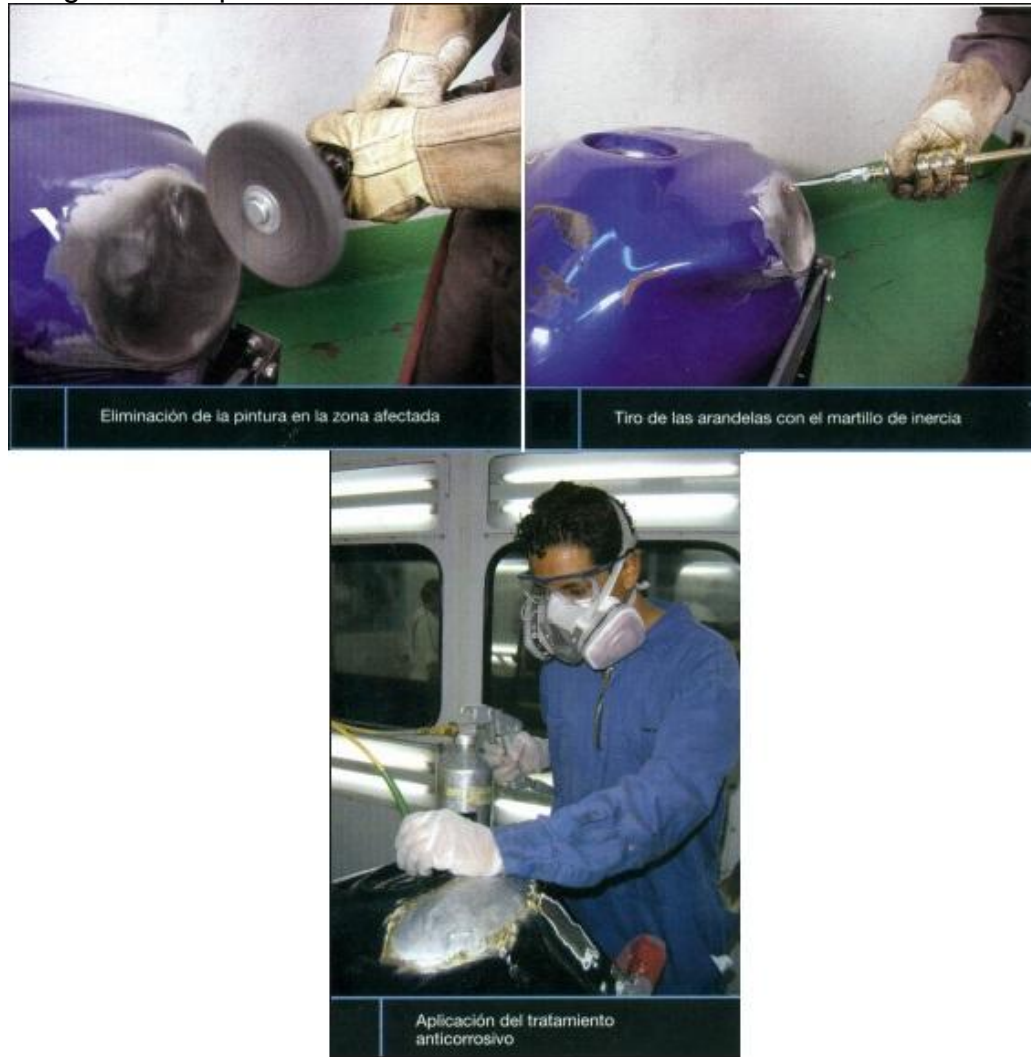
3.4.1.4 Reparación por martillo de inercia. En este método se procede a remover la pintura del área afectada; se sueldan espárragos roscados sobre la superficie afectada y se ancla el martillo de inercia a estos. Se ejerce una fuerza de tiro normal a la superficie con el fin de eliminar la abolladura, el sentido de trabajo será siempre desde la parte menos deformada a la más deformada<sup>12</sup>. Se

---

<sup>12</sup> CESVI México. Fichas técnicas de reparación de vehículos 2004. Reparación de depósitos de combustible parte 2. p., 12.

hace necesario realizar procesos de acabado superficial, limado, masillado, anticorrosivo y pintura.

Imagen 28. Reparación con martillo de inercia.



Fuente: CESVI México. Fichas técnicas de reparación de vehículos 2004. Reparación de depósitos de combustible parte 2. p., 12.

3.4.2 Reparación en plásticos. En los métodos de reparación de plásticos se encuentra, el conformado y soldado. Este proceso de reparación es relativamente sencillo debido a que se trabaja con termoplásticos, así pues al aplicar calor el material se reblandece permitiéndole al encargado de la reparación llevar a cabo un conformado con mayor facilidad.

3.4.2.1 Reparación por conformado. Este proceso de reparación se efectúa cuando no hay pérdida de material, solamente cuando hay deformaciones superficiales. Se realiza aplicando calor sobre el área afectada teniendo en cuenta



de no sobrepasar la temperatura a la cual el material se empieza a poner en estado pastoso.

Una vez se calienta el material se aplica presión en sentido contrario a la que produjo la deformación, manteniéndose hasta que el material se haya enfriado. Esta misma operación se repetirá hasta que el material haya recuperado su forma original.

Imagen 29. Reparación de plástico por conformado



Fuente: CESVIMAP. Reparación en carrocerías de automóviles 2009. Reparación de materiales plásticos. p., 572.

3.4.2.2 Reparación por soldadura. La soldadura en plásticos, es un método bastante usado, es similar a la soldadura en metales, en ambos casos se utiliza una fuente de calor y un material de aporte. Los parámetros fundamentales para llevar acabo un buen proceso de soldeo de plásticos son los siguientes: Temperatura, presión y velocidad de avance.

Una vez se alcanza la temperatura óptima de soldadura, los materiales se funden y se produce la unión del material base con el material de aporte, hay que tener especial cuidado con la temperatura ya que se puede llegar a tener problemas como, fragilidad en la soldadura, quema de los materiales.

En algunos casos es necesario realizar un biselado del material baso, esto se hace cuando el espesor es considerable, si presenta una grieta esta se deberá taladrar en los extremos con el fin de limitar su progreso y eliminar tensiones.

Imagen 30. Soldadura en plásticos



Fuente: LA COMUNIDAD DEL TALLER. Centro Zaragoza: Reparación de plásticos [en línea]. Septiembre, 2013 Disponible en internet: «<http://www.lacomunidadeltaller.es/centro-zaragoza-reparacion-de-plasticos/>»

#### 4. MODELADO Y SIMULACIÓN POR ELEMENTOS FINITOS DEL CHASIS DE UNA MOTOCICLETA

Debido a que se desconoce el criterio por parte de los fabricantes a cerca de la condición de reparabilidad del chasis de la motocicleta que ha sido afectada en una colisión, se decide simular por medio de elementos finitos, la estructura (chasis) de una motocicleta Honda Tornado 250 proporcionada por CESVI Colombia S.A., ya que pertenece al rango de cilindraje con más ventas en el parque automotor colombiano.

Por el método de elementos finitos (FEA), se revelan zonas críticas que deben ser inspeccionadas por el personal evaluador de daños, dichas zonas son identificadas a partir de los esfuerzos producidos en la estructura al estar sometida a una fuerza de impacto.

##### 4.1 CHASIS DE LA MOTOCICLETA

El chasis, es el elemento estructural en el cual, elementos como: motor, basculante, depósito de combustible, dirección, entre otros, se unen, para así, dar forma y rigidez al conjunto. El chasis de la motocicleta debe cumplir con dos características fundamentales, una de tipo estático y otra de carácter dinámico.

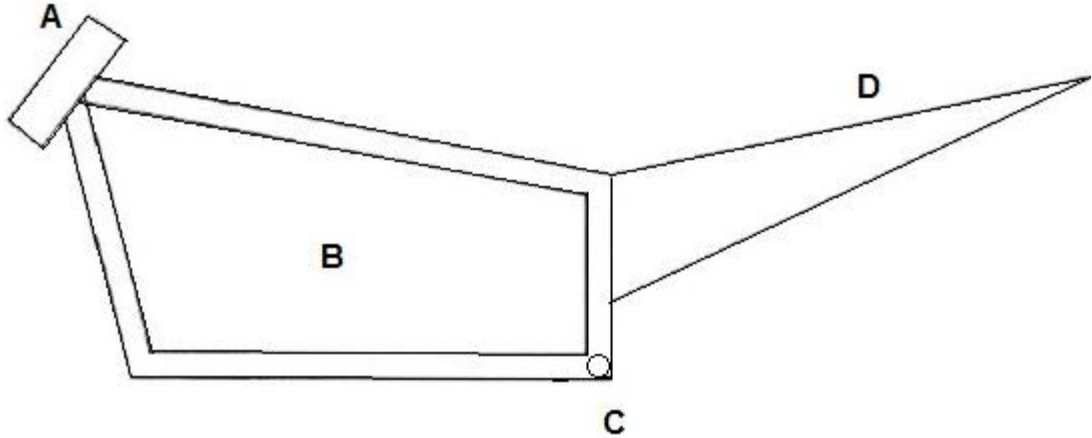
Con relación a la característica de tipo estático se encuentra la función de proveer soporte al motor, dirección y elementos mecánicos, entre otros y así mismo, como el peso del piloto y acompañante. En cuanto al carácter dinámico, el chasis debe proveer una buena estabilidad, manejabilidad, absorción de vibraciones y soporte de cargas dinámicas, por ejemplo, el frenado o un cambio de velocidad.

El chasis de la motocicleta debe proveer las propiedades adecuadas para soportar esfuerzos de compresión, tracción, torsión y flexión sin producir grandes deformaciones en la estructura, en definitiva, el chasis debe proporcionar la rigidez necesaria para soportar las cargas estáticas y dinámicas que se generen. Otro factor que se debe tener en cuenta es el peso del chasis, una estructura demasiado pesada puede generar esfuerzos adicionales y ocasionar problemas de balance, pérdida de potencia, entre otros.

En la actualidad existe una gama de materiales muy amplia en la fabricación de chasis, siendo las aleaciones de acero y aluminio las que predominan, por otro lado, el titanio y los materiales compuestos, como la fibra de carbono, hacen parte en el proceso de manufactura de estas estructuras. Marcas como BMW, Ducati, Yamaha y Kawasaki son pioneras en el uso de aleaciones de aluminio y materiales compuestos, para la producción de sus motocicletas de alta gama; recientemente fue presentada la nueva motocicleta de BMW, HP4 Race, la cual incorpora un chasis fabricado en su totalidad con fibra de carbono.

4.1.1 Zonas del chasis. Todos los chasises, independientemente de su tipo, comparten las zonas presentadas en la imagen 31.

Imagen 31. Zonas del Chasis



Fuente: CESVIMAP. Reparación chasis motocicleta. 2005. p., 12.

- Cabezal de dirección (A): Esta zona es la parte delantera del chasis, provee alojamiento para los elementos de dirección, columna de dirección y tijas. En esta zona se van a sufrir los mayores esfuerzos dinámicos, generados por aceleraciones y frenadas, en un eventual choque frontal puede sufrir torceduras<sup>13</sup>.
- Alojamiento del motor (B): Es la zona donde se acopla el motor, en algunos diseños, como doble viga y cuna interrumpida no poseen delimitación inferior. En diseños más avanzados el mismo motor hace parte del chasis. En un eventual choque, se podrán generar tensiones en esta área, de igual manera, los soportes o anclajes del motor se pueden ver comprometidos<sup>14</sup>.
- Zona del eje basculante (C): Es la zona en donde el basculante se une al chasis, esta área proporciona una rigidez bastante alta, por otra parte, sirve como punto de referencia para realizar las medidas geométricas del chasis. En algunos diseños, este punto sirve de anclaje para la parte trasera del motor y transmisión<sup>15</sup>.
- Zona del sub-chasis (D): Estructuralmente brinda soporte a los elementos que van acoplados en la parte posterior como: carenados, stop, porta placa, cableado eléctrico y asiento del acompañante. El sub-chasis puede ir unido al chasis por medio de pernos o soldado<sup>16</sup>.

---

<sup>13</sup> CESVIMAP. Reparación chasis motocicleta. p. 12. 2005

<sup>14</sup> Ibid., p. 12

<sup>15</sup> Ibid., p. 12

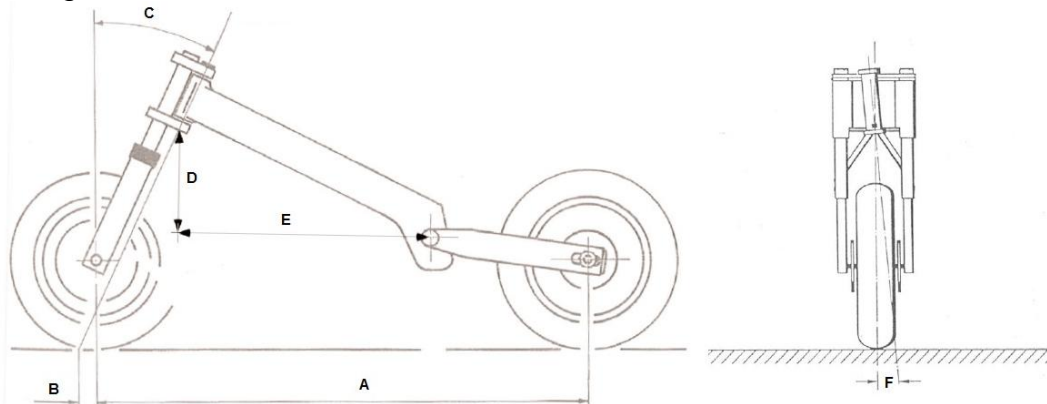
<sup>16</sup> Ibid., p. 12

4.1.2 Geometría del chasis. Cada tipo de motocicleta, scooter, superbike (deportiva), trail, naked, entre otros, se diseñan con medidas y características que definen su comportamiento dinámico. Las cotas geométricas de una superbike serán considerablemente diferentes a las de una motocicleta de motocross, la prestación de cada una radica en su diseño y geometría.

Ante una eventual colisión, las cotas geométricas de la motocicleta pueden haber sufrido algún cambio, se hace necesario verificar estas medidas con el fin de descartar alguna deformación en el chasis.

4.1.2.1 Cotas fundamentales. Las cotas geométricas fundamentales que toda motocicleta tiene se muestran en la siguiente imagen 32.

Imagen 32. Cotas fundamentales de la motocicleta



Fuente: CESVIMAP. Reparación chasis motocicleta. 2005. p., 12.

- Distancia entre ejes (A): Distancia comprendida entre el eje de la rueda delantera y el eje de la rueda trasera, esta distancia puede variar dependiendo de la tensión de la cadena<sup>17</sup>.
- Avance (B): Distancia formada entre la vertical que atraviesa el eje de la rueda delantera y la proyección de la línea del eje de dirección.
- Ángulo de lanzamiento (C): Formado entre la vertical que atraviesa el eje de la rueda delantera y la proyección de la línea del eje de dirección<sup>18</sup>.
- Altura de la columna de dirección (D): Distancia medida entre la proyección horizontal del eje basculante y la parte inferior de la tija<sup>19</sup>.
- Longitud de la columna de dirección (E): Distancia tomada entre el centro del eje basculante y la proyección vertical del eje de dirección<sup>20</sup>.

<sup>17</sup> CESVIMAP. Reparación chasis motocicleta. p. 25. 2005

<sup>18</sup> *Ibid.*, p. 25.

<sup>19</sup> *Ibid.*, p. 25.

<sup>20</sup> *Ibid.*, p. 25.

- Ángulo de caída (F): Ángulo formado entre el plano vertical y la proyección vertical del eje de dirección, en todas las motocicletas esta medida debe ser  $0^{\circ}$ <sup>21</sup>.

4.1.3 Tipos de chasis. Existe una gran variedad de tipos de chasis, dependiendo de su uso y el motor que incorpore, así mismo será su geometría.

4.1.3.1 Chasis mono cuna. En la imagen 33 se puede ver el diseño de este chasis, donde existe una sola viga la cual es la encargada de unir el cabezal de dirección con la parte posterior del de la motocicleta, no cuenta con vigas horizontales. Las motocicletas tipo scooter presentan este chasis en su construcción.

Imagen 33. Chasis mono cuna



Fuente: CESVIMAP. Reparación chasis motocicleta. 2005. p., 16.

4.1.3.2 Chasis mono cuna desdoblado. Es una variante del chasis de simple cuna, sin embargo como se observa en la imagen 34 el cabezal de dirección desciende con un único tubo pero que se desdobla delante o debajo del motor, llegando a la zona del eje del basculante trasero dos tubos.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> *Ibíd.*, p. 25.

<sup>22</sup> CENTRO ZAGAROZA. Tipos de chasis de motocicletas. p., 2. 2012.

Imagen 34. Chasis mono cuna desdoblado



Fuente: CESVIMAP. Reparación chasis motocicleta. 2005. p., 17.

4.1.3.3 Chasis doble cuna. Consiste en dos tubos o vigas que descienden desde la parte inferior del cabezal de dirección y se unen en la sección del eje basculante<sup>23</sup> como se puede evidenciar en la imagen 35.

Imagen 35. Chasis doble cuna.



Fuente: CESVIMAP. Reparación chasis motocicleta. 2005. p., 18.

4.1.3.4 Chasis de cuna interrumpida. En la imagen 36 se observa que este tipo de chasis es similar en su geometría a un doble cuna, la diferencia radica en que este chasis tiene una interrupción en medio de la viga principal, el propio

---

<sup>23</sup> CESVIMAP. Reparación chasis motocicleta. p., 18. 2005

motor actúa como parte estructural, este, une la parte frontal con la parte posterior del chasis, justo en la zona del eje basculante<sup>24</sup>.

Imagen 36. Chasis de cuna interrumpida.



Fuente: CESVIMAP. Reparación chasis motocicleta. 2005. p., 18.

4.1.3.5 Chasis doble viga o perimetral. Este chasis mostrado en la imagen 37 es el más utilizado en motos deportivas. La estructura que conforma este tipo de chasis se define perfectamente por su nombre, está formada por dos vigas de elevada sección, una a cada lado del motor, que parten del cabezal de dirección y acaban en la zona del eje del basculante. Las vigas abrazan perimetralmente al motor por su parte superior suelen ser generalmente de aleaciones de aluminio. Además, incorporan soportes inferiores para anclar el motor. En algunos casos se incorporan aberturas en las vigas para el paso de aire hacia la admisión. Estos chasis pueden ser fabricados por fundición, laminación o extrusión, o por combinación de estos métodos. El cabezal de dirección y la zona del anclaje del basculante son las zonas que sufren mayores esfuerzos, por ello son zonas que generalmente se suelen fabricar mediante fundición, este tipo de chasis, generalmente, incorpora sub chasis desmontable<sup>25</sup>.

---

<sup>24</sup> *Ibíd.*, p., 18.

<sup>25</sup> CENTRO ZAGAROZA. Tipos de chasis de motocicletas. p., 3. 2012.



Imagen 37. Chasis doble viga o perimetral.



Fuente: XCITINGCLUB. Chasis doble viga [en línea]. Octubre. 2008.  
Disponible en internet:  
«<http://www.xcitingclub.es/viewtopic.php?p=202683>»

4.1.3.6 Chasis multi-tubular. Este chasis consiste en dos vigas a cada lado del motor, que unen el cabezal de dirección con la zona del eje del basculante trasero, pero compuestas por tubos, rectos y cortos, colocados a modo de celosía como se observa en la imagen 38. Estos tubos cortos, que suelen ser de secciones circulares y de acero al cromo molibdeno, le dan una gran rigidez al chasis. Generalmente estos tubos se diseñan para que solo trabajen a tracción o a compresión. En muchos casos el motor se utiliza adicionalmente como elemento estructural, soportando incluso el anclaje directo del basculante trasero. Este tipo de chasis es muy característico de Ducati y la marca austriaca KTM<sup>26</sup>.

---

<sup>26</sup> CENTRO ZAGAROZA. Tipos de chasis de motocicletas. p., 4. 2012.

Imagen 38. Chasis multi-tubular



Fuente: CESVIMAP. Reparación chasis motocicleta. 2005. p., 21.

## 4.2 NORMAS APLICABLES

La simulación se basa en la norma RCAR Low-speed structural crash test protocol, aplicable para automóviles; para efectos del proyecto se hace uso de los parámetros establecidos en esta, con el fin de calcular las variables ingresadas en el software. Esta norma es usada por CESVI Colombia S.A. para realizar los ensayos de impacto y posteriores análisis.

## 4.3 MODELADO DEL CHASIS

El chasis al cual se le realiza el análisis por elementos finitos (FEA), corresponde al de la motocicleta Honda Tornado XR 250, este chasis fue proporcionado por la compañía CESVI Colombia S.A. El modelado se desarrolla en el software Solid Edge ST8 y el análisis por elementos finitos en el software NX 9.0, ambos de propiedad de la compañía Siemens y utilizados en la Fundación Universidad de América.

Imagen 39. Chasis Honda Tornado XR 250



4.3.1 Toma de medidas del chasis. Para el modelado del chasis se hace necesario conocer la geometría del chasis, para esto, con ayuda de elementos de medición se procedió a tomar las medidas correspondientes, longitudes, ángulos y espesores.

Se hace uso de instrumentos de medición como: Compas de varas, cinta métrica, calibrador pie de rey, micrómetro, clinómetro y un ultrasonido de espesores proporcionado por la empresa Global Inspection S.A.S.; todos los instrumentos de medición se encuentran debidamente calibrados y certificados.

Las medidas del chasis son tomadas bajo las unidades del sistema internacional. El proceso de medición se puede apreciar en las imágenes 40, 41, 42, 43, 44 y 45.

Imagen 40. Toma de medidas longitudinales



Imagen 41. Toma de medidas angulares



Imagen 42. Toma de espesores con ultrasonido



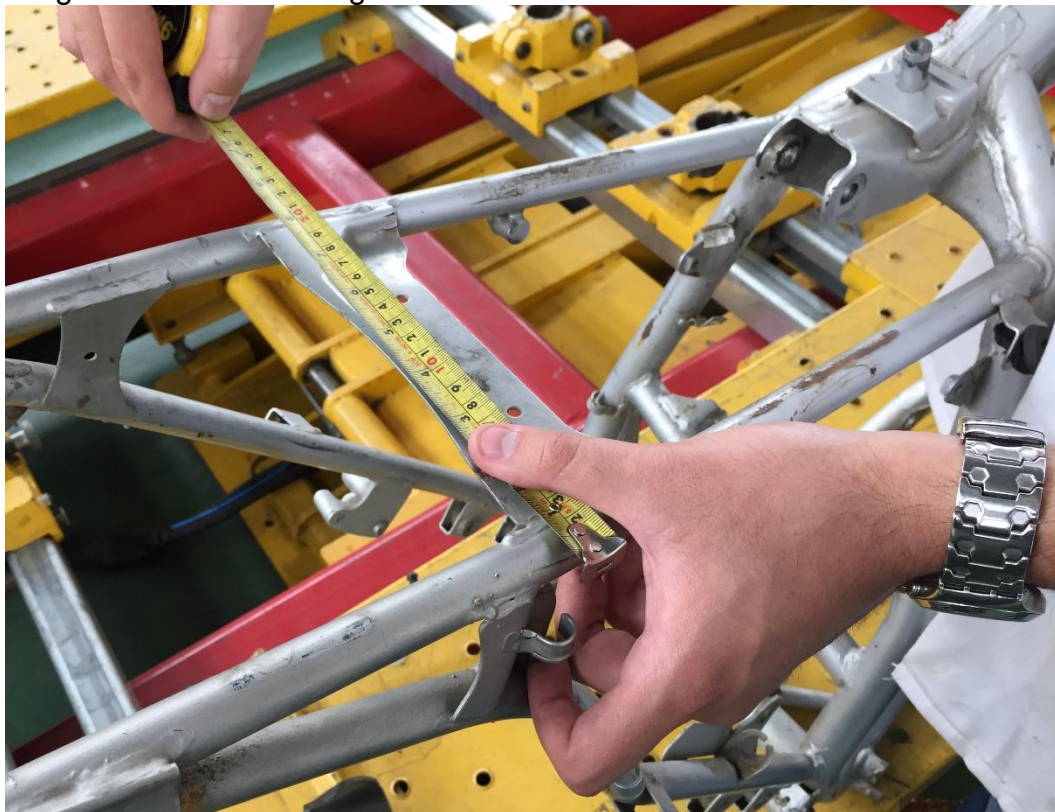
Imagen 43. Toma de espesores con micrómetro



Imagen 44. Toma de medida de diámetros externos

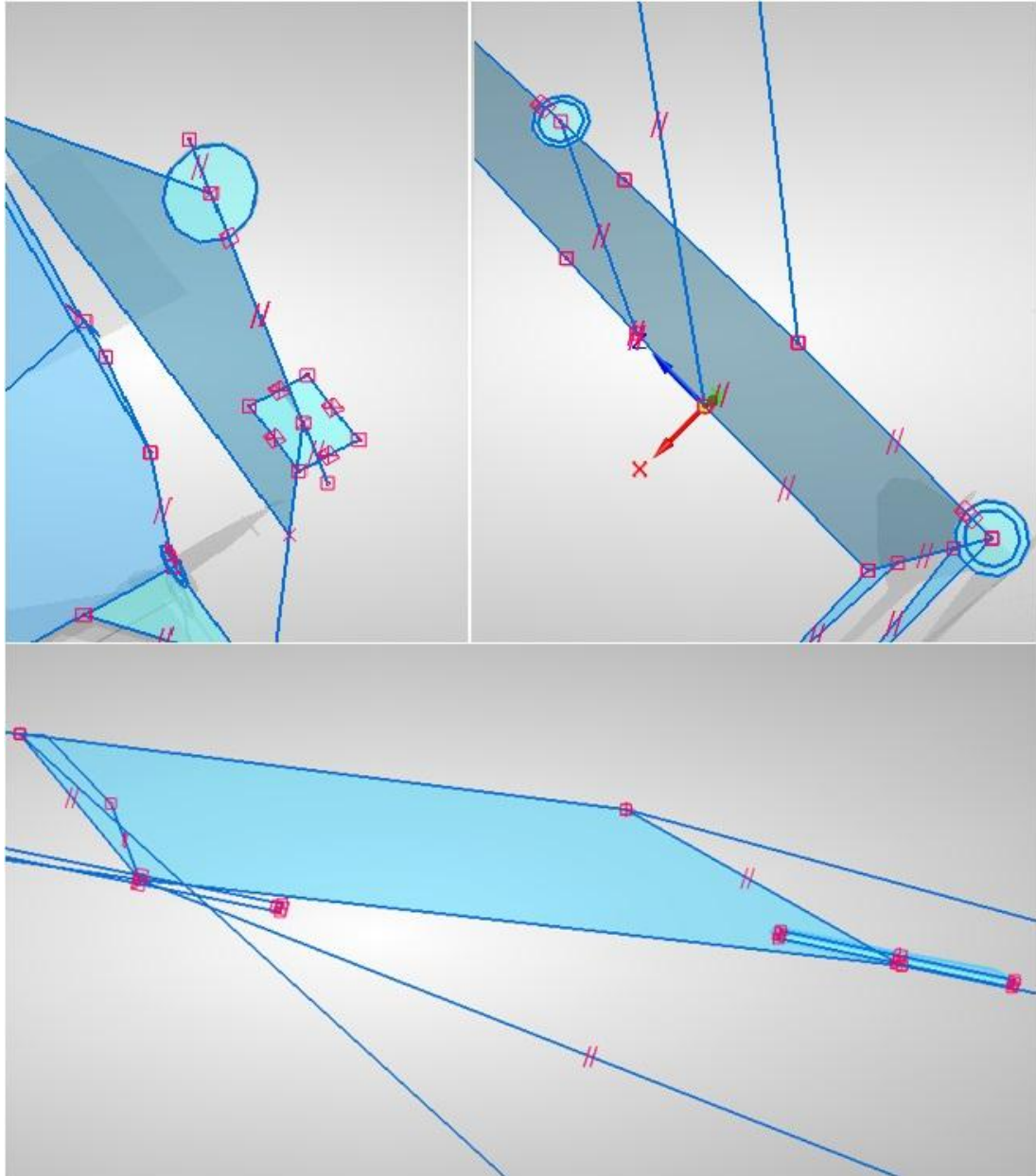


Imagen 45. Toma de longitudes con cinta métrica



4.3.2 Modelado del chasis en software. Como se menciona en el literal 4.3, el software utilizado en el modelado es Solid Edge ST8. En la imagen 46 se puede ver el croquis inicial del chasis, realizado a través de líneas, planos de referencia, circunferencias y rectángulos que son extruidos para formar la estructura.

Imagen 46. Croquis inicial del chasis con formas a extruir



En la imagen 47 se puede visualizar el croquis final utilizado para realizar las operaciones de barrido, vaciado y redondeo en los acuerdos con el fin de eliminar los concentradores de esfuerzo y dar forma a la estructura generando el modelo final objeto de simulación mostrado en la imagen 48.

Imagen 47. Croquis final del chasis con formas a extruir

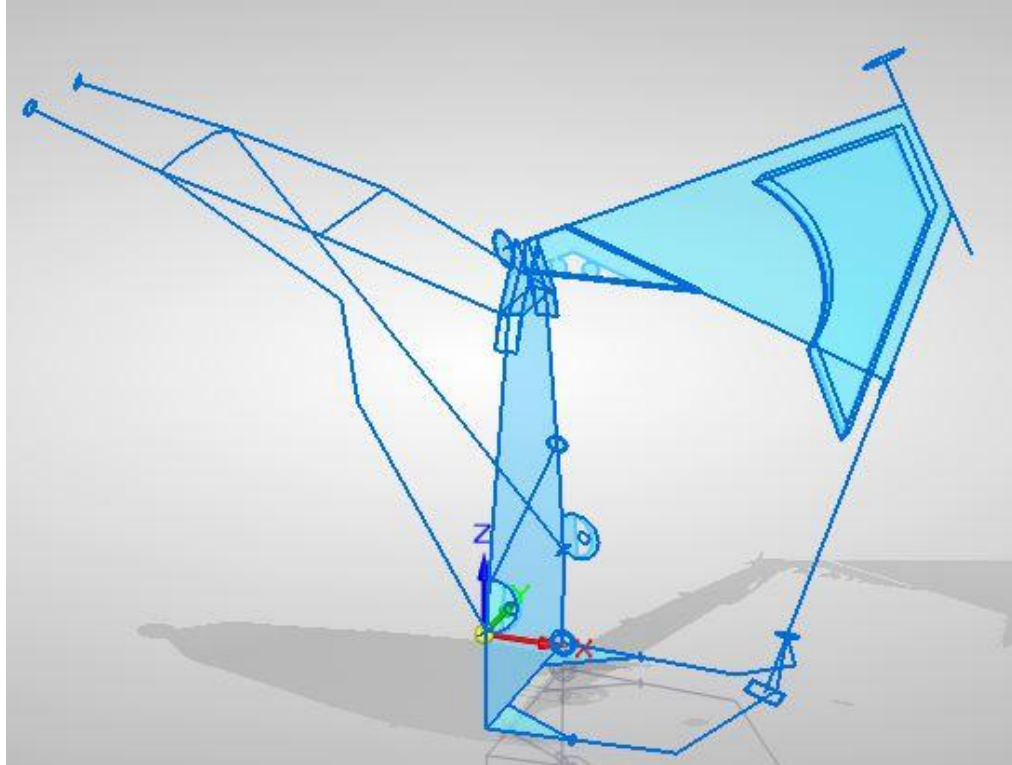


Imagen 48. Modelo final chasis Honda Tornado XR 250

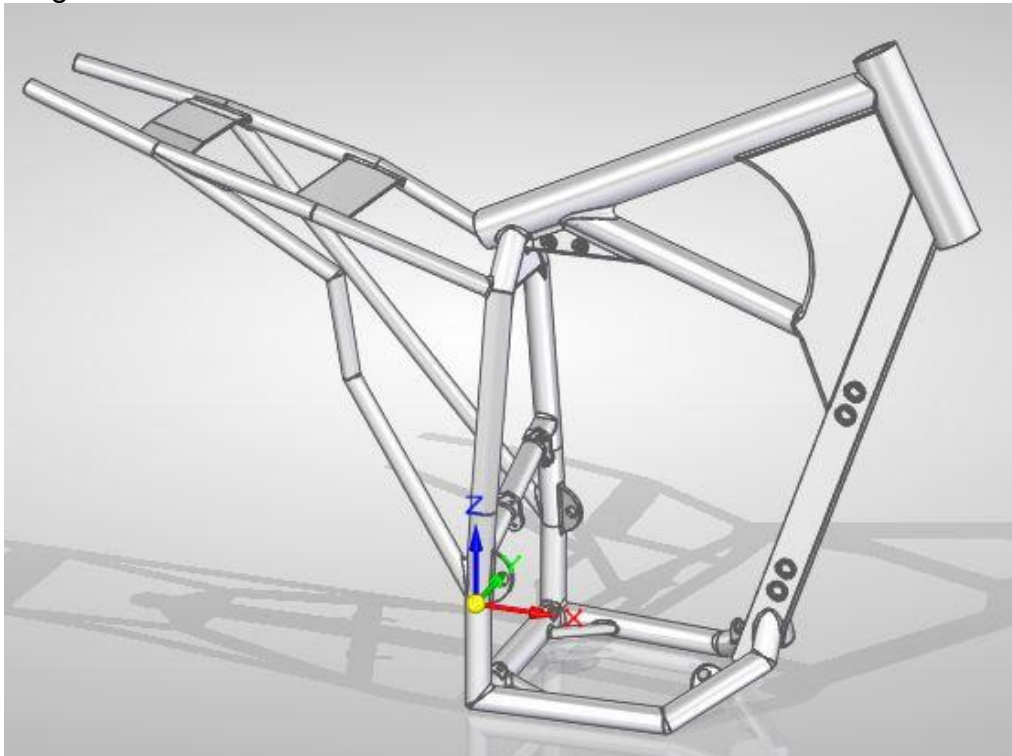
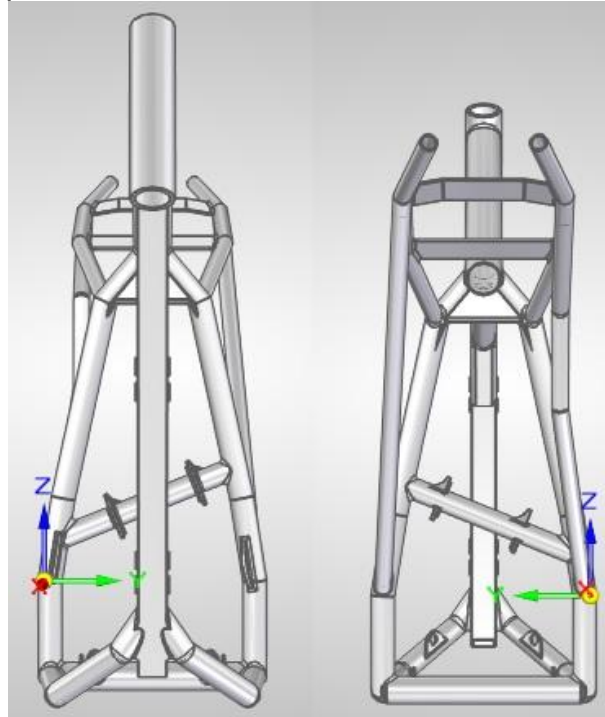




Imagen 49. Modelo final vista frontal y posterior chasis Honda Tornado XR 250



Al culminar con el proceso del modelado CAD, se realiza la comparación entre este y el chasis real para evidenciar la similitud existente entre los dos, mostrada en la imagen 50.

Imagen 50. Correlación entre modelo CAD y chasis real



#### 4.4 CÁLCULOS DE FUERZA

Los cálculos de la fuerza de impacto se basan en un tipo de colisión, la cual consiste en una barrera móvil que impacta a la motocicleta frontalmente la cual se encuentra en reposo.

Imagen 51. Rampa de impacto



Fuente: CESVITV. Low-Speed Crash Test Yamaha FZ16 [en línea]. Febrero, 2013. Disponible en internet: «<https://www.youtube.com/watch?v=AvQItRpaOFQ&t=11s>»

Para los cálculos y la simulación se manejan las siguientes variables de masa:

- Masa motocicleta (Combustible, aceite y fluidos): 135 Kg.
- Masa de la barrera: 1400 Kg<sup>27</sup>.
- Masa piloto: 75 Kg<sup>28</sup>.
- Tiempo de impacto: 0.6 s<sup>29</sup>.

4.4.1 Velocidades de impacto. La norma RCAR, aplicable para ensayos de impacto en CESVI Colombia S.A., establece una velocidad de 15 km/h<sup>30</sup>, para la barrera móvil; adicional a esta velocidad, se desea conocer el comportamiento estructural de la motocicleta a velocidades más altas, las cuales son 30, 60 y 80 Km/h, estas velocidades corresponden a los límites de velocidad establecidos según el Código Nacional de Tránsito<sup>31</sup>.

4.4.2 Cálculos de fuerza de impacto para colisión de motocicleta en reposo con barrera indeformable móvil. Este tipo de impacto está basado en la norma RCAR, la cual dirige una barrera móvil con las velocidades mencionadas anteriormente

---

<sup>27</sup> RCAR. Low speed structural crash test protocol. p., 3. 2011.

<sup>28</sup> RCAR, Op. Cit., p., 4.

<sup>29</sup> Tiempo de impacto suministrado por CESVI Colombia S.A., resultante de un ensayo de impacto.

<sup>30</sup> RCAR, Op. Cit., p. 6.

<sup>31</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Ley 769 (6, agosto, 2002). Por la cual se crea el Código Nacional de Tránsito y Transporte. Diario Oficial. Bogotá DC. Art 106.

hacia la motocicleta, esta se encuentra en reposo con conductor. Para el cálculo de la fuerza de impacto se aplica la teoría de choques inelásticos<sup>32</sup> donde la energía cinética después de él choque no se mantiene constante, si no disminuye. Este cálculo sea realizado de esta manera, porque no existe un ensayo experimental de la colisión que permita alimentar el software.

La conservación del momento lineal se rige por la siguiente ecuación:

$$m_A V_{A1} + m_B V_{B1} = (m_A + m_B) V_2^{33}$$

Dónde:

$m_A$ : masa barrera indeformable [kg].

$V_{A1}$ : velocidad inicial barrera indeformable [m/s].

$m_B$ : masa motocicleta [kg].

$V_{B1}$ : velocidad inicial motocicleta [m/s].

$V_2$ : velocidad común debido al choque [m/s].

Se conocen las masas y las velocidades iniciales de los dos cuerpos que van a chocar, por tal razón de la ecuación anterior se podrá calcular la velocidad común de la siguiente manera:

$$V_2 = \frac{m_A V_{A1} + m_B V_{B1}}{(m_A + m_B)}^{34}$$

Al conocer que la motocicleta es su estado inicial se encuentra en reposo, se determina que su velocidad inicial ( $V_{B1}$ ) es igual a cero, por lo tanto la expresión se reduce a:

$$V_2 = \frac{m_A V_{A1}}{(m_A + m_B)}^{35}$$

Para efectos del cálculo se hace necesario que las velocidades dadas en km/h se conviertan a m/s con se muestra a continuación:

$$\frac{15 \text{ km}}{\text{h}} * \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 4,16666667 \text{ m/s}$$

---

<sup>32</sup> YOUNG, Hugh. y ROGER A. Freedman. Física Universitaria. 12 ed. México. Pearson, 2009. vol. 1. ISBN 978-607-442-288-7. p., 258.

<sup>33</sup> *Ibid.*, p., 258

<sup>34</sup> *Ibid.*, p., 258

<sup>35</sup> *Ibid.*, p., 258

Tabla 11. Velocidades de impacto

Velocidad inicial (VA1)			
15	km/h	4,17	m/s
30	km/h	8,33	m/s
60	km/h	16,67	m/s
80	km/h	22,22	m/s

Teniendo las variables en las unidades necesarias se procede a calcular la velocidad común  $V_2$

$$V_2 = \frac{1400 \text{ kg} * 4,17 \text{ m/s}}{(1400 \text{ kg} + 135 \text{ kg})} = 3,80 \text{ m/s}$$

De acuerdo con este método se genera el cálculo para las demás velocidades, donde el resultado para cada una se puede visualizar en la tabla 11.

Tabla 12. Cálculo de la velocidad común ( $V_2$ )

Velocidad inicial (VA1)				Velocidad común (V2)	
15	km/h	4,17	m/s	3,80	m/s
30	km/h	8,33	m/s	7,60	m/s
60	km/h	16,67	m/s	15,20	m/s
80	km/h	22,22	m/s	20,27	m/s

El cálculo de la fuerza de impacto, se define como el producto de la masa por el diferencial de velocidades, dividido en el tiempo de impacto.

$$F = m * \frac{\Delta v}{t}^{36}$$

Donde:

$m_A$ : masa barrera indeformable [kg].

$\Delta v$ : diferencial de velocidades de impacto ( $V_{A1}-V_2$ ) [m/s].

t: tiempo de impacto [s].

Reemplazando los valores:

$$F = 1400 \text{ kg} * \frac{\left(\frac{3,80 \text{ m}}{\text{s}} - \frac{4,17 \text{ m}}{\text{s}}\right)}{0,6 \text{ s}} = -863,33 \text{ N (Signo indica la dirección)}$$

---

<sup>36</sup> FLÓREZ. F.J. Cantidad de movimiento lineal [en línea]. p. 2. Disponible en internet: «[http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/articles-176165\\_archivo.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/articles-176165_archivo.pdf)»

Este procedimiento se aplica para las demás velocidades dando como resultado el mostrado en la tabla 13.

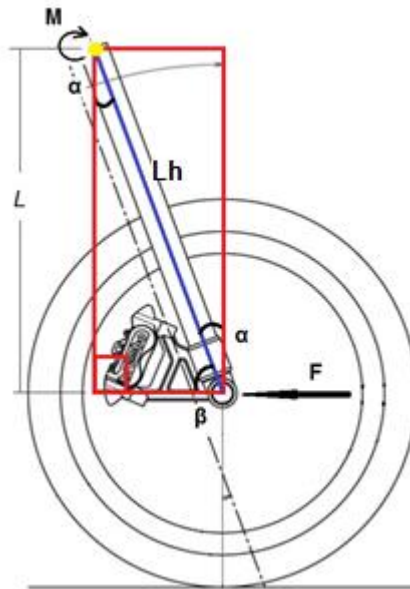
Tabla 13. Cálculo de la fuerza de impacto.

Velocidad de impacto		Fuerza de impacto	
15	km/h	-855,732899	N
30	km/h	-1709,413681	N
60	km/h	-3420,879479	N
80	km/h	-4559,80456	N

Debido a que la fuerza de impacto actúa directamente sobre el conjunto de suspensión delantera, rueda y neumático, se debe calcular el momento que se ejerce en el interior del cabezal de dirección el cual es aplicado en la simulación.

Sabiendo que el momento es fuerza por distancia, se hace necesario hallar la distancia a la cual se encuentran las barras y para ello se tienen los siguientes datos: longitud de las horquillas ( $L_h$ ) 0,75 m y ángulo de lanzamiento ( $\alpha$ )  $26,9^\circ$ .

Imagen 52. Proyección de la longitud de las horquillas.



Dónde:

$M$ : momento en el cabezal [Nm].

$\alpha$ : ángulo de lanzamiento [grados].

$L$ : Proyección de la longitud de las horquillas [m].

$\beta$ : Ángulo formado con la horizontal [grados].

$L_h$ : Longitud de horquillas [m].

De tal manera se procede a calcular la proyección de la longitud de las horquillas (L) por el teorema del seno.

$$\frac{L}{\text{Seno } \beta} = \frac{\text{Longitud de horquillas}}{\text{Seno } 90^\circ}$$

Despejando L:

$$L = \frac{\text{Longitud de horquillas} * \text{Seno } \beta}{\text{Seno } 90^\circ} = \frac{0,75 \text{ m} * \text{Seno } 63,1^\circ}{\text{Seno } 90^\circ} = 0,67 \text{ m}$$

De esta manera se procede a realizar el cálculo del momento que se aplica en el interior cabezal de dirección.

$$M = F * d = 855,73\text{N} * 0,67\text{m} = 572,36 \text{ N} * \text{m}$$

Tabla 14. Cálculo del momento aplicado en el cabezal de dirección.

Velocidad de impacto		Fuerza de impacto		Momento	
15	km/h	-855,73	N	-572,36	N*m
30	km/h	-1709,41	N	-1143,34	N*m
60	km/h	-3420,88	N	-2288,05	N*m
80	km/h	-4559,80	N	-3049,82	N*m

Los resultados mostrados en la tabla 14 son aplicados en el interior del cabezal de dirección simulando una colisión de tipo frontal, permitiendo establecer las zonas críticas de inspección con los resultados obtenidos.

#### 4.5 SIMULACIÓN

La simulación del chasis de la motocicleta es un análisis estático, lineal, elástico e isotrópico; dentro de este, no se tienen en cuenta grandes deformaciones ni desplazamientos. El objetivo de este análisis, es el de evidenciar zonas críticas en la estructura del chasis bajo una condición de carga estática.

Para llevar a cabo la simulación se toma como material del chasis un acero 4140 sugerido por CESVI Colombia S.A., se asume que el conjunto de suspensión, rin y neumático delantero no absorbe carga y por lo tanto se genera un momento en el cabezal de dirección producido por la fuerza de impacto. Las restricciones del chasis se asumen debido que no existe un ensayo de impacto experimental para poder establecerlas.

Las propiedades del acero 4140 que se ha utilizado para alimentar el software de la simulación son las siguientes:

- Densidad: 7850 [Kg/m<sup>3</sup>].
- Módulo de Young (E): 200 [Gpa].
- Coeficiente de Poisson (NU): 0,3.
- Límite elástico: 650 [N/mm<sup>2</sup>]<sup>37</sup>.

Además de tener en cuenta el material del chasis y el momento generado en el interior del cabezal, se hace necesario calcular el peso del piloto, tanque de combustible y motor, que son ubicados en el chasis para realizar la simulación en condición real.

$$\text{Peso} = \text{masa} * \text{gravedad} = 75 \text{ Kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 = 735,75 \text{ N}$$

De esta forma se realiza el cálculo para los demás pesos.

Tabla 15. Cálculo de los pesos localizados en el chasis.

<b>Peso piloto</b>	735,75	<b>N</b>
<b>Peso tanque de combustible</b>	115,95	<b>N</b>
<b>Peso motor</b>	441,45	<b>N</b>

En la imagen 53 se observa el sistema de cargas y restricciones ubicadas en el chasis, para llevar a cabo la simulación.

Donde:

1. Peso piloto.
2. Peso tanque de combustible.
3. Peso motor.
4. Momento generado en el cabezal de dirección.
5. Restricción del cabezal (se permitió movimiento en X y rotación alrededor de Y).
6. Restricción en el eje cero del chasis (sin movimiento).
7. Condición de gravedad

---

<sup>37</sup> THYSSENKRUPP ACEROS Y SERVICIOS S.A. Catálogo comercial [en línea]. Septiembre, 2011. Disponible en internet: «<https://wenku.baidu.com/view/d183198ccc22bcd126ff0c69>»

Imagen 53. Cargas y restricciones aplicadas al chasis

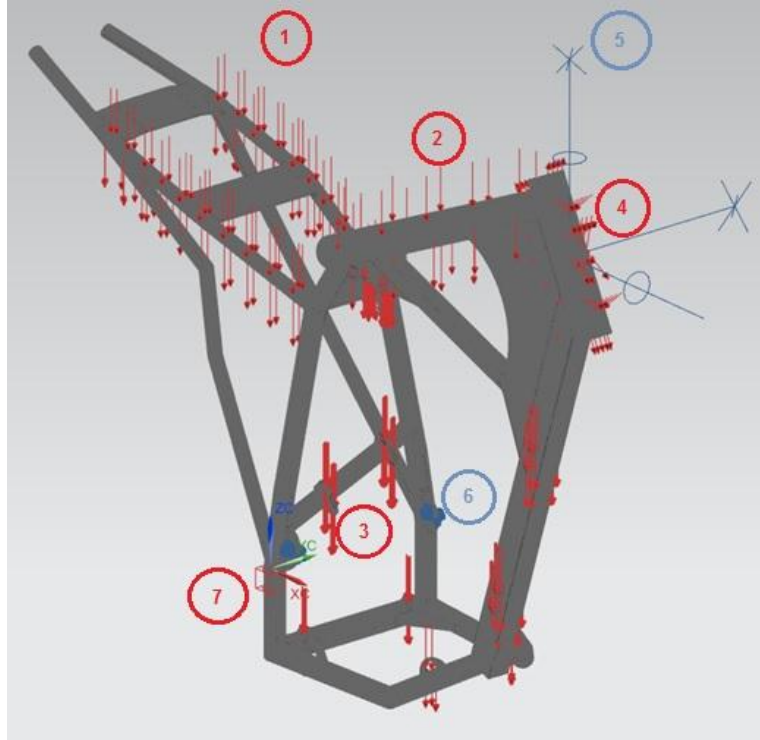
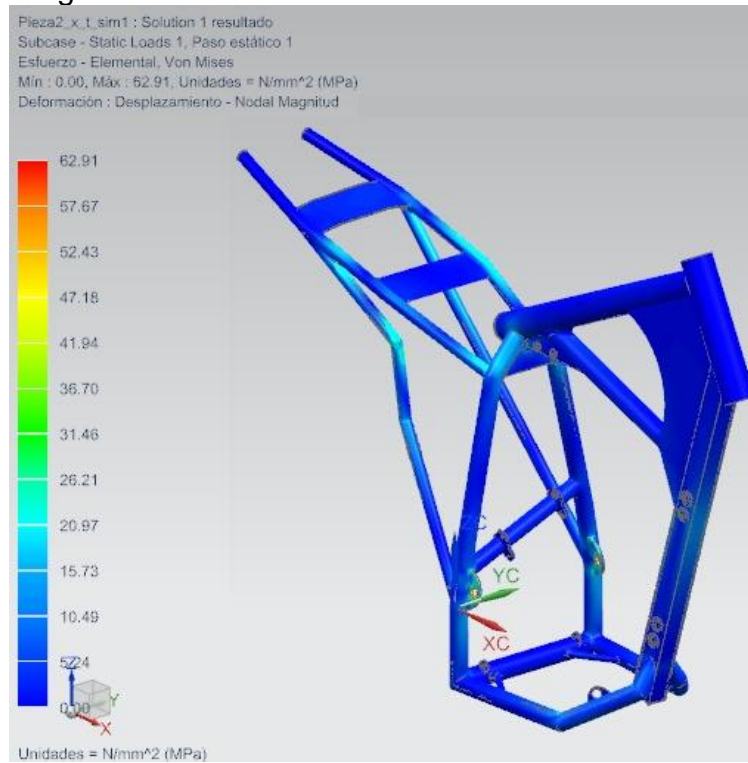


Imagen 54. Análisis estático del chasis





En la imagen 54 se realiza el análisis estático del chasis con el fin de evaluar cómo se comporta la estructura con las cargas normales a las que estaría sometida en condición de trabajo.

En la simulación de la imagen 55 se emplea una malla de 4 mm para realizar la simulación a 15 km/h; en ella se han aplicado las cargas y restricciones mostradas anteriormente.

Imagen 55. Colisión a 15 km/h con tamaño de malla de 4 mm

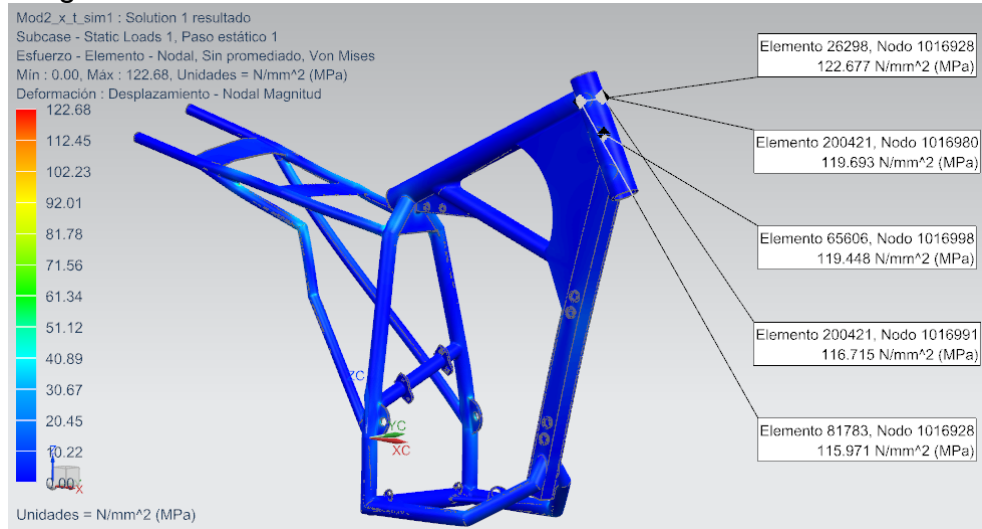
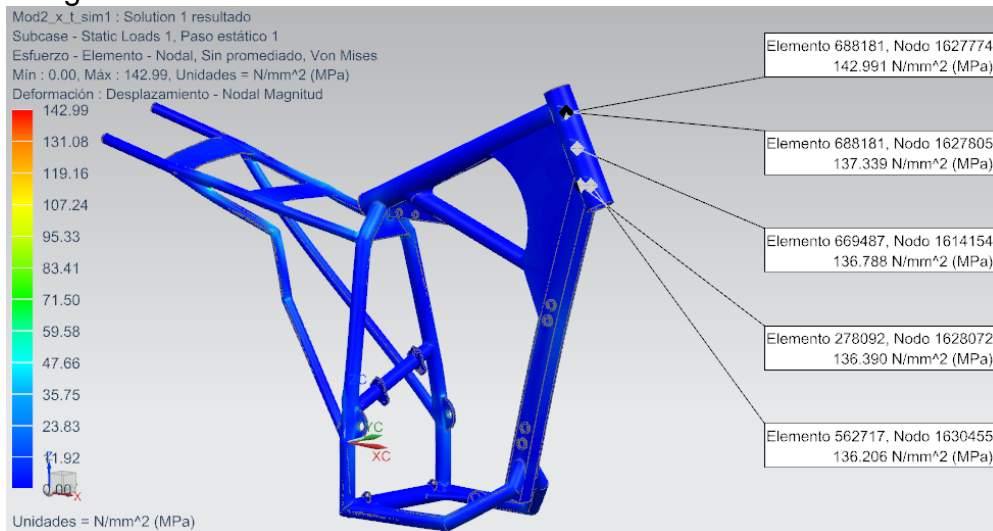


Imagen 56. Colisión a 15 km/h con tamaño de malla de 3 mm



En la imagen 56 para realizar un cálculo con mejor aproximación se procede a disminuir el tamaño de malla a 3 mm, en él se evidencia que los resultados de esfuerzo se incrementan, por lo tanto es adecuado disminuir el tamaño de la malla. Para la siguiente simulación se disminuye el tamaño a 2 mm, pero los

requerimientos computacionales y de máquina son elevados, debido a esto se realiza el análisis hasta un tamaño de malla de 3 mm.

Para garantizar la seguridad estructural del chasis se calcula el factor de seguridad de la siguiente manera:

$$F. S. = \frac{\sigma_{falla}^{38}}{\sigma_p}$$

Donde:

F.S.: factor de seguridad

$\sigma_{falla}$ : esfuerzo de falla (Resistencia a la fluencia)

$\sigma_p$ : esfuerzo permisible

Para determinar el factor de seguridad adecuado, se basa en los criterios descritos en el Diseño de elementos de máquinas. Robert L. Mott: para materiales dúctiles, donde:

F.S.: 2.0 a 2.5, elementos de máquinas bajo cargas dinámicas con una confianza promedio en los datos de diseño<sup>39</sup>.

A una velocidad de colisión a 15 km/h el factor de seguridad es el siguiente:

$$F. S. = \frac{650 \text{ Mpa}}{142,99 \text{ Mpa}} = 4,55$$

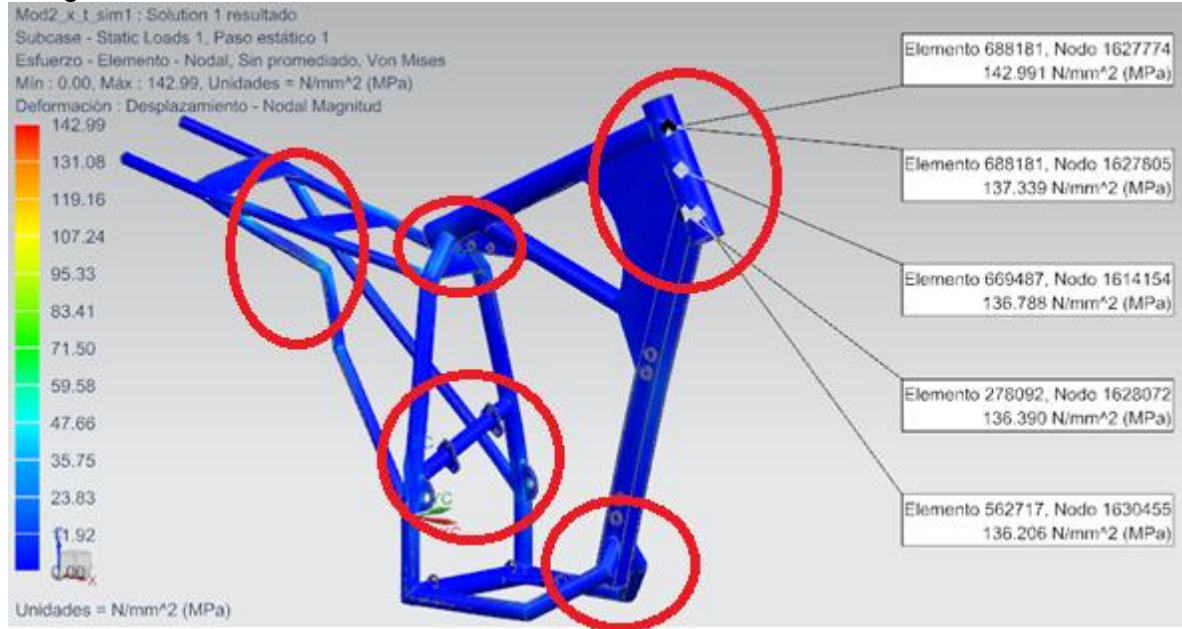
En la imagen 57 se pueden ver las zonas críticas a inspeccionar que han sido establecidas debido a los esfuerzos que se presentan en ellas; cabe aclarar que estos se generan por la conexión existente entre el cabezal de dirección, alojamiento del motor, zona del eje basculante y zona del sub-chasis.

---

<sup>38</sup> MOTT, Robert L. Diseño de elementos de máquinas. Pearson educación. México. 2016. p., 185.

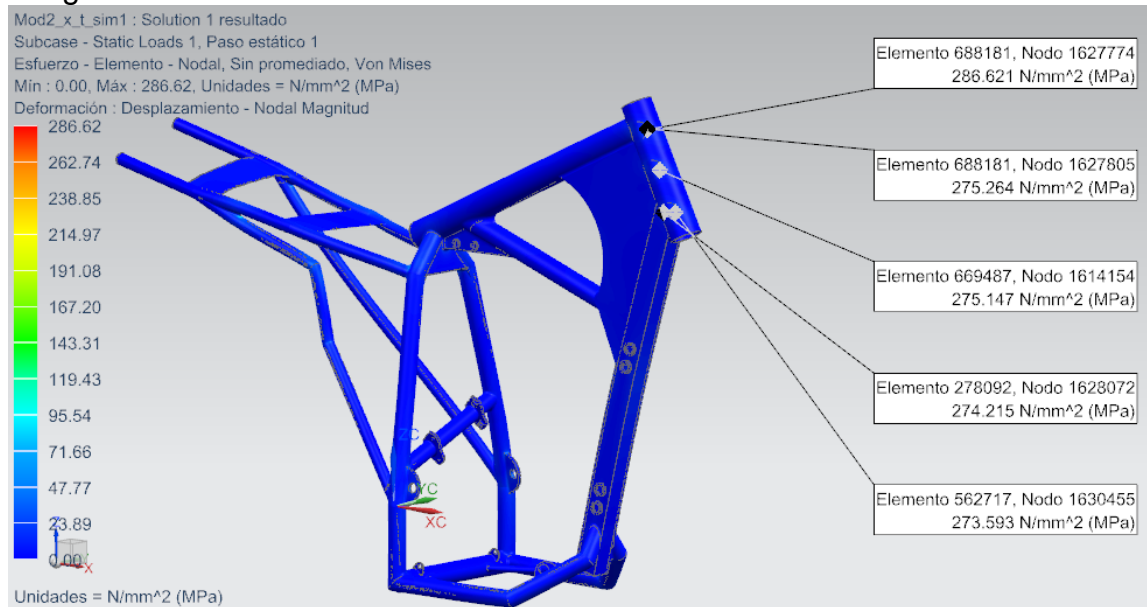
<sup>39</sup> *Ibíd.*, p., 185.

Imagen 57. Zonas críticas



A continuación, se realizan las respectivas simulaciones en las velocidades establecidas:

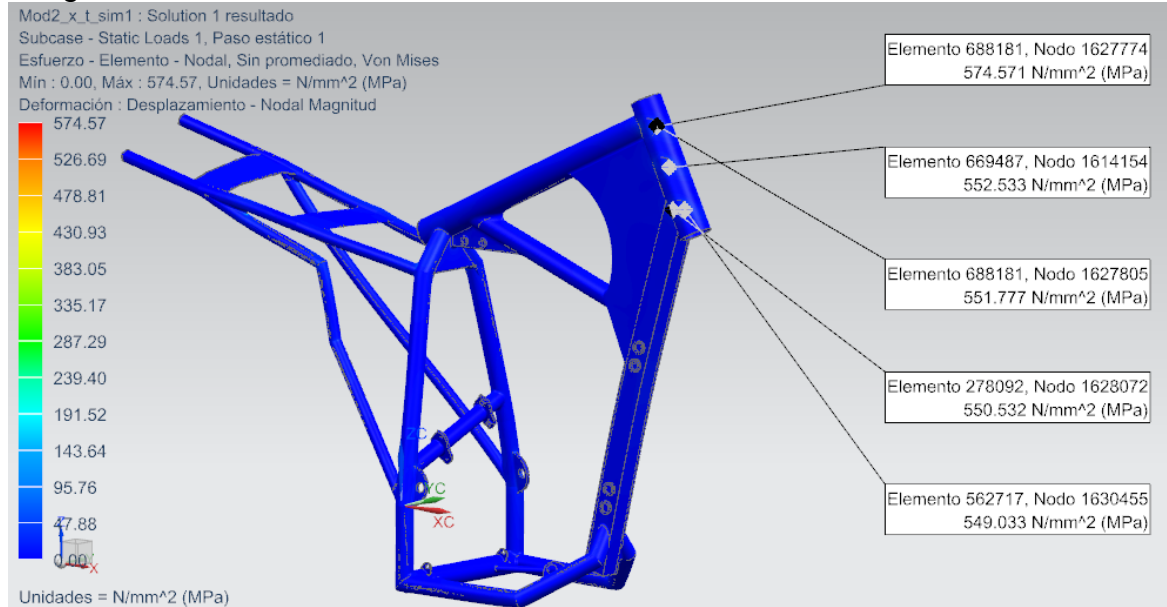
Imagen 58. Colisión a 30 km/h con tamaño de malla de 3 mm



Para la velocidad de colisión a 30 km/h se calcula el factor de seguridad:

$$F. S. = \frac{650 \text{ Mpa}}{286,62 \text{ Mpa}} = 2,27$$

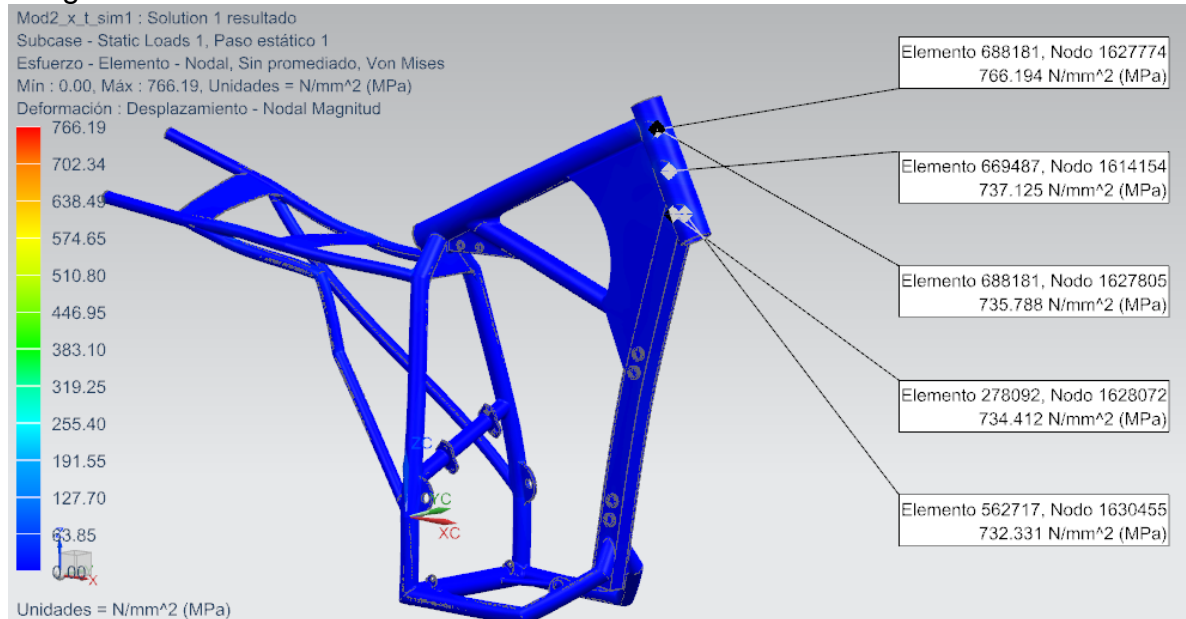
Imagen 59. Colisión a 60 km/h con tamaño de malla de 3 mm



A 60 km/h se calcula el factor de seguridad:

$$F. S. = \frac{650 \text{ Mpa}}{574,57 \text{ Mpa}} = 1,13$$

Imagen 60. Colisión a 80 km/h con tamaño de malla de 3 mm



A 80 km/h se calcula el factor de seguridad:

$$F.S. = \frac{650 \text{ Mpa}}{766,19 \text{ Mpa}} = 0,85$$

Según los resultados de las simulaciones junto con el cálculo del factor de seguridad se determina que para las velocidades de colisión correspondientes a: 15 y 30 km/h los valores de esfuerzo obtenidos no superan el límite de fluencia del material, por tanto no se producen deformaciones permanentes en el chasis. Para 60 km/h no se cumple con el criterio de factor de seguridad, a pesar que el esfuerzo máximo no supera la fluencia del material.

Por otra parte, para 80 km/h los esfuerzos experimentados en el chasis son mayores a la fluencia del material, presentando deformaciones permanentes en la estructura, así pues no se cumple con el criterio de seguridad establecido.

Es importante resaltar que para los diseños de chasis de tipo: cuna interrumpida y doble viga o perimetral, los soportes del motor se deben inspeccionar con rigurosidad, ya que una de las zonas críticas pertenece a la zona del alojamiento del motor.

#### 4.6 ANÁLISIS COMPLEMENTARIO

Para complementar los resultados obtenidos en la simulación se decide hacer un análisis visual de un ensayo experimental de choque. Con este análisis se pretende evidenciar zonas y posibles deformaciones que se van a generar en la motocicleta producto de una colisión. En este tipo de ensayo la motocicleta impacta directamente contra un automóvil, en las siguientes imágenes se puede ver la progresión del impacto.

Imagen 61. Progresión del impacto 1



Fuente: Youcar. Crash test – Ducati Multiestrada vs Audi A3 [en línea]. Agosto, 2014. Disponible en internet: «<https://www.youtube.com/watch?v=JAJgUOx6NKw>»

En la imagen 61 se muestra el momento justo en el que la llanta delantera de la motocicleta hace contacto con el automóvil, en este instante la energía cinética y fuerza de impacto empieza a distribuirse por el conjunto del tren delantero (llanta, rin y horquillas).

Imagen 62. Progresión del impacto 2



Fuente: Youcar. Crash test – Ducati Multiestrada vs Audi A3 [en línea]. Agosto, 2014. Disponible en internet: «<https://www.youtube.com/watch?v=JAJgUOx6NKw>»

En la imagen 62 se observa como el conjunto del tren delantero (llanta, rin y horquillas) siguen la dirección de la magnitud de la fuerza de impacto, es decir,

comienza un desplazamiento hacia atrás, así mismo, las horquillas se comprimen y se deforman disipando energía.

Imagen 63. Progresión del impacto 3.



Fuente: Youcar. Crash test – Ducati Multiestrada vs Audi A3 [en línea]. Agosto, 2014. Disponible en internet: «<https://www.youtube.com/watch?v=JAJgUOx6NKw>»

En la imagen 63 se evidencia como el ángulo de lanzamiento desaparece por completo, de tal manera que el tren de dirección (llanta, rin y horquillas) golpea la parte frontal del chasis y motor, así mismo, el cabezal de dirección empieza a asumir parte de la fuerza de impacto.

De esta secuencia de imágenes se puede concluir que, el chasis puede sufrir una afectación en la parte delantera, ya que el conjunto del tren de dirección es desplazado totalmente hacia atrás, golpeando directamente la estructura, ocasionando así una posible deformación en la zona de alojamiento del motor. Así mismo, el motor al ser golpeado tiende a desplazarse hacia atrás en la dirección de la fuerza, este movimiento puede generar un sobre esfuerzo en los soportes que unen el motor al chasis.

En motocicletas con chasis de cuna interrumpida, en donde el motor hace parte estructural del chasis, se pueden presentar deformaciones en el bloque, ya que este recibiría directamente el golpe del tren de dirección.

Finalmente, el cabezal de dirección al asumir una parte de la energía y fuerza de impacto puede sufrir una deformación permanente en cualquier dirección. En las motocicletas que son refrigeradas por líquido, el radiador y los tubos de escape sufrirán daños por el golpe del tren de dirección. En definitiva, las zonas críticas de

inspección en un chasis son: cabezal de dirección, zona de alojamiento del motor y soportes de unión del motor al chasis.

Es de vital importancia que el chasis sea revisado en una bancada, esto con el fin de validar las cotas geométricas emitidas por el fabricante y evidenciar así una posible deformación.



## 5. BASE DE DATOS TÉCNICOS PARA LA VALORACIÓN DE UNA MOTOCICLETA

Este capítulo condensa toda la información necesaria para evaluar y valorar una motocicleta en condición de siniestro, en él se encuentran una serie de elementos (fichas, tablas, formatos) los cuales permitirán un trabajo más fluido y dinámico al momento de peritar una motocicleta.

### 5.1 FORMATO DE VALORACIÓN DE DAÑOS

En la imagen 64 se observa el formato de valoración de daños que se diseña como base para identificar los elementos afectados en la colisión, así como, las pre-existencias que estén presentes en la motocicleta. En este formato se consigna la evaluación final y se dictamina si las piezas afectadas serán reparadas o sustituidas.

5.1.1 Método para diligenciar el formato. En el cuadro de datos ubicado en la margen superior izquierda, se consigna toda la información referente a la identificación de la motocicleta, marca, línea, cilindraje, modelo, número VIN, placa y color. Así mismo, se dispone de la identificación del serial de siniestro, la aseguradora y el taller dónde se efectúa el procedimiento.

Al costado superior izquierdo se encuentra ubicado la caracterización por el tipo de pintura que posee la motocicleta (perlado, metalizado, mate o plano). En el cuerpo del formato, se encuentra el cuadro de valoración, los datos consignados en las casillas serán los siguientes:

- Descripción: parte o elemento afectado en la colisión. Ejemplo: tanque de combustible.
- Sección: grupo al que pertenece el elemento, piezas exteriores (PM), elementos mecánicos (EM), motor (M) y chasis (C).
- S/R: valoración final, sustitución del elemento (S) o reparación del elemento (R).
- Nivel de daño: referente a la intensidad del daño, leve (L), medio (M) y fuerte (F).
- D/M: operación de montaje o desmontaje del elemento de la motocicleta.
- Pintura: si la pieza necesita ser pintada en su totalidad (C), si la pieza es de color negro (N) o si la pieza necesita un retoque puntual (R).

En la margen inferior izquierda se encuentra el cuadro de observaciones, donde el evaluador de daños ubica las singularidades que haya encontrado en la inspección, ejemplo: material del guardabarros - fibra de carbono.

Finalmente, al costado inferior derecho se encuentra el cuadro de pre existencias, el cual se diligencia con las averías o defectos anteriores al siniestro.



## 5.2 FICHAS TÉCNICAS DE VALORACIÓN

Las fichas de valoración es una herramienta creada con el fin de proporcionar el criterio de reparación o sustitución del elemento. Adicional a esta información, provee datos técnicos del elemento como lo es: material del elemento, tipos de daños que se pueden generar, métodos de inspección, nivel de daños, valoración de daños y métodos de reparación, si aplica.

Los elementos de la motocicleta que están presentes en las fichas técnicas de valoración, son componentes que tienen un grado de reparabilidad alto; cabe resaltar que hay gran cantidad de componentes y elementos los cuales no están dentro de las fichas ya que su reparabilidad es baja, por ejemplo, espejo retrovisor, maniguetas, direccionales, cúpula, entre otros. Los elementos que componen las fichas técnicas de valoración son los siguientes: depósito de combustible, carenados, chasis, botella amortiguadora (horquilla), tijas y columna de dirección, basculante, motor y transmisión, rines y sistema de frenos.

Imagen 65. Ficha técnica depósito de combustible

Tanque de Combustible				
	<b>Material</b>	Acero Inox / Aluminio / PA6 "Poliamida 6"		
	<b>Daños presentes</b>	Abrasión / Abolladuras / Orificios / Rayadura / Soportes de union rotos		
	<b>Métodos de inspección</b>	Inspección Visual		
			Reparación	Sustitución
	<b>Valoración</b>	Intensidad	Leve	Medio
	Nivel			
	Leve			
	Medio			
	Fuerte			

Imagen 65. (Continuación)

VALORACIÓN DE DAÑOS	
<b>Nivel [área]</b>	
Leve	Menor a 5cm x 5cm [250 mm <sup>2</sup> ]
Medio	Entre 5cm x 5cm [250 mm <sup>2</sup> ] y 12cm x 12cm [1.140 mm <sup>2</sup> ]
Fuerte	Entre 12cm x 12cm [1.140 mm <sup>2</sup> ] y 17cm x 17cm [28.900 mm <sup>2</sup> ]
El nivel de daños hace referencia a la superficie afectada.	
La intensidad refiere directamente al tipo de daño producido.	
<b>Intensidad</b>	
Leve	Sin pérdida de material, leve deformación de la superficie y poca abrasión.
Medio	Sin pérdida de material, sobreestiramiento del material y plegado de lámina. Abrasión y rayadura.
Fuerte	Perdida de material, sobreestiramiento, abrasión excesiva, abolladuras, orificios, soportes de union rotos.

### Uso de la matriz de valoración

Para la definir el criterio de reparación o sustitución utilizando la matriz de valoración debe seguir los siguientes pasos:


- 1) Verifique e identifique la superficie afectada y seleccione el nivel de daño (leve, medio, fuerte).
- 2) Ubique en la columna vertical el nivel de daño.
- 3) Identifique la intensidad del daño sobre la pieza a inspeccionar.
- 4) Ubique sobre la fila horizontal la intensidad del daño (leve, medio, fuerte).
- 5) Cruce los datos de nivel e intensidad seleccionados en la matriz.
- 6) Ubique la casilla y según el color identifique si la valoración es sustitución o
- 7) La accesibilidad para la conformación del tanque puede aumentar el criterio

**EN CASO DE DUDA AL MOMENTO DE LA VALORACIÓN DAR PRELACIÓN A LA INTENSIDAD DEL DAÑO.**

Imagen 65. (Continuación)

METODOS DE REPARACIÓN		
<p>Antes de realizar cualquier reparación en los tanques de combustible es importante realizar un proceso de desgasificación como: Desgasificación por llama, mediante solución desengrasante, con arena, con gases de combustión, lavado con vapor.</p>		
Material	Acero	<p><b>TAZ Y MARTILLO:</b> Se realiza una apertura en la parte inferior del tanque con el fin de conformar la pieza nuevamente. Se introduce un tas y con un martillo se moldea nuevamente el material.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Retire la pintura de la zona donde se realizará el corte y posteriormente realice el corte.</li> <li>2) Con el uso de un tas y un martillo conforme la superficie afectada.</li> <li>3) Limpie el deposito con aire a presión y posteriormente suelde la ventana con el mismo trozo cortado anteriormente.</li> <li>4) Relleno con estaño y parafina la superficie conformada para dar un acabado superficial optimo.</li> </ol>
		<p><b>MARTILLO DE INERCIA:</b> Sobre la superficie afectada se sueldan una serie de espárragos, estos elementos servirán de soporte para el martillo de inercia, el cual conformara nuevamente la superficie dañada.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Retire la pintura de la zona donde se realizará el proceso.</li> <li>2) Suelde una serie de espárragos en la superficie afectada.</li> <li>3) Con un martillo de inercia conforme nuevamente la superficie.</li> <li>4) Retire los espárragos.</li> <li>5) Relleno con estaño y parafina la superficie conformada para dar un acabado superficial optimo.</li> </ol>
	Aluminio	<p>Para la reparación en tanques de aluminio se necesitan elementos especiales como: Martillos y tases de madera, goma, nylon, aluminio y teflón. Esto con el fin de no dejar marcas ni producir esfuerzos adicionales en el aluminio.</p> <p>Es necesario calentar la pieza (atemperar [entre 150°C y 160°C]) para eliminar tensiones internas y aumentar la ductilidad del material en el proceso de conformación.</p> <p><b>TAZ Y MARTILLO:</b> Se realiza una apertura en la parte inferior del tanque con el fin de conformar la pieza nuevamente. Se introduce un tas y con un martillo se moldea nuevamente el material.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Retire la pintura de la zona donde se realizará el corte y posteriormente realice el corte.</li> <li>2) Con el uso de un tas y un martillo conforme la superficie afectada.</li> <li>3) Limpie el deposito con aire a presión y posteriormente suelde la ventana con el mismo trozo cortado anteriormente.</li> <li>4) Relleno con masilla la superficie conformada para dar un acabado superficial optimo.</li> </ol>
		<p><b>MARTILLO DE INERCIA:</b> Sobre la superficie afectada se sueldan una serie de espárragos, estos elementos servirán de soporte para el martillo de inercia, el cual conformara nuevamente la superficie dañada por tracción.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Retire la pintura de la zona donde se realizará el proceso.</li> <li>2) Suelde una serie de espárragos en la superficie afectada.</li> <li>3) Con un martillo de inercia conforme nuevamente la superficie.</li> <li>4) Retire los espárragos.</li> <li>5) Relleno con masilla la superficie conformada para dar un acabado superficial optimo.</li> </ol>

Imagen 66. Ficha técnica carenados

Carenados (frontales, laterales, traseros)					
	<b>Material</b>	ABS / PP / Materiales compuestos			
	<b>Daños presentes</b>	Fisuras / abrasión / Fractura de fijaciones			
	<b>Métodos de inspección</b>	Inspección Visual			
	<b>Valoración</b>			Reparación	Sustitución
			Intensidad		
		Leve	Medio	Fuerte	
		Fuerte			
<p><b>Nota:</b> En caso de que la pieza tenga plástica tenga pérdida de material, el criterio cambia automáticamente por una sustitución del elemento.</p>					

VALORACIÓN DE DAÑOS	
<b>Nivel</b>	<b>Intensidad</b>
<b>Leve</b> Deformación	<b>Leve</b> Sin pérdida de material sobre la superficie, leve deformación sobre la misma o abrasión.
<b>Medio</b> Fisuras sin pérdida de material	<b>Medio</b> Fisuras en donde extensión no abarque mas del 25% de la longitud de la pieza, y que no exista pérdida de material sobre la superficie.
<b>Fuerte</b> Reconstrucciones	<b>Fuerte</b> *Pérdida de material o abrasion excesiva. *Reconstrucción de fijaciones con pérdida de material. *Fisuras con mas del 25% de la longitud de la pieza
<p>El nivel de daños hace referencia a la superficie afectada.</p> <p>La intensidad refiere directamente al tipo de daño producido.</p>	

Imagen 66. (Continuación)

<b>Uso de la matriz de valoración</b>	
<p>Para la definir el criterio de reparación o sustitución utilizando la matriz de valoración debe seguir los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Verifique e identifique la superficie afectada y seleccione el nivel de daño (leve, medio, fuerte).</li> <li>2) Ubique en la columna vertical el nivel de daño.</li> <li>3) Identifique la intensidad del daño sobre la pieza a inspeccionar.</li> <li>4) Ubique sobre la fila horizontal la intensidad del daño (leve, medio, fuerte).</li> <li>5) Cruce los datos de nivel e intensidad seleccionados en la matriz.</li> <li>6) Ubique la casilla y según el color identifique si la valoración es sustitución o</li> </ol>	
<p><b>EN CASO DE DUDA AL MOMENTO DE LA VALORACIÓN DAR PRELACIÓN A LA INTENSIDAD DEL DAÑO.</b></p>	

<b>MÉTODOS DE REPARACIÓN</b>		
Material	ABS (Acrolitrino, Butadieno, Estireno)	<p style="background-color: #d9ead3; padding: 2px;"><b>Reparación de una fijación rota, uniendo y reforzando con soldadura química (Acetona)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) De un trozo de ABS de desecho, y haciendo uso de una rasqueta, se obtienen una serie</li> <li>2) En un recipiente apropiado que no sea atacado por acetona, se vierte una cantidad de producto acorde a la cantidad que se requiere para la reparación. Se recomienda que el material del recipiente sea de polipropileno o polietileno para que no sea atacado por la</li> <li>3) Añada las raspaduras del ABS con la acetona y con una varilla diluya los dos elementos hasta que se obtenga una argamasa uniforme sin presencia de restos sólidos. Dependiendo del porcentaje de raspaduras y acetona se obtiene una argamasa con mayor</li> <li>4) Haciendo uso de un dosificador se vierten unas gotas de acetona sobre la zona de la rotura, dejando un tiempo para que el químico actúe.</li> <li>5) Se coloca la fijación rota sobre la pieza a reparar y se presiona firmemente para</li> <li>6) Con la ayuda de la varilla metálica se aplica argamasa por todo el contorno de la rotura,</li> </ol>
	PP (Polipropileno)	<p style="background-color: #d9ead3; padding: 2px;"><b>Soldadura con material de aporte, inserción de malla metálica y aplicación de cordones.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Para eliminar tensiones en la zona afectada, se aplica calor por toda la zona, este</li> <li>2) Se realiza una limpieza exhaustiva, con papel se retira los restos de grasa sobre la zona</li> <li>3) Con una broca de 2 o 3 mm realice un agujero en el inicio y en final de la fisura esto con el fin de limitar la fisura y eliminar tensiones.</li> <li>4) Realice un bisel para facilitar la penetración del material de aporte.</li> <li>5) Manteniendo la pistola de aire caliente a 300°C, se procede a realizar la soldadura. La boquilla del soplete se desplaza de forma pendular, entre la pieza y la barra del material de aporte.</li> <li>6) Pula la superficie soldada con el fin de eliminar material de aporte sobrante y mejor el acabado para el posterior proceso de pintura.</li> <li>7) Por el lado en el que la pieza no queda expuesta visualmente, se aplica de calor difundida y cuando el plástico se encuentre maleable se inserta un trozo de malla metálica para generar refuerzo en la pieza.</li> <li>8) Con un disco abrasivo , se desbasta el cordón de soldadura eliminando el material sobrante y conformando la pieza dando estética.</li> </ol>

Imagen 67. Ficha técnica botella amortiguador (horquilla)

Botella Amortiguador (Horquilla)											
	<table border="1"> <tr> <td><b>Material</b></td> <td>Acero / Aleaciones de Aluminio</td> </tr> <tr> <td><b>Daños presentes</b></td> <td>Fisura / Flexión / Torsión/ Abolladura</td> </tr> <tr> <td><b>Métodos de inspección</b></td> <td>*Inspección visual del cuerpo valvular *Inspección de planitud en el barra "embolo"</td> </tr> <tr> <td><b>Identificación de daños</b></td> <td> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar visualmente el cuerpo valvular en búsqueda de fisuras.</li> <li>2. Inspeccionar la barra "embolo" en búsqueda de rayas o flexiones.</li> <li>3. Inspeccionar leves fugas de aceite por el retenedor.</li> <li>4. Verificar el estado de las fijaciones del elemento del amortiguador.</li> </ol> </td> </tr> <tr> <td><b>Valoración</b></td> <td>Si se evidencia alguna clase de flexion, deformacion o fisura sobre el cuerpo hidraulico o la barra, sustituir el elemento</td> </tr> </table>	<b>Material</b>	Acero / Aleaciones de Aluminio	<b>Daños presentes</b>	Fisura / Flexión / Torsión/ Abolladura	<b>Métodos de inspección</b>	*Inspección visual del cuerpo valvular *Inspección de planitud en el barra "embolo"	<b>Identificación de daños</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar visualmente el cuerpo valvular en búsqueda de fisuras.</li> <li>2. Inspeccionar la barra "embolo" en búsqueda de rayas o flexiones.</li> <li>3. Inspeccionar leves fugas de aceite por el retenedor.</li> <li>4. Verificar el estado de las fijaciones del elemento del amortiguador.</li> </ol>	<b>Valoración</b>	Si se evidencia alguna clase de flexion, deformacion o fisura sobre el cuerpo hidraulico o la barra, sustituir el elemento
	<b>Material</b>	Acero / Aleaciones de Aluminio									
	<b>Daños presentes</b>	Fisura / Flexión / Torsión/ Abolladura									
	<b>Métodos de inspección</b>	*Inspección visual del cuerpo valvular *Inspección de planitud en el barra "embolo"									
	<b>Identificación de daños</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar visualmente el cuerpo valvular en búsqueda de fisuras.</li> <li>2. Inspeccionar la barra "embolo" en búsqueda de rayas o flexiones.</li> <li>3. Inspeccionar leves fugas de aceite por el retenedor.</li> <li>4. Verificar el estado de las fijaciones del elemento del amortiguador.</li> </ol>									
<b>Valoración</b>	Si se evidencia alguna clase de flexion, deformacion o fisura sobre el cuerpo hidraulico o la barra, sustituir el elemento										

IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento</th> <th>Daño</th> <th>Método</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Barra</td> <td>Flexión</td> <td>Colocando la barra sobre el mármol, verificar si existen desviaciones.</td> </tr> <tr> <td>Excentricidad</td> <td>Montando la barra sobre los bloques en V, y con el comparador de carátulas. Verificar la excentricidad del elemento que con una tolerancia de 0.00 mm y 0.08 mm.</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Cuerpo Hidráulico</td> <td>Fractura</td> <td>Verificar que no existan fisuras o filtraciones en el contorno del cuerpo hidráulico.</td> </tr> <tr> <td>Abolladura</td> <td>Inspeccionar la presencia de golpes o abolladuras en el contorno de la pieza.</td> </tr> </tbody> </table>	Elemento	Daño	Método	Barra	Flexión	Colocando la barra sobre el mármol, verificar si existen desviaciones.	Excentricidad	Montando la barra sobre los bloques en V, y con el comparador de carátulas. Verificar la excentricidad del elemento que con una tolerancia de 0.00 mm y 0.08 mm.	Cuerpo Hidráulico	Fractura	Verificar que no existan fisuras o filtraciones en el contorno del cuerpo hidráulico.	Abolladura	Inspeccionar la presencia de golpes o abolladuras en el contorno de la pieza.		
	Elemento	Daño	Método													
	Barra	Flexión	Colocando la barra sobre el mármol, verificar si existen desviaciones.													
		Excentricidad	Montando la barra sobre los bloques en V, y con el comparador de carátulas. Verificar la excentricidad del elemento que con una tolerancia de 0.00 mm y 0.08 mm.													
Cuerpo Hidráulico	Fractura	Verificar que no existan fisuras o filtraciones en el contorno del cuerpo hidráulico.														
	Abolladura	Inspeccionar la presencia de golpes o abolladuras en el contorno de la pieza.														

METODOS DE REPARACIÓN
<p>La presencia de alguno de los daños mencionados es causal para realizar una sustitución inmediata de la pieza, siendo que los elementos de suspensión por ser piezas que hace parte de los sistemas de seguridad activa del vehículo, por ningún motivo pueden ser reparadas o manipuladas.</p>



Imagen 68. Ficha técnica tijas y columna de dirección

Tijas (superior o inferior) y Columna de dirección									
	<table border="1"> <tr> <td><b>Material</b></td> <td>Acero / Aluminio / Fundición</td> </tr> <tr> <td><b>Daños presentes</b></td> <td>Fisura / Deformación / Flexión</td> </tr> <tr> <td><b>Métodos de inspección</b></td> <td>Inspección visual de planitud, simetría y perpendicularidad en la tija inferior, flexión en la columna de dirección</td> </tr> <tr> <td><b>Identificación de Daños</b></td> <td> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar visualmente la superficie del elemento en búsqueda de fisuras.</li> <li>2. Inspeccionar la simetría de la pieza.</li> <li>3. Comprobar la perpendicularidad del vástago de la tija inferior</li> </ol> </td> </tr> </table>	<b>Material</b>	Acero / Aluminio / Fundición	<b>Daños presentes</b>	Fisura / Deformación / Flexión	<b>Métodos de inspección</b>	Inspección visual de planitud, simetría y perpendicularidad en la tija inferior, flexión en la columna de dirección	<b>Identificación de Daños</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar visualmente la superficie del elemento en búsqueda de fisuras.</li> <li>2. Inspeccionar la simetría de la pieza.</li> <li>3. Comprobar la perpendicularidad del vástago de la tija inferior</li> </ol>
	<b>Material</b>	Acero / Aluminio / Fundición							
	<b>Daños presentes</b>	Fisura / Deformación / Flexión							
	<b>Métodos de inspección</b>	Inspección visual de planitud, simetría y perpendicularidad en la tija inferior, flexión en la columna de dirección							
<b>Identificación de Daños</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar visualmente la superficie del elemento en búsqueda de fisuras.</li> <li>2. Inspeccionar la simetría de la pieza.</li> <li>3. Comprobar la perpendicularidad del vástago de la tija inferior</li> </ol>								

#### METODOS DE REPARACIÓN

La presencia de alguno de los daños mencionados es causal para realizar una sustitución inmediata de la pieza, siendo que este elemento hace parte de los sistemas de seguridad activa de la motocicleta, por ningún motivo pueden ser reparadas o manipuladas.

Imagen 68. (Continuación).

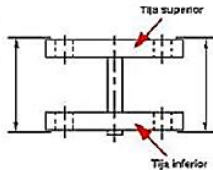
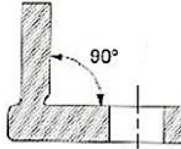
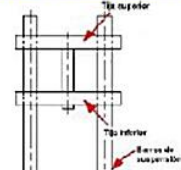
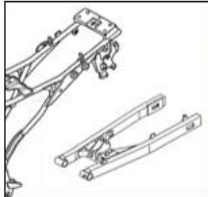

IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS		
Elemento	Daño	Método
Tija Superior	Deformación	<p>1. Si las superficies de la tija son mecanizadas ubique el elemento sobre un mármol, luego, verifique la planitud y simetría de los ejes; es decir, comprobar que no exista ninguna desviación y des alineamiento con los agujeros de la tija inferior.</p> <p>2. Cuando las tijas no son mecanizadas o tienen superficies irregulares no es posible realizar su verificación mediante el mármol. Para su verificación se realiza el siguiente procedimiento:</p> <p>A. Acople las tijas al cabezal del dirección y verifique su apriete.</p> <p>B. Realice una medición desde la superficie inferior de la tija inferior hasta la superficie superior de la tija superior, tal como se muestra en la figura.</p>  <p>C. Si las mediciones no son iguales esto indica que la tija superior esta deformada.</p> <p><b>Para realizar este procedimiento se necesita que la tija inferior este en optimas condiciones.</b></p>
		<p>1. Si la superficie de la tija es mecanizada verifique la planitud y simetría tal cual como se realiza con la tija superior.</p> <p>2. Cuando en la tija inferior sobresalga el tornillo de acople no se realizar la verificación con el mármol.</p>
Tija Inferior	Perpendicularidad con el vástago	<p>3. Con una escuadra o goniómetro* verifique la perpendicularidad del vástago con respecto al cuerpo de la tija tal cual como se muestra en la figura.</p>  <p>*Goniómetro: Instrumento de medición que se utiliza para medir ángulos similar a un transportador</p>
Conjunto de tijas	Simetría de los ejes	<p>Con las tijas montadas sobre el cabezal inserte las barras de suspensión y verifique su acople, si se evidencia irregularidades en los acoples de las barras esto significa que la tija superior esta deformada.</p> <p><b>Para realizar este procedimiento se necesita que la tija inferior este en optimas condiciones.</b></p> 
	Fisuras	Inspeccione visualmente si hay evidencia de fisuras.

Imagen 69. Ficha técnica basculante

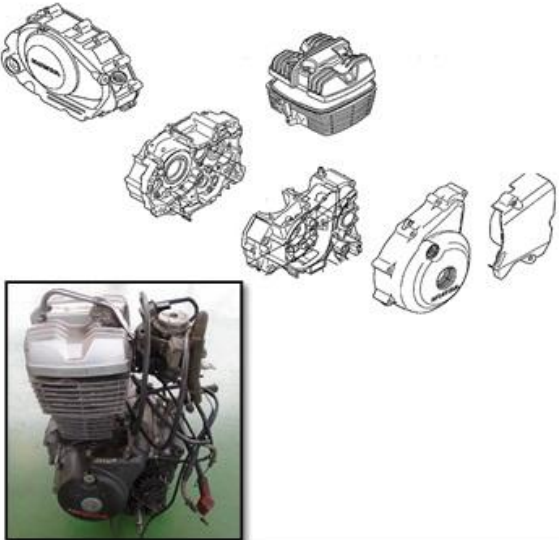
Basculante	
 	<b>Material</b> Fundición gris/ Acero / Aleación de Aluminio
	<b>Daños presentes</b> Deformaciones / Fisuras
	<b>Métodos de inspección</b> Inspección visual / planitud de la pieza y de los puntos de apoyo
	<b>Identificación de daños</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar visualmente la superficie del elemento en búsqueda de fisuras.</li> <li>2. Inspeccionar la simetría de la pieza.</li> <li>3. Comprobar la existencia de flexiones y torsiones sobre la pieza.</li> <li>4. Verificar los puntos de apoyo del basculante y el (los) amortiguadores.</li> </ol>

CARACTERIZACIÓN		
<b>Tipo de Basculante</b>	<b>Doble Brazo</b>	<b>Monobrazo</b>
<b>Descripción</b>	<p>Los basculantes Doble brazos son estructuras diseñadas con secciones cuadradas rectangulares, hexagonales o circulares de acuerdo al tipo de configuración de la moto; además, está diseñado en varios tipos de materiales como: Aleaciones de acero, Aleaciones de aluminio, Fundición gris.</p> <p>Este tipo de basculante es comúnmente adoptado por varios tipos de motocicletas desde las turismo de calle hasta las deportivas, y de acuerdo a la disposición de los amortiguadores, pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Basculante Básico (Dos amortiguadores)</li> <li>*Basculante Monoamortiguador (Un solo amortiguador)</li> </ul>	<p>Las suspensiones con basculante Monobrazo fueron empleadas en sus inicios en motos tipo Scooter y Cido motores; sin embargo, evolucionaron estos diseños con formas diferentes para reducir el peso y poder utilizarlas en motos de competición, aunque hoy en día estas son usadas en motos de uso deportivo y de calle.</p> <p>De acuerdo al tipo de moto, aplicación y fabricante, los monobrazos se clasifican en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Monobrazo rígido</li> <li>* Monobrazo articulado (Paralever)</li> </ul> <p>En estos dos diseños es usada las transmisiones de cadena y cardán.</p>
<b>Figura</b>	 	 
<b>Identificación de daños</b>	<p>Los ejes basculantes sin importar el tipo de diseño, están sometidos a diferentes cargas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Esfuerzos a torsión cuando se toma una curva</li> <li>*Flexión estática: por el peso del conductor y acompañante.</li> <li>*Flexión dinámica: Debido a los movimientos de aceleración, deformaciones y baches en el suelo.</li> </ul> <p>Por esta razón es que se pueden presentar daños como:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Torsión en el eje de pivotamiento del basculante.</li> <li>2. Flexión vertical de los brazos.</li> <li>3. Fisuras en el material.</li> <li>4. Daños en las fijaciones de los amortiguadores o resortes helicoidales.</li> </ol> <p>Las comprobaciones que se pueden hacer a estos elementos es verificar de forma visual si existen fisuras, y con la ayuda de un mármol verificar si existen deformaciones.</p>	

**MÉTODOS DE REPARACIÓN**

La presencia de alguno de los daños mencionados es causal para realizar una sustitución inmediata de la pieza, siendo que los elementos de suspensión por ser piezas que hace parte de los sistemas de seguridad activa del vehículo, por ningún motivo pueden ser reparadas o manipuladas.

Imagen 70. Ficha técnica motor

Motor y transmisión	
	<b>Material</b> Aleaciones de Aluminio
	<b>Daños presentes</b> En la inspección se valoran los elementos que están expuestos en una colisión como: *Fracturas, abrasión de cubiertas laterales *Fracturas, abrasión de Carter de aceite *Abrasión flexión de elementos de caja
	<b>Métodos de inspección</b> Inspección Visual
	<b>Identificación de daños</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar posibles fisuras en la superficie de las cubiertas laterales del motor.</li> <li>2. Inspeccionar desviaciones del eje de selección de cambios de la caja.</li> <li>3. Inspeccionar posibles choques térmicos si hubo pérdida de fluido refrigerante.</li> <li>4. Inspección de las fijaciones del motor con el chasis.</li> </ol>






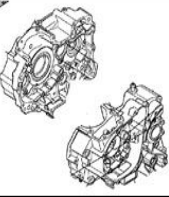





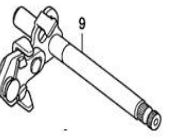
VALORACIÓN DE DAÑOS		METODOS DE REPARACIÓN	
 <p>Verificar visualmente rupturas de las aletas de disipación de calor que hacen parte de la culata (cabeza de fuerza).</p>		<p>Identificar si el daño puede afectar la disipación de calor por el motor; si la pieza tiene ruptura en varias de sus aletas, lo ideal es sustituir la pieza.</p> <p>Este tipo de piezas es comercializada por independiente.</p>	
 <p>Verificar visualmente si hay rotura o deformaciones de los soportes y montantes del conjunto motor al chasis.</p>		<p>Los puntos de fijación del motor se ubican en las carcasas del motor, tener en cuenta que las fijaciones del conjunto motor son para ser ancladas al chasis.</p> <p>Este tipo de piezas son comercializadas por independiente, recuerde que sobre una de estas carcasas se encuentra regabado el número del motor.</p>	
 <p>Compruebe visualmente si las cubiertas (tapas) laterales del conjunto motor y transmisión están deformadas o con rayaduras.</p>		<p>Verificar que no existan fisuras por donde puedan presentarse fugas de aceite.</p> <p>Este tipo de piezas pueden comercializarse por independiente y en algunos modelos no se hace necesario el desarme del motor.</p>	
 <p>Verifique si existen desviaciones o flexiones del eje selector de cambios, al momento de la caída pudo sufrir deformaciones que afectan el pedal selector de marchas.</p>		<p>Si el impacto de la moto fue lateral, verificar el embolo del selector de cambios que no tenga flexiones.</p> <p>Esta pieza se comercializa por independiente, pero para realizar la sustitución en algunos modelos se debe realizar el desarmado del motor.</p>	

Imagen 71. Ficha técnica rines

Rines		
	<b>Material</b>	Fundición / Aleaciones de aluminio
	<b>Daños presentes</b>	Alabeo / Deformaciones / Fisuras
	<b>Métodos de inspección</b>	*Inspección Visual *Inspección con comparador de caratulas
	<b>Identificación de daños</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccionar visualmente el contorno y superficie del rin.</li> <li>2. Con un comparador de caratulas verificar si el rin posee alabeo o alguna clase de deformación en su periferia.</li> <li>3. Verificar la presencia de alabeo sobreponiendo el rin sobre un mármol.</li> </ol>
IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS		
Elemento	Daño	Método
<b>Rin</b>	<b>Alabeo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspeccione visualmente la superficie y contorno del rin en busca de deformaciones y señales de desviaciones.</li> <li>2. Posicione un comparador de caratulas sobre el borde del perimetro del rin, y verifique la excentricidad axial y radial.</li> </ol>
		
		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Sobreponga el rin sobre el mármol para verificar que no exista alabeo.</li> </ol>
	<b>Deformaciones</b>	Visualmente inspeccione el contorno del rin en búsqueda de deformaciones sobre los bordes o pestañas del rin.
	<b>Fisuras</b>	Inspeccione la superficie del rin en busca de fisuras, si hay un resalto en la pintura de la pieza es señal de una posible existencia de una fisura.

### Imagen 71. (Continuación)

MÉTODOS DE REPARACIÓN		
Si el resultado de las pruebas realizadas la excentricidad radial o axial supera las tolerancias admisibles, es una causal para sustituir el elemento. Debido a que la pieza está sometida a movimientos rotacionales, se puede presentar un desbalanceo provocando vibraciones generando inestabilidad dinámica en la motocicleta, que afecta la seguridad de la misma.		
TOLERANCIAS MÁXIMAS PERMITIDAS EN EL RIN		
Marca	Excentricidad Axial Limite (mm)	Excentricidad Radial Limite (mm)
Yamaha FZ-1	0,5	1
Kawasaki ZX-10R	1	1
BMW	0,5	0,5
Yamaha XT-660	2	2
Yamaha YZF-R6	0,5	1
Yamaha XV 535	2	1
Las tolerancias expresadas en la tabla son una referencia para realizar la prueba en motos diferentes a las que se indican, se recomienda verificar las tolerancias expresadas por el fabricante.		

### Imagen 72. Ficha técnica sistema de frenos


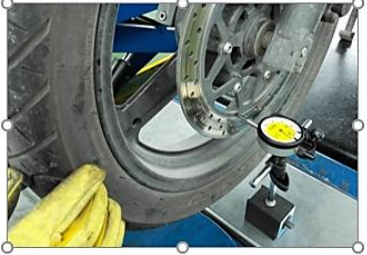
Sistema de frenos									
	<table border="1"> <tr> <td><b>Material</b></td> <td>Fundición gris nodular de grafito laminar</td> </tr> <tr> <td><b>Daños presentes</b></td> <td>Alabeo en el disco / Fugas en el caliper (Mordaza) / Rotura de mangueras / Deformaciones en la manigueta</td> </tr> <tr> <td><b>Métodos de inspección</b></td> <td>1. Inspección visual 2. Inspección de fugas de liquido de frenos 3. Inspección de planitud del disco</td> </tr> <tr> <td><b>Identificación de daños</b></td> <td>1. Inspeccionar visualmente la manigueta en busca de deformaciones. 2. Inspeccionar las mangueras, el caliper y el deposito en búsqueda de fugas del liquido de frenos. 3. Verificar la planitud y espesor del disco de frenos.</td> </tr> </table>	<b>Material</b>	Fundición gris nodular de grafito laminar	<b>Daños presentes</b>	Alabeo en el disco / Fugas en el caliper (Mordaza) / Rotura de mangueras / Deformaciones en la manigueta	<b>Métodos de inspección</b>	1. Inspección visual 2. Inspección de fugas de liquido de frenos 3. Inspección de planitud del disco	<b>Identificación de daños</b>	1. Inspeccionar visualmente la manigueta en busca de deformaciones. 2. Inspeccionar las mangueras, el caliper y el deposito en búsqueda de fugas del liquido de frenos. 3. Verificar la planitud y espesor del disco de frenos.
	<b>Material</b>	Fundición gris nodular de grafito laminar							
	<b>Daños presentes</b>	Alabeo en el disco / Fugas en el caliper (Mordaza) / Rotura de mangueras / Deformaciones en la manigueta							
	<b>Métodos de inspección</b>	1. Inspección visual 2. Inspección de fugas de liquido de frenos 3. Inspección de planitud del disco							
<b>Identificación de daños</b>	1. Inspeccionar visualmente la manigueta en busca de deformaciones. 2. Inspeccionar las mangueras, el caliper y el deposito en búsqueda de fugas del liquido de frenos. 3. Verificar la planitud y espesor del disco de frenos.								

Imagen 72. (Continuación)

IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS		
Elemento	Daño	Método
Manigueta	Deformación	Verifique visualmente el estado físico del componente en búsqueda de deformaciones o signos de abrasión en la manigueta.
	Abrasión	
	Fractura	
Deposito de liquido de frenos	Fuga	Inspeccione visualmente el cuerpo del deposito de liquido de frenos, mangueras y caliper en búsqueda de fugas de fluido.
Mangueras		
Caliper	Alabeo	Posicione un comparador de caratulas sobre la superficie del disco y verifique que no exista alabeo. 
Disco de Freno		

### MÉTODOS DE REPARACIÓN

1. Cuando se evidencie fugas en las mangueras, deposito o caliper sustituya la pieza y realice proceso de purga del sistema hidráulico.
2. Si hay deformación o signos de abrasión en la manigueta sustituya la pieza.
3. Si en las pruebas realizadas el alabeo supera las tolerancias admisibles es causal para la sustitución del elemento, ya que esta pieza hace parte de la seguridad activa de la motocicleta, adicionalmente, genera un frenado no optimo y un desgaste irregular en las pastillas de frenos.
4. Si existe presencia de fisuras en el disco, mordaza, depósito del líquido, manigueta; realice la sustitución del elemento afectado. Todos los elementos del sistema de frenos son importantes para la seguridad activa de la motocicleta.

Imagen 72. (Continuación)

ALABEO ADMISIBLE	
Marca	Límite de servicio (mm)
Suzuki (Todos los modelos)	0,3
Kawasaki (Todos los modelos)	0,3
Yamaha FZ-1	0,1
Yamaha XT-660	0,1
Yamaha YZF-R6	0,1
Yamaha XV 535	0,15
Yamaha FZR 600	0,15

Las tolerancias expresadas en la tabla son una referencia para realizar la prueba en motos diferentes a las que se indican, se recomienda verificar las tolerancias expresadas por el fabricante.

Imagen 73. Ficha técnica chasis

Chasis o Bastidor		
	Material	Acero aleado / Aluminio
	Daños presentes	Deformaciones / Roturas / Fisuras
	Métodos de inspección	Inspección Visual / Medición de cotas geométricas en bancada
	Identificación de daños	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Luego de la pre - inspección evaluar si el chasis puede tener una desviación que requiera proceso de enderezado.</li> <li>2. Identificar el tipo de chasis para su posterior medición, con el fin de identificar sus características constructivas.</li> <li>3. Inspeccionar visualmente deformaciones, grietas o desprendimiento de pintura en el contorno de las soldaduras, especialmente en el cabezal de dirección.</li> <li>4. Utilizando el equipo de medición, validar las cotas geométricas de referencia.</li> </ol>



Imagen 73. (Continuación)

COTAS GEOMÉTRICAS PRINCIPALES		
Ítem	Nombre	Punto de medición
A	<b>Distancia entre ejes</b>	Es la distancia que tiene desde el centro del eje de la rueda delantera, hasta el centro del eje de la rueda trasera.
B	<b>Avance</b>	Es la distancia medida en el suelo, entre el punto de contacto de la rueda delantera y el eje de la dirección.
C	<b>Ángulo de lanzamiento</b>	Es el formado por el eje de la dirección con la vertical que pasa por el centro de la rueda delantera.
D	<b>Altura de la columna de dirección</b>	Es la distancia medida verticalmente, entre la parte inferior de la columna de dirección y la proyección horizontal que pasa por el eje basculante.
E	<b>Longitud de la columna de dirección</b>	Es la distancia medida longitudinalmente, entre el centro del eje basculante y la proyección vertical del centro de la parte inferior de la columna de dirección.
F	<b>Ángulo de caída</b>	Es la magnitud que mide el ángulo que forma el eje de la dirección con el plano vertical teórico que contiene dicho eje. Este ángulo debe tener un valor teórico de cero grados (0°), en todas las motocicletas.
<b>Eje de dirección</b>		Es el eje que pasa por el centro de la columna de la dirección y sobre el que gira el tren delantero de la motocicleta.

Imagen 73. (Continuación)

MÉTODOS DE REPARACIÓN	
<p>Para efectuar la reparación de un chasis deformado habrá que disponer de una bancada para motos, este equipo permite verificar las cotas geométricas antes y después de la reparación. El proceso de reparación comienza con la aplicación de fuerzas sobre diferentes puntos en el chasis, las fuerzas correctoras que se emplean en todo proceso de estiraje, pueden producir dos tipos de esfuerzos sobre el chasis.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Esfuerzo a tracción.</li><li>2. Esfuerzo a compresión.</li></ol> <p>Disponiendo el chasis sobre la bancada de estiraje se comienza por ajustar los siguientes ángulos de acuerdo a la afectación que pueda tener:</p> <p>A. Ángulo de avance { <u>TIPO DE DAÑO</u> *Chasis Cerrado *Chasis Abierto</p> <p>B. Ángulo de caída: Se da el paralelismo al cabezal de dirección con un ángulo igual a 0°.</p>	



## 6. CONCLUSIONES

- Debido al estudio del parque automotor de motocicletas en Colombia se establece que el cilindraje de las motos más vendidas se encuentra entre 51 - 250 c.c., por tal motivo se realizó la selección de la motocicleta Honda Tornado XR 250 para realizar el modelado y la simulación en condición de choque.
- Los criterios establecidos (concentricidad, planitud, puntos de unión en los soportes, pérdida de material, fisuras y deformación) permiten evaluar objetivamente si una pieza debe ser reparada o sustituida. Gracias a lo anterior se evita la evaluación subjetiva y se garantiza un dictamen acertado.
- En la elaboración del proyecto, surgió una propuesta de creación de una metodología de inspección y valoración en forma de flujograma, la cual otorgará al evaluador de daños seguir una serie de pasos para analizar la motocicleta siniestrada. Esto permitirá dar un dictamen objetivo sobre la condición física de esta, así mismo, se creó una propuesta de un procedimiento para la pre-inspección realizada de forma visual y con herramientas, que permitirá un diagnóstico sobre la integridad estructural y funcional de la motocicleta.
- Se creó una base de datos con fichas técnicas que condensan información de vital importancia (material, posibles daños y métodos de reparación) que servirán como un medio de consulta. Las fichas creadas corresponden a los elementos que poseen una alta reparabilidad según la investigación realizada y la bibliografía proporcionada por CESVI Colombia S.A.
- Es fundamental que un evaluador de daños conozca los criterios establecidos junto con los procedimientos y las herramientas que se utilizan para realizar una reparación, con el fin de emitir una evaluación objetiva en un siniestro.

## 7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda establecer comunicación con los fabricantes de motocicletas para conocer los criterios que utilizan en el diagnóstico y valoración de una pieza, de esta manera se podrá comparar con los criterios emitidos en este proyecto y generar una retroalimentación técnica.
- Para crear una simulación más aproximada a la realidad es indispensable realizar una prueba experimental de impacto, de manera que se obtengan los datos necesarios para alimentar el software de simulación, de este modo correlacionar los resultados experimentales con los de la simulación computacional.
- Se recomienda estudiar la viabilidad de incluir métodos de ensayo no destructivos como herramienta de diagnóstico para emitir un criterio de aceptación o rechazo de las piezas en estudio.
- Se recomienda que se continúe la investigación mediante proyectos de grado, en donde se implementen simulaciones de cargas dinámicas.

## BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN HONDA MOTOR – MOTORCYCLE DIVISION. Manual de taller XR 250. Diciembre, 2013.

ANDI - ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESARIOS DE COLOMBIA.

ARIAS PAZ, Manuel. Motocicletas. 32 ed. Editoriales Dossat, 2003. ISBN 84-95312-07-7.

CÁCERES, Raúl. Modelo de valoración de daños en motocicletas. Proyecto de investigación. Bogotá D.C. CESVI COLOMBIA S.A. 2008.

CENTRO ZARAGOZA. Despiece de la motocicleta. Septiembre, 2013. no. 57.

CENTRO ZARAGOZA. Tipos de motocicletas. Diciembre, 2001. no. 10.

CESVI MÉXICO. Motocicletas. Octubre, 2003.

CESVIMAP. Inspección de daños en motocicletas y ciclomotores tipo scooter. Marzo, 2003.

CESVIMAP. Reparación chasis de motocicletas. 2005. ISBN 84-9701-148-1.

CESVIMAP. Reparación de carrocerías de automóviles. 2009.

COLOMBIA. MINISTERIO COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO.

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Ley 769 (6, agosto, 2002). Por la cual se crea el Código Nacional de Tránsito y Transporte. Diario Oficial. Bogotá D.C.

FLÓREZ. F.J. Cantidad de movimiento lineal [en línea]. Disponible en internet: «[http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/articles-176165\\_archivo.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/articles-176165_archivo.pdf)»

GARCÍA, Ismael. Diseño y desarrollo de un chasis para de una motocicleta de 250cc para la “II Competición internacional Moto Student”. Trabajo de grado para ingeniero técnico industrial mecánico. Cartagena. Universidad Politécnica de Cartagena. 2013.

GONZÁLEZ, Giovanni. Manual de criterios para el desarrollo de análisis de vehículos. CESVI COLOMBIA S.A.

HIGUERA, Hernán y MORENO, Nicolay. Estudio del parque de motocicletas en Colombia. Proyecto de investigación. Bogotá D.C. CESVI COLOMBIA S.A. 2007. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Bogotá D.C.: El Instituto, 2008.

----- Metrología. Sistema internacional de unidades. NTC 1000. Bogotá D.C.: El Instituto, 2004.

----- Referencias documentales para fuentes de información electrónicas. NTC 4490. Bogotá D.C.: El Instituto, 1998.

----- Referencias bibliográficas. Contenido, forma y estructura. NTC 5613. Bogotá D.C.: El Instituto, 2008.

----- Vehículos de pasajeros. Sistema numérico de identificación. GTC-41. Bogotá D.C.: El Instituto, 1997.

----- Vehículos de carretera. Número de identificación del vehículo (VIN). Contenido y estructura. NTC 1502. Bogotá D.C.: El Instituto, 1996.

KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES. Manual de taller Ninja ZX-10R. Enero, 2008.

MERLANO, Nicolás y PINILLA, Fernando. Baremo para reparación de piezas plásticas. Proyecto de investigación. Bogotá D.C. CESVI COLOMBIA S.A. 2009.

MOTT, Robert L. Diseño de elementos de máquinas. Pearson educación. México. 2016. ISBN 970-26-0812-0.

RCAR. Low speed structural crash test protocol. Julio, 2011.

REVISTA PUBLIMOTOS. Producción y venta de motocicletas en Colombia [en línea]. \_\_Noticias Actualidad. Mayo, 2016. Disponible en internet: «<https://www.publimotos.com/es/index.php/noticias/actualidad/1267-la-produccion-y-venta-de-motocicletas-en-colombia-alcanzo-632-412-unidades-a-diciembre-de-2015>»

YAMAHA MOTOR COMPANY. Manual de taller FZ-1. Diciembre, 2005.

YAMAHA MOTOR COMPANY. Manual de taller FZ-1. Diciembre, 2005.

YAMAHA MOTOR COMPANY. Manual de taller R6-R. Octubre, 2003.

YAMAHA MOTOR COMPANY. Manual de taller XT-660. Diciembre, 2003.

YOUNG, Hugh. y ROGER A. Freedman. Física Universitaria. 12 ed. México. Pearson, 2009. Vol. 1. ISBN 978-607-442-288-7

## **ANEXOS**

ANEXO A  
CARTA MINISTERIO DE TRANSPORTE



20174050021331

Bogotá, Jueves, 26 de Enero de 2017

Señor(a)  
JESUS ANDRES BEJARANO AMORTEGUI  
jesus-9124@hotmail.com  
BOGOTA - D.C.

En atención a su correo nos permitimos comunicarle lo siguiente:

El Decreto 2150 de 1995 "Por el cual se suprimen y reforman regulaciones, procedimientos o trámites innecesarios existentes en la Administración Pública" estipula:

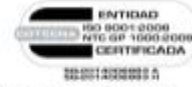
"Artículo 137°.- Homologación automática. Los equipos importados o producidos en el país, destinados al servicio privado de transporte, con excepción de los vehículos de carga de acuerdo a normas técnicas Internacionales de peso, dimensiones, capacidad, comodidad, control gráfico o electrónico de velocidad máxima, de control a la contaminación, facilidades para los discapacitados, entre otras, homologadas por las autoridades de transporte y ambientales del país de origen, no requerirán homologación alguna ante autoridad colombiana.

Las autoridades de comercio exterior y en desarrollo económico solicitarán exhibición de los documentos de homologación o aprobación de los modelos a ensamblar o importar que hayan sido expedidos en los países de origen. El cumplimiento de este requisito es condición necesaria para la aprobación de las importaciones, ensamble o fabricación de los mismos en territorio colombiano.

Parágrafo.- Cuando dichos vehículos sean de diseño y fabricación Nacional, deberán



ANEXO A (continuación)



20174050021331

enviar las características de los modelos para su aprobación por parte de las autoridades de desarrollo económico y ambiental".(negrilla fuera de texto)

Así las cosas como las motocicletas son destinadas al servicio particular o privado de transporte no requieren de homologación por parte del Ministerio de Transporte, por tanto su clasificación es de acuerdo a como se encuentren homologados en el país de origen.

Cordialmente,

LUIS ALFONSO CADENA PALOMINO

Coordinador Grupo de Información y Asesoría

Especializada en materia de Transporte y Tránsito


Ministerio de Transporte

Teléfono 3240800 Ext. 1042

[lcadena@mintransporte.gov.co](mailto:lcadena@mintransporte.gov.co)

Centro Comercial Gran Estación II, Costado Esfera, Avenida La Esperanza,

Bogotá Colombia, Teléfonos: (57+1) 3240800 (57+1) 6001242

 Fundación Universidad de América	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA	Código:
	PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA	Versión 0
	Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres	Julio - 2016


### AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL LUMIERES




Nosotros **Jesús Andrés Bejarano Amórtegui** y **Wilson Camilo Coronado Bobadilla** en calidad de titulares de la obra **Caracterización de los criterios técnicos de valoración para la reparación y sustitución de piezas en motocicletas**, elaborada en el año 2016, autorizamos al **Sistema de Bibliotecas de la Fundación Universidad América** para que incluya una copia, indexe y divulgue en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres, la obra mencionada con el fin de facilitar los procesos de visibilidad e impacto de la misma, conforme a los derechos patrimoniales que nos corresponden y que incluyen: la reproducción, comunicación pública, distribución al público, transformación, en conformidad con la normatividad vigente sobre derechos de autor y derechos conexos (Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, entre otras).

Al respecto como Autores manifestamos conocer que:

- La autorización es de carácter no exclusiva y limitada, esto implica que la licencia tiene una vigencia, que no es perpetua y que el autor puede publicar o difundir su obra en cualquier otro medio, así como llevar a cabo cualquier tipo de acción sobre el documento.
- La autorización tendrá una vigencia de cinco años a partir del momento de la inclusión de la obra en el repositorio, prorrogable indefinidamente por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales del autor y podrá darse por terminada una vez el autor lo manifieste por escrito a la institución, con la salvedad de que la obra es difundida globalmente y cosechada por diferentes buscadores y/o repositorios en Internet, lo que no garantiza que la obra pueda ser retirada de manera inmediata de otros sistemas de información en los que se haya indexado, diferentes al Repositorio Digital Institucional – Lumieres de la Fundación Universidad América.
- La autorización de publicación comprende el formato original de la obra y todos los demás que se requiera, para su publicación en el repositorio. Igualmente, la autorización permite a la institución el cambio de soporte de la obra con fines de preservación (impreso, electrónico, digital, Internet, intranet, o cualquier otro formato conocido o por conocer).
- La autorización es gratuita y se renuncia a recibir cualquier remuneración por los usos de la obra, de acuerdo con la licencia establecida en esta autorización.
- Al firmar esta autorización, se manifiesta que la obra es original y no existe en ella ninguna violación a los derechos de autor de terceros. En caso de que el trabajo haya sido financiado por terceros, el o los autores asumen la responsabilidad del cumplimiento de los acuerdos establecidos sobre los derechos patrimoniales de la obra.
- Frente a cualquier reclamación por terceros, el o los autores serán los responsables. En ningún caso la responsabilidad será asumida por la Fundación Universidad de América.
- Con la autorización, la Universidad puede difundir la obra en índices, buscadores y otros sistemas de información que favorezcan su visibilidad.

Conforme a las condiciones anteriormente expuestas, como autores establecemos las siguientes condiciones de uso de nuestra obra de acuerdo con la **licencia Creative Commons** que se señala a continuación:

 Fundación Universidad de América	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA	Código:
	PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA	Versión 0
	Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres	Julio - 2016

	Atribución - no comercial - sin derivar: permite distribuir, sin fines comerciales, sin obras derivadas, con reconocimiento del autor.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Atribución - no comercial: permite distribuir, crear obras derivadas, sin fines comerciales con reconocimiento del autor.	<input type="checkbox"/>
	Atribución - no comercial - compartir igual: permite distribuir, modificar, crear obras derivadas, sin fines económicos, siempre y cuando las obras derivadas estén licenciadas de la misma forma.	<input type="checkbox"/>

Licencias completas: [http://co.creativecommons.org/?page\\_id=13](http://co.creativecommons.org/?page_id=13)

Siempre y cuando se haga alusión de alguna parte o nota del trabajo, se debe tener en cuenta la correspondiente citación bibliográfica para darle crédito al trabajo y a sus autores.

De igual forma como autores autorizamos la consulta de los medios físicos del presente trabajo de grado así:

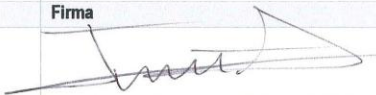
AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca) del CD-ROM y/o Impreso	x	
La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer para efectos de preservación	x	

Información Confidencial: este Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica o secreta o se ha pedido su confidencialidad por parte del tercero, sobre quien se desarrolló la investigación. En caso afirmativo expresamente indicaremos, en carta adjunta, tal situación con el fin de que se respete la restricción de acceso.	SI	NO
		x

Para constancia se firma el presente documento en Bogotá, a los 26 días del mes de julio del año 2017.

#### LOS AUTORES:

##### Autor 1

<b>Nombres</b>	<b>Apellidos</b>
Jesús Andrés	Bejarano Amórtegui
<b>Documento de identificación No</b>	<b>Firma</b>
1014225621 Bogotá	

##### Autor 2

<b>Nombres</b>	<b>Apellidos</b>
Wilson Camilo	Coronado Bobadilla
<b>Documento de identificación No</b>	<b>Firma</b>
1026584906 Bogotá	