

## CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS PARABRISAS DE FABRICACIÓN NACIONAL.

### MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE WINDSCREES OF NATIONAL MANUFACTURING.

Guillermo Gorky Reyes Campaña<sup>1</sup>, José Andrés Castillo Reyes<sup>2</sup>, Alejandro Antonio Estévez Jiménez<sup>3</sup>, Patricio Andrés Montaña Arce<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Internacional del Ecuador - UIDE, Facultad de Ingeniería Automotriz, Av. Jorge Fernández y Simón Bolívar

<sup>1</sup>gureyesca@uide.edu.ec, <sup>2</sup>acastillo@uide.edu.ec, <sup>3</sup>alestevezji@uide.edu.ec, <sup>4</sup>pamontanoar@uide.edu.ec

Revista Energía Mecánica Innovación y Futuro, VII Edición 2018, No. 5 (14)

#### RESUMEN

Debido al papel esencial que el parabrisas desempeña en el vehículo, y las distintas calidades que se comercializan en el Ecuador se analizaron diferentes tipos de parabrisas que se ofertan en el territorio ecuatoriano cumpliendo con la norma INEN 1669. Para esto se realizó ensayos destructivos, para obtener una valoración y validación de dichos parabrisas, y comprobar si cumplen con la normativa, la cual detalla las especificaciones técnicas que tendrá los vidrios de seguridad automotrices. Los ensayos mostraron que en el país se realizan productos de calidad que llegan a cumplir los estándares nacionales e internacionales, los mimos que velan por la seguridad de los ocupantes. A partir de los análisis realizados se determinó que los parabrisas nacionales e importados cumplen la normativa ecuatoriana.

#### Palabras clave:

Normativas, parabrisas, ensayos destructivos.

#### ABSTRACT

*Due to the essential role that the windshield plays in the vehicle, and the different qualities that are commercialized in Ecuador, different types of windshields that are offered in the Ecuadorian territory were analyzed, complying with the INEN 1669 norm. For this, destructive tests were carried out, for obtain a valuation and validation of said windshields, and check if they comply with the regulations, which detail the technical specifications that the automotive safety glasses will have. The tests showed that in the country quality products are made that meet national and international standards, the mimes that ensure the safety of the occupants. Based on the analyzes carried out, it was determined that national and imported windshields comply with Ecuadorian regulations.*

#### Keywords:

Regulations, windscreens, destructive tests.

## 1. INTRODUCCIÓN

En vista a la actual situación del país, las altas tasas arancelarias y las restricciones a las importaciones impuestas de parte del gobierno hacia la industria ecuatoriana, ha dado como resultado el encarecimiento de los productos importados, por tal razón la industria ecuatoriana con el afán de reducir costos se ha visto en la necesidad fabricar algunos elementos y piezas automotrices para cubrir con la demanda que presenta el país, las mismas que se rigen a las normas y estándares nacionales que garantizan la seguridad e integridad del consumidor.

La norma INEN 1669 detalla los requisitos de seguridad para todos los vidrios automotrices que se comercializan dentro del territorio Ecuatoriano, mediante ensayos destructivos se logró comparar y determinar las características mecánicas de los parabrisas, concluyendo que los parabrisas que se comercializan en Ecuador cumplen con las exigencias locales de fabricación y garantizan la seguridad de sus ocupantes [1].

Para esta comparación se eligió tres tipos de modelos de parabrisas en estas incluyó dos muestras locales, y una regional.

Para asegurar el cumplimiento de la norma INEN 1669 se realizó ensayos destructivos, permitiendo así comparar en las diferentes muestras de parabrisas, determinando que los parabrisas que se comercializan en el Ecuador si cumplen con todos los requisitos y normativas internacionales sin excepción alguna.

## 2. MÉTODOS Y MATERIALES

El parabrisas es una pantalla transparente que protege a los ocupantes de un vehículo, es un elemento de suma importancia ya que aporta al automóvil seguridad tanto activa como pasiva. [2] Este elemento aísla el habitáculo del vehículo con el medio ambiente (lluvia, viento, polvo, etc).

Según el reglamento 43 de la Comisión Europea el parabrisas será de fabricación laminada; dicho elemento consta de 3 piezas: dos láminas de cristal de un grosor aproximado de 2,1 mm cada una, y una lámina de PVB, con un grosor aproximado de 0,76mm. [3]. El Polivinil Butiral (PVB) es una película plástica de alta resistencia elástica. En caso de rotura los trozos de vidrio quedan adheridos a la lámina de PVB impidiendo

su desprendimiento y caída, manteniendo el conjunto dentro del marco y sin interrumpir la visión. También, en caso de impacto de personas u objetos, actúa como barrera de protección y retención, evitando su traspaso y caída al vacío [4]. La composición del conjunto del parabrisas va como se observa en la figura 1.

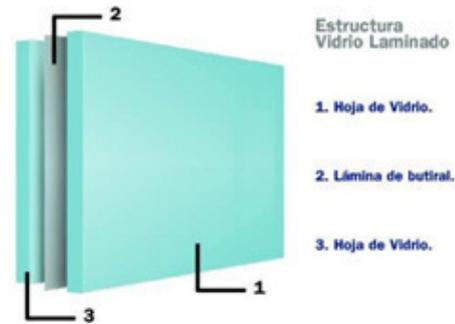


Figura 1: Composición del parabrisas [5]

La presencia de PVB mejora las propiedades acústicas y aporta con protección contra la radiación ultravioleta. [5]

### 2.1 Impacto de Parabrisas

Impacto se refiere a todo choque violento de una cosa en movimiento contra otra, especialmente de un proyectil contra un blanco [6]. Según un estudio realizado por una empresa regional en el 2009 el cristal más susceptible a roturas de todo el vehículo es el parabrisas, como se observa en el siguiente gráfico. [7]

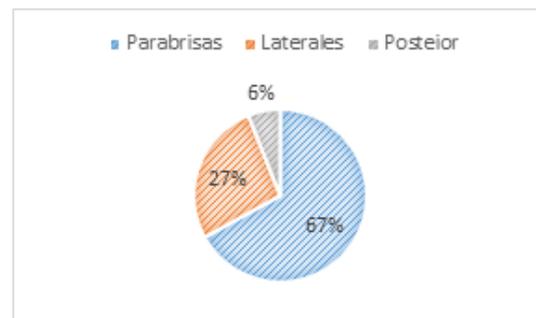


Figura 2: Porcentaje de rotura de cristales [7]

De igual manera un estudio realizado por la misma empresa en el 2004 en Francia, determinaron cuales son las principales causas de roturas en los parabrisas, como se observa en el gráfico a continuación. [7]

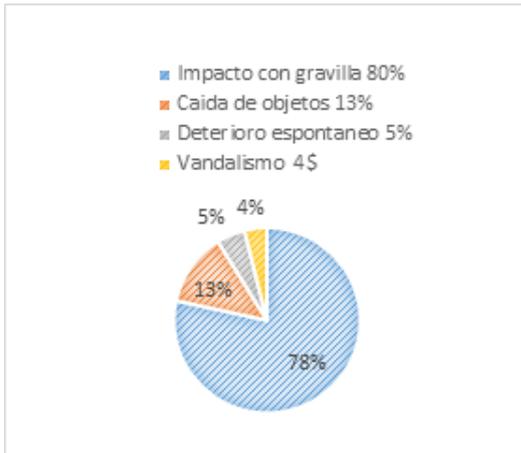


Figura 3: Principales causas de rotura [7]

## 2.2 Daños en Parabrisas

Existen varios tipos de daños que afectan al parabrisas, como el desgaste superficial, no presenta ningún tipo de impacto que perjudique o empeore su estado. [7]



Figura 4: Desgaste superficial [7]

El ojo de buey se considera como un pequeño hoyo en la zona de impacto que se prolonga con una fisura cónica, misma que llega hasta la capa interna del PVB [8]



Figura 5: Ojo de buey [8]

Otro daño es considerado a la rotura en estrella, es la más común entre los golpes, suele producirse cuando existen tensiones locales en el vidrio.



Figura 6: Rotura en estrella [8]

Otro factor como el clima, la variación de temperatura y la humedad provocan un comportamiento diferente en parabrisas, aumentando el riesgo de que se produzca un daño o agravando daños ya presentados.

Ya que el parabrisas proporciona un aislamiento con el exterior, tanto la cara interna como externa del mismo son sustancialmente diferentes. También se toma en cuenta si existen salidas del sistema de aire acondicionado o calefacción cerca del cristal, ya que provocan un contraste o diferencia de temperatura. La velocidad de calentamiento o enfriamiento, influyen directamente en la resistencia del parabrisas en situaciones externas, de manera que si se produce cambios bruscos en un periodo corto de tiempo provoca una tensión térmica, ocasionando la apertura de una micro grieta., considerado a la energía cinética total de todos los átomos o moléculas de una sustancia. [9].

Se realizaron tres ensayos destructivos para validar si los parabrisas nacionales e importados cumplen con estándares de seguridad establecidos por la norma INEN 1669, y con algunas normativas internacionales. Para realizar esta investigación, se utilizó 3 muestras de parabrisas de 3 diferentes fabricantes, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 1: Tabla de muestras

Fabricante	Muestra
Nacional	X
Regional	Y
Nacional (2)	Z

Nacionalmente existen varias normativas para vidrios de seguridad que se encuentran en el reglamento 084 y en la norma INEN 1669.

### Reglamento RTE 084.

Establece los requisitos mínimos de seguridad que cumplen los vidrios de seguridad empleados en vehículos con el objetivo de proteger la seguridad y vida de los ocupantes. Este reglamento es obligatorio para todos los vidrios de seguridad que se distribuyan dentro del territorio ecuatoriano. Se determinará el cumplimiento y conformidad de este reglamento mediante la norma INEN 1669.

### Norma NTE INEN 1669.

Esta norma establece los requisitos necesarios para los vidrios de automóviles terrestres, tanto parabrisas, lunetas, vidrios laterales sean estos fijos o móviles de fabricación nacional e importados.



Figura 8: Soporte de muestras.

### Impacto con esfera de acero INEN 1723.

Esta norma es utilizada para determinar la resistencia al impacto en los vidrios de los automotores y consiste en soltar dos esferas sólidas de acero endurecido desde una altura de 4 metros, sin que se dé ningún impulso, primero la una con 227g de masa y después la otra con una masa de 2,26 kg., impactando la cara frontal de la muestra. El ensayo será satisfactorio siempre y cuando la muestra no presente traspaso después de 5 segundos de impacto [10].

### Impacto con cabeza de maniquí INEN 1724

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1724 [11], es una traducción idéntica de la Norma Internacional ISO 1724:2003 [12]. Consiste en soltar una cabeza de maniquí con una masa de 10 kg, desde una altura de 1,5 metros. El ensayo será satisfactorio siempre y cuando las primeras rajaduras no superaran 80 mm

del punto de impacto, no exista pérdida de adherencia, ni exposición de la lámina (200mm<sup>2</sup>), la masa de astillas no será mayor que 20g. y la rajadura mayor no excederá los 30 mm de longitud

### Impacto con dardo de metal INEN 1725.

Esta norma aplica únicamente a los vidrios laminados, consiste en soltar un dardo con masa de 200 g desde una altura de altura de 9,14 metros. El ensayo será satisfactorio siempre y cuando el dardo no atraviese la muestra, la muestra no se rompa en pedazos grandes, la pérdida de adherencia será nula y no exista exposición de la lámina.

Es importante mencionar que todas las muestras fueron acondicionadas por un periodo de 4 horas a una temperatura a 20 grados centígrados y con una humedad relativa a 60%. [13]. La normativa nacional se respalda y tiene relación con varas normas extranjeras, en este caso las comparamos con la normativa norteamericana ANSI Z26.1 [14], venezolana COVENIN 199, y con la internacional ISO 3537 [15].

Tabla 2: Condiciones para el ensayo, normas internacionales.

	ISO 3537	ANSI Z26.1	COVENIN 199
Muestras *	-	10	10
Dimensión **	30x30	30,5x30,5	30x30
Altura (m)	4	4	3.66
Temp. ***	15-25	21-29	-
Masa ****	2.27	2.25-2.28	2.26

- \* Cantidad
- \*\* Dimensión de muestras en cm.
- \*\*\* Temperatura de acondicionamiento en °C
- \*\*\*\* Masa instrumentos en Kg.

## 3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### Impacto con esfera de acero:

Después de realizar los ensayos de impacto con esfera de acero, con todas las muestras de los tres fabricantes generó un resultado positivo ya que todas las probetas de todos los fabricantes no lograron un traspaso de la esfera después de 5 segundos de impacto. Siendo esta la única condición para que se genere un resultado positivo según la normativa INEN 1669.

El resultado del ensayo con esfera de acero en todas

las muestras de los fabricantes X, Y, Z, no presenta traspaso alguno.

### Impacto con cabeza de maniquí:

Es importante mencionar que dicho ensayo es considerado como opcional según la norma INEN 1669, sin embargo, para la determinación de resultados de investigación se consideró fundamental, se realizó y genero los siguientes resultados:

Fabricante X: Las muestras del fabricante X generaron un resultado positivo ya que ellas no presentaron ninguna condición establecida por la norma INEN 1660. Como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 3: Resultados del fabricante X.

	X1	X2	X3	X4
Rajaduras circulares *	40	45	62	40
Peso astillas (g)	9	8,3	7,5	10
Perdida de adherencia	NO	NO	NO	NO

\* Distancia en mm

Fabricante Y: Las muestras de este fabricante obtuvieron algunos valores elevados, sin embargo, se encuentran dentro los valores requeridos por la norma INEN 1669; como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 4: Resultados fabricante Y.

	Y1	Y2	Y3	Y4
Rajaduras circulares *	63	67	72	66
Peso astillas (g)	11,1	12,6	14,4	11,1
Perdida de adherencia	NO	NO	NO	NO

\* Distancia en mm

Fabricante Z: Después de realizar el ensayo de impacto con cabeza de maniquí se obtuvieron los siguientes resultados como se observa en la tabla a continuación, sin embargo, los resultados obtenidos en algunos puntos son bastante elevados y casi llegan a los rangos de tolerancia establecidos por la norma INEN 1669.

Tabla 5: Resultados fabricante Z.

	Z1	Z2	Z3	Z4
Rajaduras circulares *	72	61	66	76
Peso astillas (g)	15	16,8	18,4	17,9
Perdida de adherencia	NO	NO	NO	NO

\* Distancia en mm

En todas las muestras de los fabricantes X, Y, Z, se encontró que no existe ningún tipo de exposición de

la lámina.

### Impacto con dardo de metal:

Después de realizar el ensayo con dardo de metal se determinó que todas las muestras de los tres fabricantes tienen resultados positivos ya que ninguno presento fragmentación, traspaso del dardo, no existió exposición de la lámina ni perdida de adherencia como lo menciona la norma INEN 1669.

Con los resultados de las muestras de los fabricantes X, Y, Z; se realizó una valoración final de los resultados obtenidos a lo largo de los tres ensayos, como se observa a continuación; siendo (3) Bueno, (2) Regular y (1) Malo.

Tabla 6: Valoración final de ensayo de los Fabricantes

Pruebas	X	Y	Z
Impacto con esfera	3	3	3
Impacto con dardo	3	3	3
Impacto con maniquí	2,25	1,91	1,66

## COMPARATIVA RESULTADOS

Los valores generados para la obtención de los datos cuantitativos fueron tomados en condiciones reales en la ciudad de Quito, ya que muchos de los datos que se obtiene en los manuales técnicos se lo estudia en condiciones ideales, por lo que se utilizó una normativa local, INEN 1669, que paralelamente tiene valores esenciales para la fabricación y comercialización de parabrisas, cuyos datos se observa en las tablas subsiguientes.

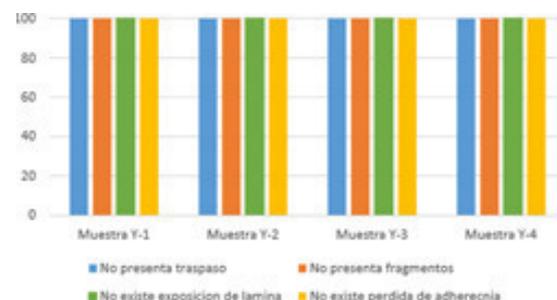


Figura 9: Grafico de resultados muestras Y.

Una vez realizada la valoración a cada prueba se le asignó un porcentaje de acuerdo a su importancia, de manera que las pruebas de impacto con esfera de acero y dardo de metal se les asigno un 40%, mientras que al impacto con maniquí un 20% ya que dicha prueba es

considerada opcional según la norma INEN 1669 [1], como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 7: Pruebas de impacto de los fabricantes en porcentajes de acuerdo a su importancia

Pruebas	X	Y	Z
Impacto con esfera	40%	40%	40%
Impacto con dardo	40%	40%	40%
Impacto maniquí	15%	12,73%	11,06%
Total	95%	93%	91%

En el siguiente grafico se observa el resultado obtenido en porcentaje, de cada uno de los fabricantes, según cada una de las pruebas, y el porcentaje total obtenido por cada fabricante según el sumatorio total de cada prueba. Si bien todos los fabricantes logran superar los tres ensayos de impacto realizados, existen algunos que presentan mejores características de seguridad, como es el caso del fabricante X.

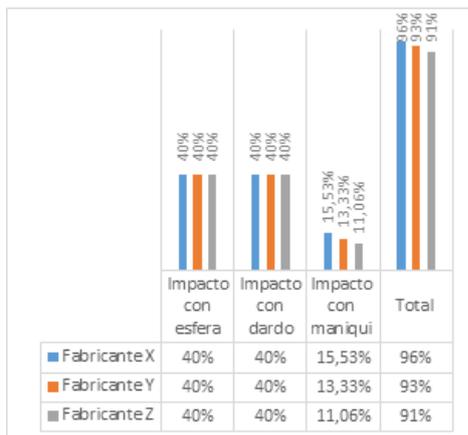


Figura 10: Grafico de porcentajes individual y total de fabricantes.

Con la figura 10 se demuestra que el fabricante X supera en el 5% de características de seguridad que le fabricante Z que es el que dio resultados más bajos, con un 91%, sin embargo, para generar una mejor apreciación de los resultados obtenidos se generó una tabla y un gráfico donde se muestra como serían los resultados obtenidos si el ensayo de cabeza de maniquí fuera obligatorio según la norma INEN 1669. De manera que el máximo porcentaje para todas las pruebas es de 33,3%.

Tabla 8: Pruebas de impacto de los fabricantes n porcentajes

Pruebas	X	Y	Z
Impacto con esfera	33,3%	33,3%	33,3%
Impacto con dardo	33,3%	33,3%	33,3%
Impacto maniquí	24,97%	21,20%	18,42%
Total	92%	88%	85%

De esta manera las muestras del fabricante local X son las que presentan mejor características en comparación con los otros fabricantes, el local y el regional como se indica en la siguiente figura.

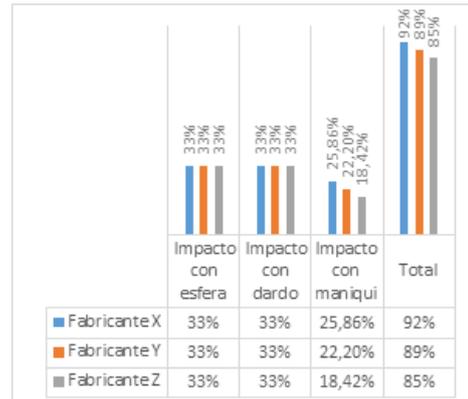


Figura 11: Grafico de porcentajes individual y total de fabricantes.

En la figura 11 se observa un máximo porcentaje del 33,3% y se demuestra que el fabricante X supera en un 7% de margen de seguridad al fabricante Z el cual presenta el menor porcentaje, alcanzado el 85%.

#### 4. CONCLUSIONES

Se concluye que los parabrisas fabricados y comercializados en el Ecuador cumplen con todos los requisitos de calidad y seguridad que establece la norma INEN 1669, como se observa en los resultados obtenidos de los ensayos destructivos, garantizando así la seguridad y bienestar de los ocupantes.

Al nivel nacional todas las pruebas que se realizan generan un proceso, sin embargo, las normativas internacionales establecen el ensayo de impacto con cabeza de maniquí como requisito, la norma INEN 1669 no considera como requisito esta prueba, sin embargo, realizar esta prueba es importante debido a que se comprueba la absorción de impacto que tiene el parabrisas, y si este es capaz de garantizar el bienestar de los ocupantes.

## 5. REFERENCIAS

- [1] INEN, “VIDRIOS DE SEGURIDAD PARA AUTOMOTORES. INEN 1669,” 2015. [Online]. Available: <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/2015/ACO/27022015/1669-1-Enm.pdf>.
- [2] M. R. CRUZ, “INGENIERIA DE PROCESOS EN EL DISEÑO Y FABRICACIÓN DE PARABRISAS PARA AUTOBUS,” 2012. [Online]. Available: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/1047.pdf>.
- [3] C. E. p. E. d. I. N. U. (CEPE), “Reglamento no 43 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas,” 2013. [Online]. Available: <http://infonorma.gencat.cat/pdf/20197089.pdf>.
- [4] Blindex, “Cristal Laminado Blindex,” [Online]. Available: [http://www.lirquen.cl/site/archivos/56/productos/cod\\_producto\\_3/downloads/PDFm\\_BINDEX\\_SEG.pdf](http://www.lirquen.cl/site/archivos/56/productos/cod_producto_3/downloads/PDFm_BINDEX_SEG.pdf).
- [5] E. Universidad de Oviedo, “Leccion Vidrio, transformacion,” [Online]. Available: <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion18.VIDRIO.TransformacionesVIDRIO.pdf>.
- [6] O. D. Online, “Definicion de impacto,” [Online]. Available: <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/impacto>.
- [7] Carglass, “Informe de resultados de parabrisas de impacto a la rotura,” 2009. [Online]. Available: [http://imagenes.racc.es/pub/ficheros/adjuntos/adjuntos\\_carglass\\_jzq\\_e93cebc3.pdf](http://imagenes.racc.es/pub/ficheros/adjuntos/adjuntos_carglass_jzq_e93cebc3.pdf).
- [8] F. Carrera Salvador, “Reparacion de parabrisas laminados,” [Online]. Available: <http://www.appcesvimap.com/revista/revista12/pdfs/Parabrisas.pdf>.
- [9] U. d. C. D. d. G. DGEO, “CALOR Y LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA.,” [Online]. Available: <http://old.dgeo.udec.cl/~juaninzunza/docencia/fisica/cap13.pdf>.
- [10] INEN, “VIDRIOS DE SEGURIDAD DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO CON ESFERA DE ACERO,” 2011. [Online]. Available: <https://ia801900.us.archive.org/21/items/ec.nte.1723.2011/ec.nte.1723.2011.pdf>.
- [11] INEN, “VEHÍCULOS DE CARRETERA. CONECTORES PARA UNIONES ELÉCTRICAS ENTRE VEHÍCULOS TRACTORES Y VEHÍCULOS REMOLCADOS,” 2014. [Online]. Available: [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO\\_2014/AOC/nte\\_inen\\_iso\\_1724extracto.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/AOC/nte_inen_iso_1724extracto.pdf).
- [12] ISO, “Vehículos de carretera - Conectores para la conexión eléctrica de vehículos remolcados y remolcados - Conector de 7 polos tipo 12 N (normal) para vehículos con tensión de alimentación nominal de 12 V,” 2003. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/30212.html>.
- [13] INEN, “VIDRIOS DE SEGURIDAD DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO CON DARDO,” 2011. [Online]. Available: <https://ia601600.us.archive.org/14/items/ec.nte.1725.2011/ec.nte.1725.2011.pdf>.
- [14] ANSI, “American National Standard for Safety Glazing Materials for Glazing Motor Vehicles and Motor Vehicle Equipment,” 2007. [Online]. Available: [http://www.interautoglass.org/content/17473/download/clnt/18339\\_Draft\\_ANSI\\_Z26\\_11.pdf](http://www.interautoglass.org/content/17473/download/clnt/18339_Draft_ANSI_Z26_11.pdf).
- [15] ISO, “Vehículos de carretera - Materiales de acristalamiento de seguridad - Pruebas

mecánicas,” 2015. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/56215.html>.

## 6. BIOGRAFÍA



<sup>1</sup>Guillermo Gorky Reyes Campaña - Ingeniero Mecánico Automotriz, Coordinador Investigación - Docente TC Universidad Internacional del Ecuador, Director de artículos y proyectos de investigación, MSc, Maestría en Sistemas Automotrices, Phd(c)

Doctorado en Humanidades y Artes con mención en Educación.



<sup>2</sup>José Andrés Castillo Reyes - Ingeniero Mecánico Automotriz, Director Académico - Docente TC Universidad Internacional del Ecuador, Director de artículos y proyectos de investigación, MSc, Maestría en Gerencia y Liderazgo Educacional, Phd(c)

Doctorado en Humanidades y Artes con mención en Educación.



<sup>3</sup>Alejandro Antonio Estévez Jiménez, Ingeniero Mecánico Automotriz.



<sup>4</sup>Patricio Andrés Montaña Arce, Ingeniero Mecánico Automotriz.

REGISTRO DE LA PUBLICACIÓN	
Fecha recepción	26 octubre 2018
Fecha aceptación	28 noviembre 2018