



UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK
SER MEJORES

Facultad de Arquitectura e Ingeniería

Maestría en Diseño Mecánico

Mención Fabricación de Autopartes de Vehículos

Análisis del proceso de construcción del molde para la cubierta de guardachoque mediante la técnica de herramienta rápida moldeo por resina

Luis Javier Taipe Yugcha

Directora Ing. Diana Belén Peralta Zurita, MSc.

Codirector Ing. Jaime Molina, MSc.

Objetivos

El análisis del proceso de construcción del molde del guardachoque de un vehículo, mediante la técnica de *rapid tooling* moldeo por resina, para la fabricación del producto en el mercado ecuatoriano.

Objetivos específicos.

- Seleccionar los materiales más idóneos para la obtención del molde a partir de los materiales existentes en el Ecuador, con la finalidad de la obtención de un buen acabado superficial, estabilidad dimensional y facilidad para desmolde.
- Desarrollar el proceso de copiado del guardachoque mediante la técnica de *rapid tooling* moldeo por resina, para la obtención de la geometría de la cubierta y por ende el prototipo a escala real del molde.
- Obtener el sólido en tres dimensiones del guardachoque mediante técnicas de ingeniería inversa, con el fin de efectuar comparaciones dimensionales.
- Analizar el comportamiento del molde mediante un estudio dimensional antes y después de estar sometido a un proceso de fabricación de cubiertas, con el fin de conocer su capacidad de producción.

Antecedentes

Número de vehículos



Edad del parque automotor

Edad promedio: 14,94 años



Fuente: PRO ECUADOR (2017); AEADE (2017)

Autopartes que se producen en el Ecuador

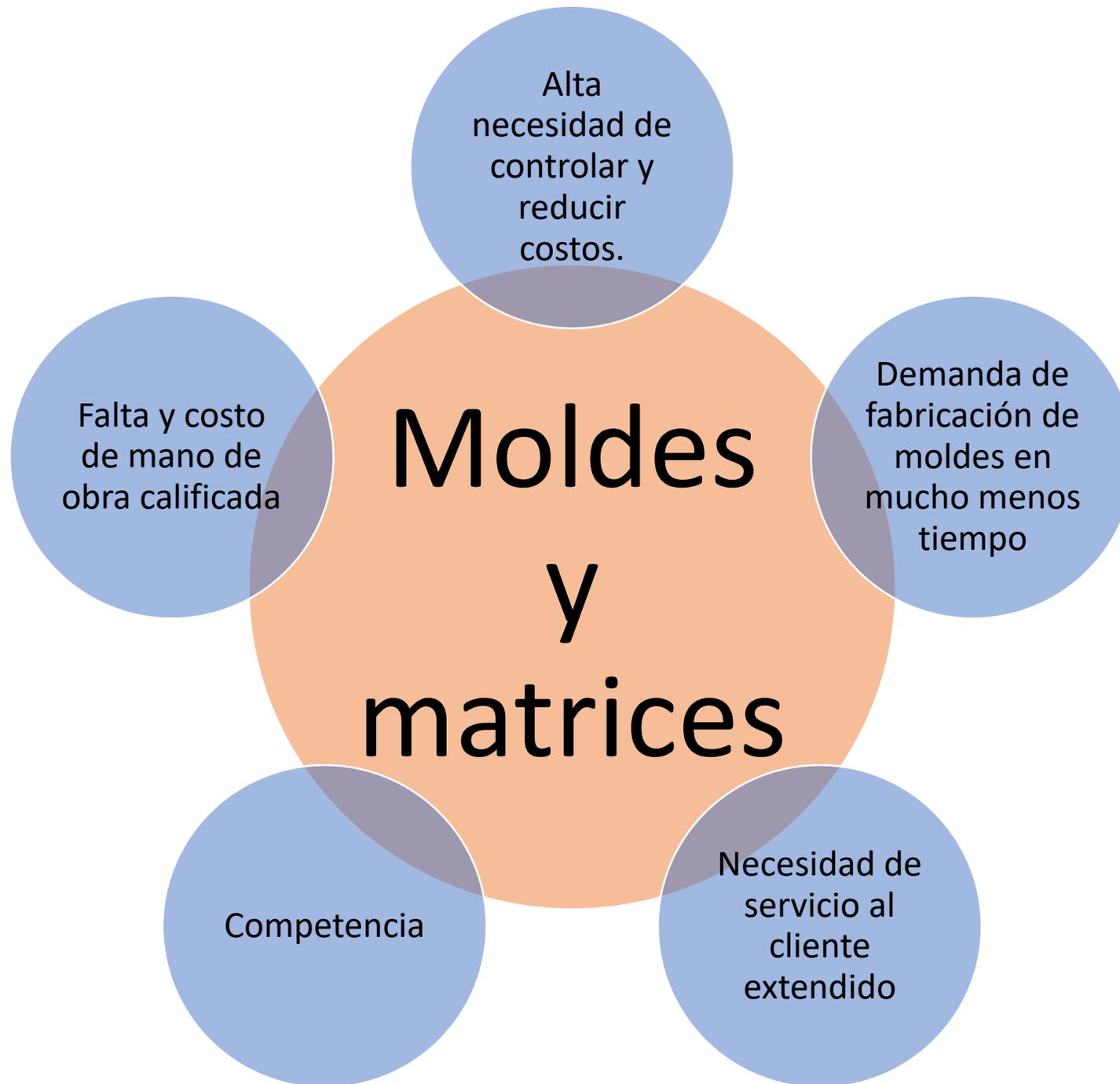
- Llantas y neumáticos
- Alfombras termoformadas y planas,
- Asientos para vehículos
- Materiales de fricción
- Silenciadores y sistemas de escape
- Vidrios y parabrisas para automóviles.
- Hojas y paquetes de resortes
- Filtros
- Ensamble de auto radios
- Acumuladores eléctricos.



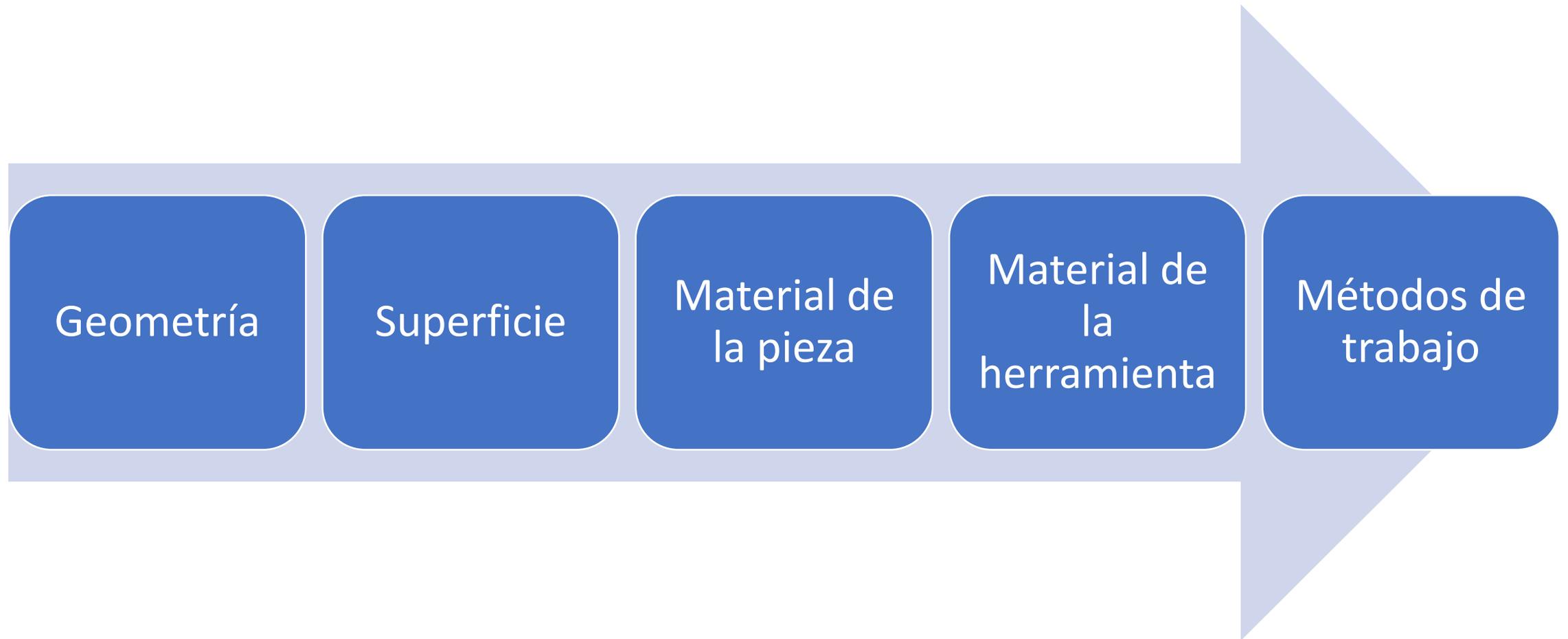
**Producción
en masa**



**Moldes y
matrices**



Aspectos a considerar en la fabricación de moldes





MOLDES

Tiempos de diseño y fabricación de los moldes de entre 6 a 9 meses (Altan et al., 2001b; Hoekstra, 2000)

Rentable sobre las 50 000 unidades (Busto & Francisco, 2016, p. 73)

Costos del molde elevados 0,5 millones de dólares

Tecnología

Alternativas para fabricación de moldes

		Adecuación del proceso		
		Moldeo por presión		
Material del molde	Número de partes	Colocación manual/pulverización	En frío	En Caliente
Yeso	1-5	Factible		
Madera	1-100	Factible		
GRP endurecido	100-2000	Común		
GRP con concreto	100-3000		común	
Acero	Más de 1 millón			común

Rapid tooling

Prototipado
Rápido

- Diseño y creación de prototipos



Herramienta
Rápida

- Directas
- Indirectas



Resina Poliéster

- 1. Termoestable.
- 2. Relación de resistencia / peso ventajosa y rigidez.
- 3. Tamaño del moldeado virtualmente ilimitado.
- 4. Facilidad de fabricación.
- 5. Amplia gama de técnicas de fabricación.
- 6. Bajo desembolso de capital: para la disposición de la mano.
- 7. Las molduras únicas o pocas son posibles a un costo razonable.
- 8. Considerable versatilidad de diseño.
- 9. Se puede combinar con otros materiales, p. espumas para flotar.
- 10. Excelente resistencia al agua.
- 11. Resistente a una amplia gama de productos químicos.
- 12. Resistente a la intemperie y la exposición a los rayos UV.
- 13. Puede ser coloreado para dar un acabado libre de mantenimiento.
- 14. retardante de fuego, si es necesario.
- 15. Transparente / translúcido, si es necesario.
- 16. Buenas propiedades eléctricas y térmicas.

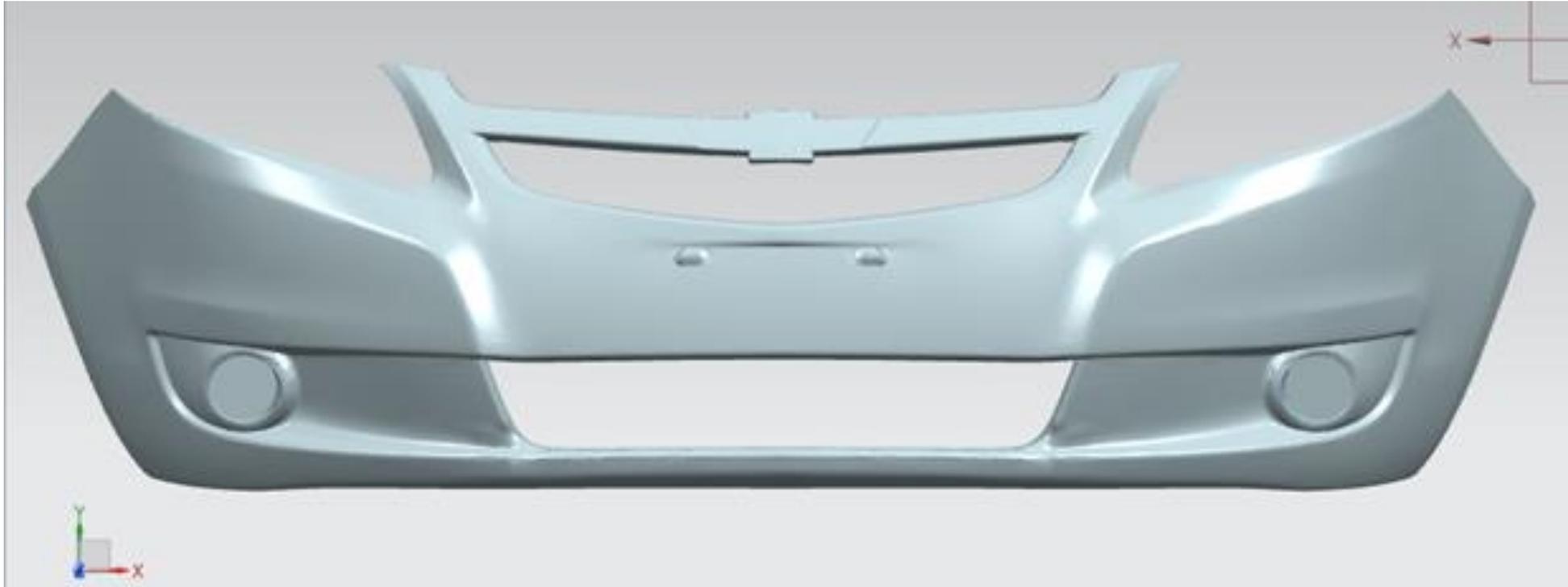
Método



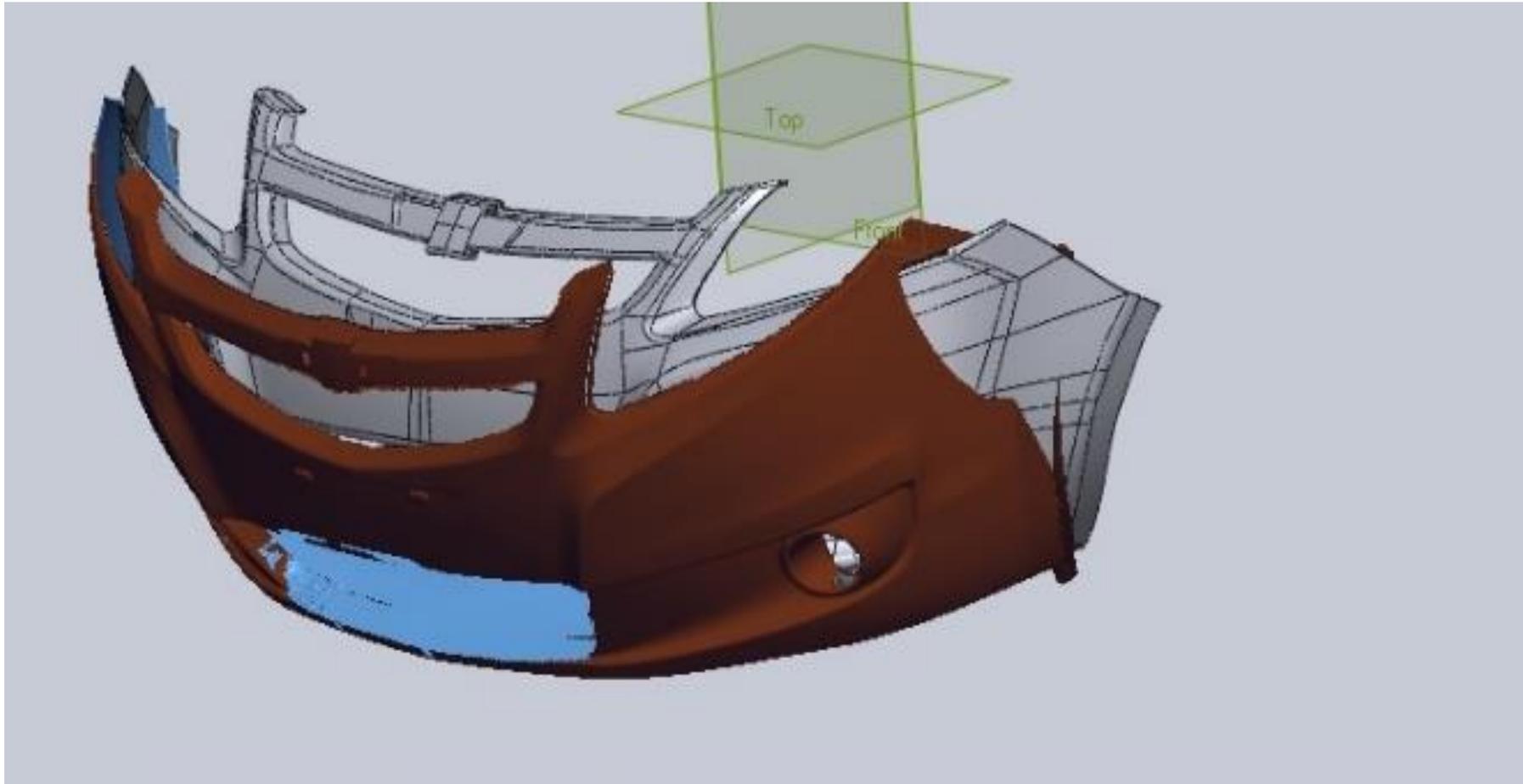
Construcción del molde por colocación manual



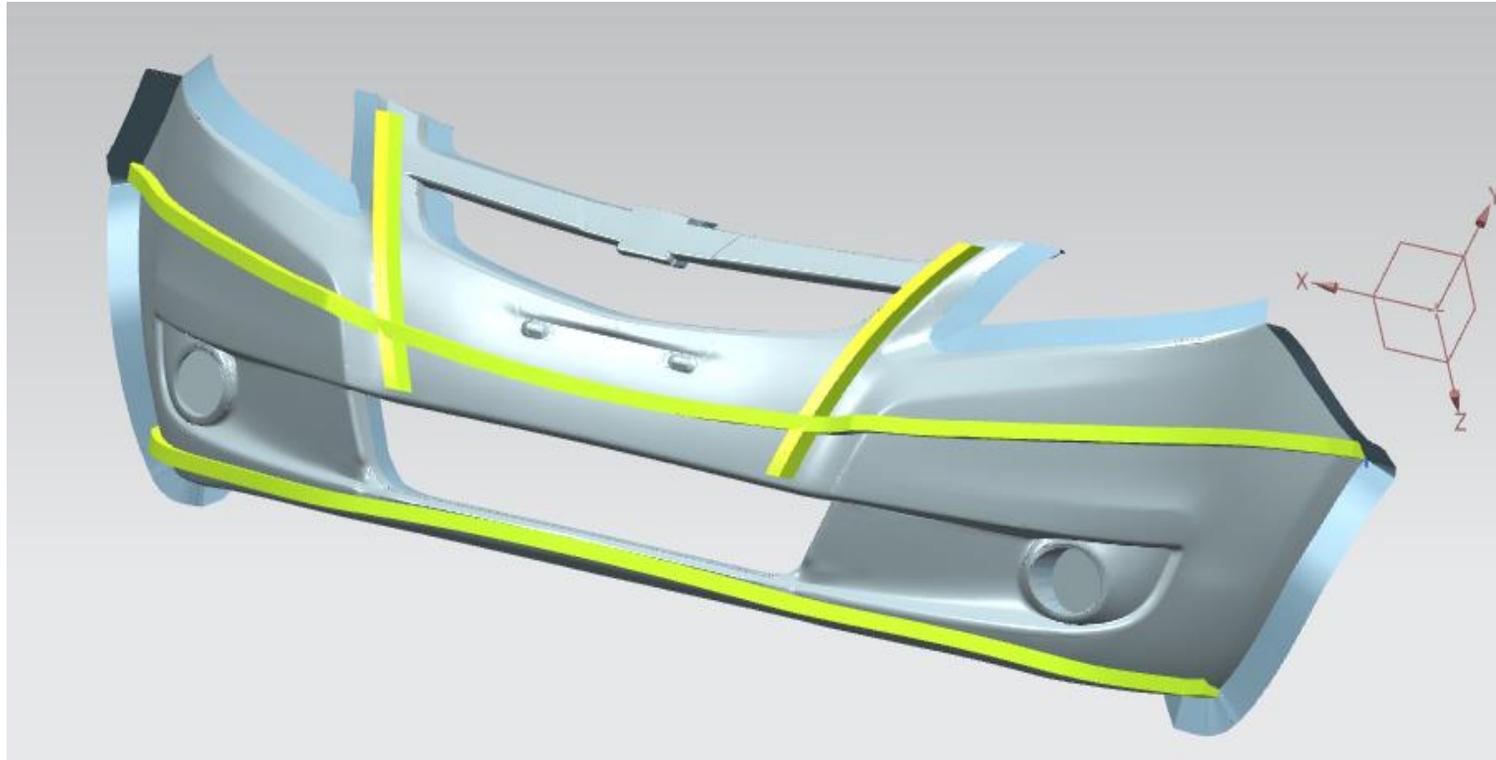
Obtención del modelo CAD mediante ingeniería inversa



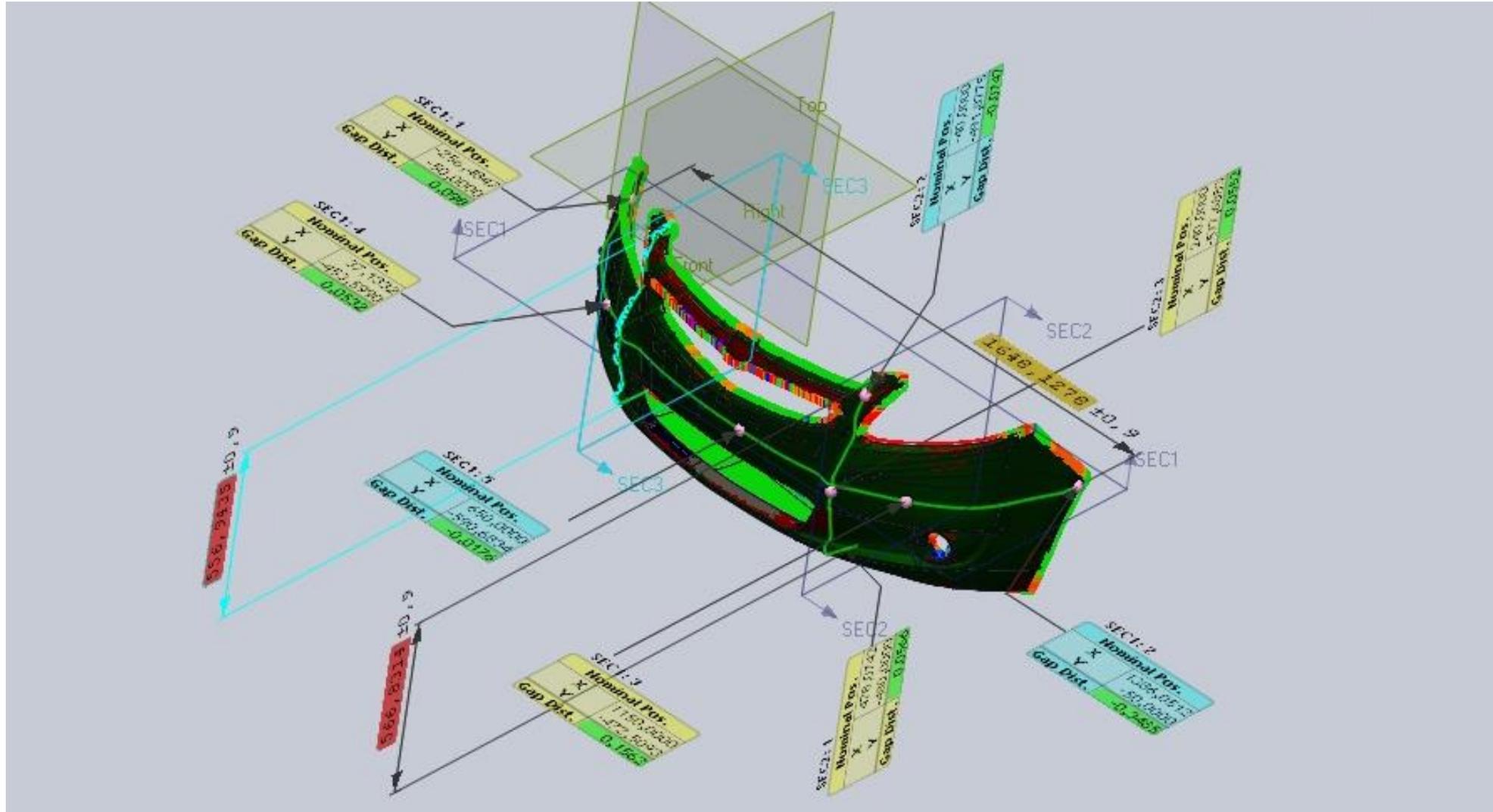
Verificación de similitud



Optimización



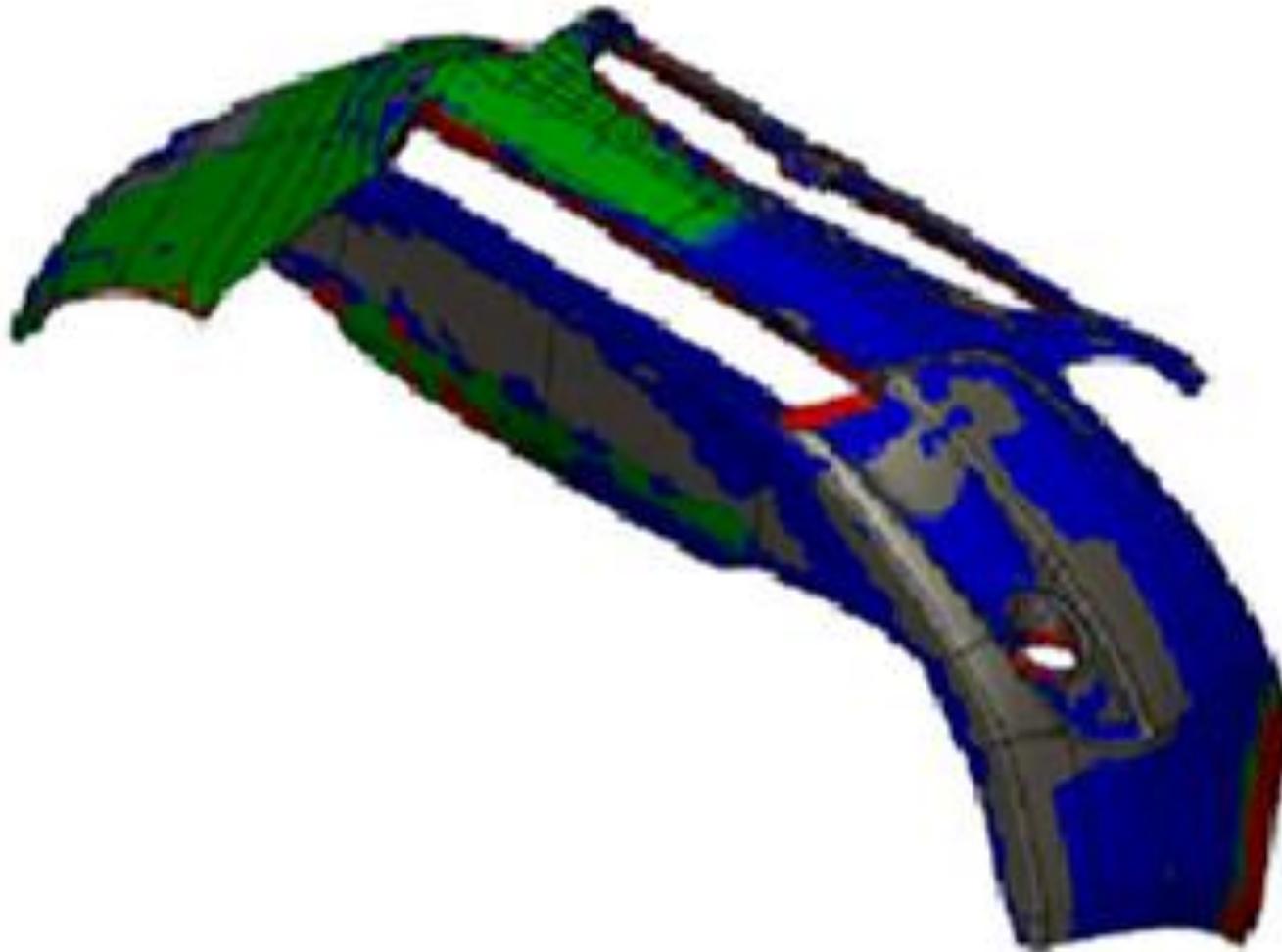
Verificación



Verificación dimensional

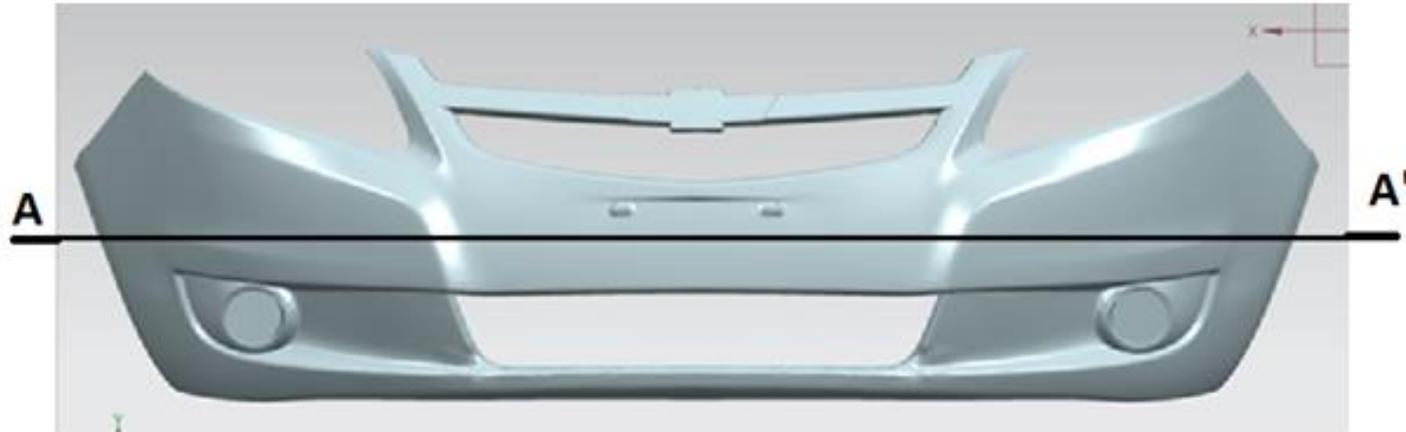
Antes de la optimización

DESVIACIÓN TOTAL

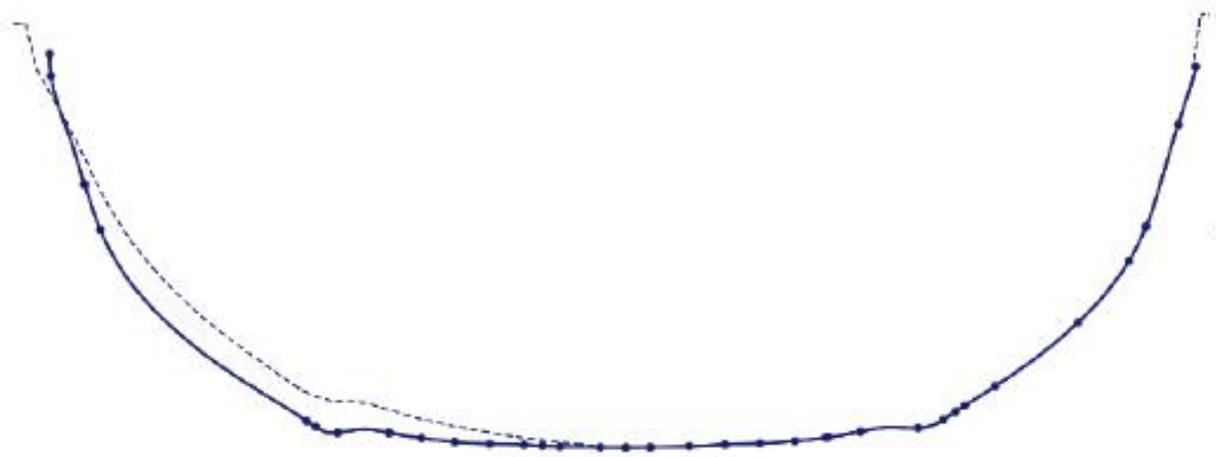


En tolerancia (%)	23.8069
Fuera de tolerancia (%)	76.1931

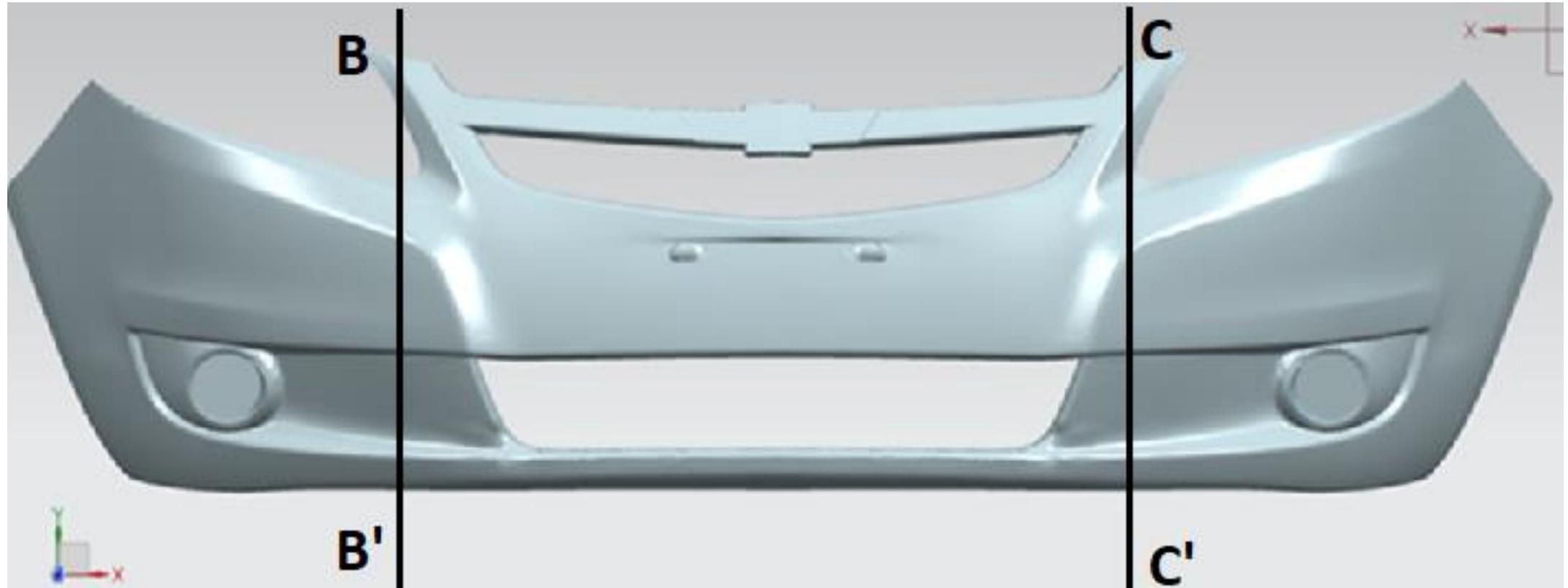
DESVIACIÓN POR SECCIONES



En tolerancia = 0%
Fuera de Tolerancia = 100%



DESVIACIÓN POR SECCIONES



DESVIACIÓN POR SECCIONES

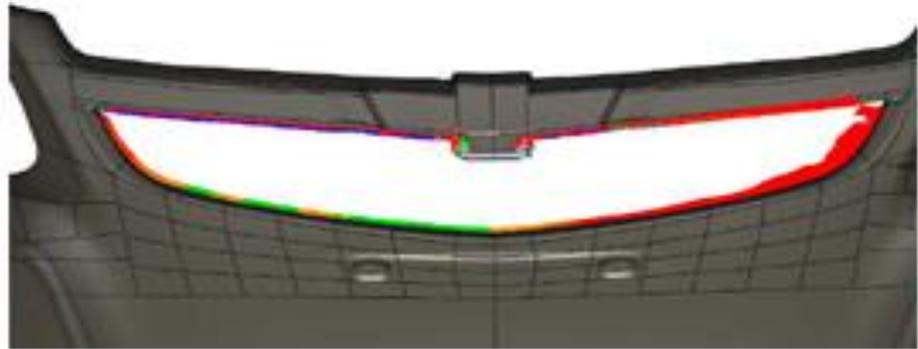


SECCIÓN B-B'
En tolerancia = 0%
Fuera de tolerancia = 100%



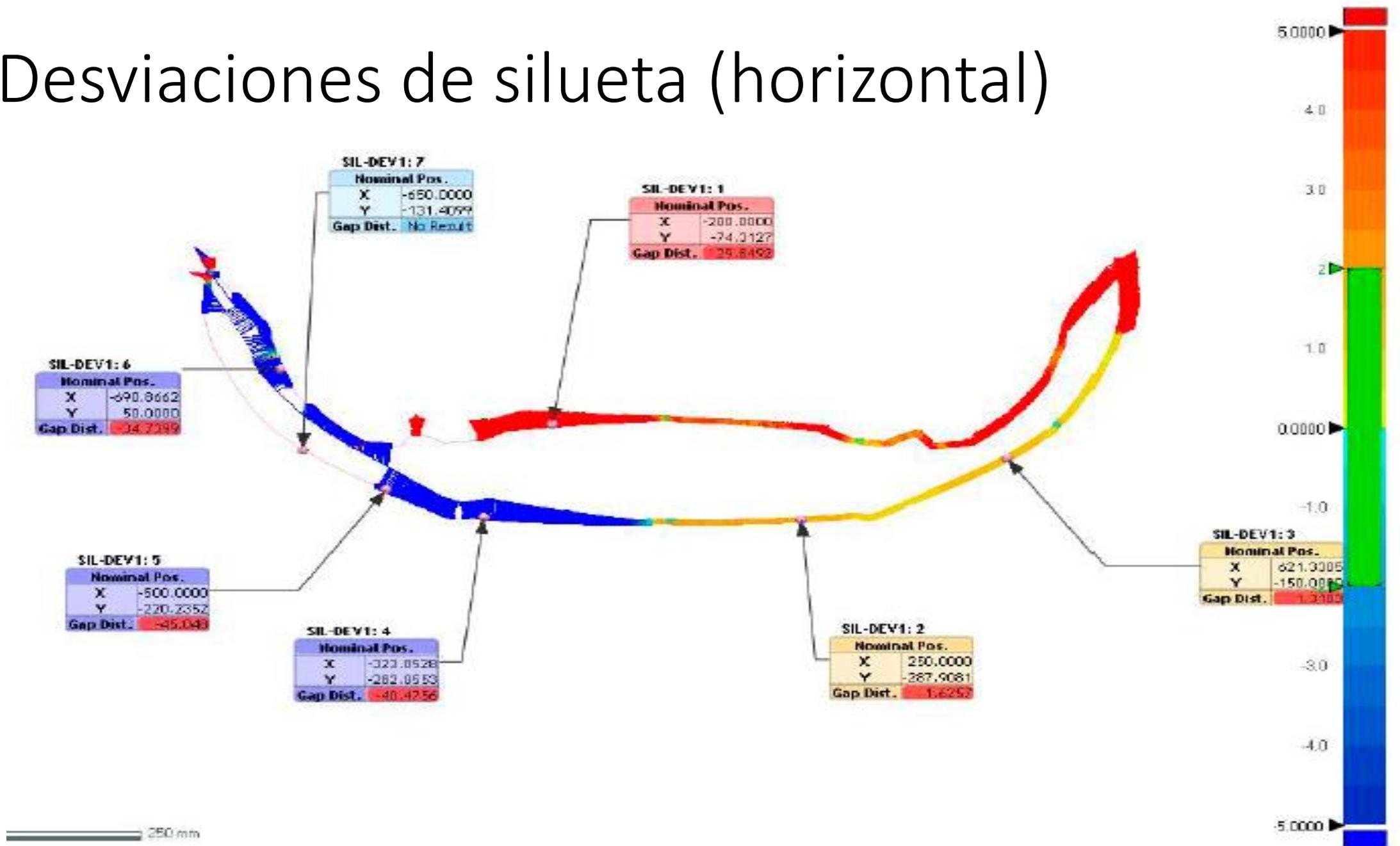
SECCIÓN C-C'
En tolerancia = 0%
Fuera de tolerancia = 100%

DESVIACIONES EN LOS LÍMITES



Desviaciones	Perfil total	Alojamientos	Neblineros
En tolerancia (%)	41.5132	32.0332	52.6803
Fuera de tolerancia (%)	58.4868	67.9668	47.3197
Sobre tolerancia (%)	56.164	44.6603	2.6015
Bajo tolerancia (%)	2.3227	23.3065	44.7182

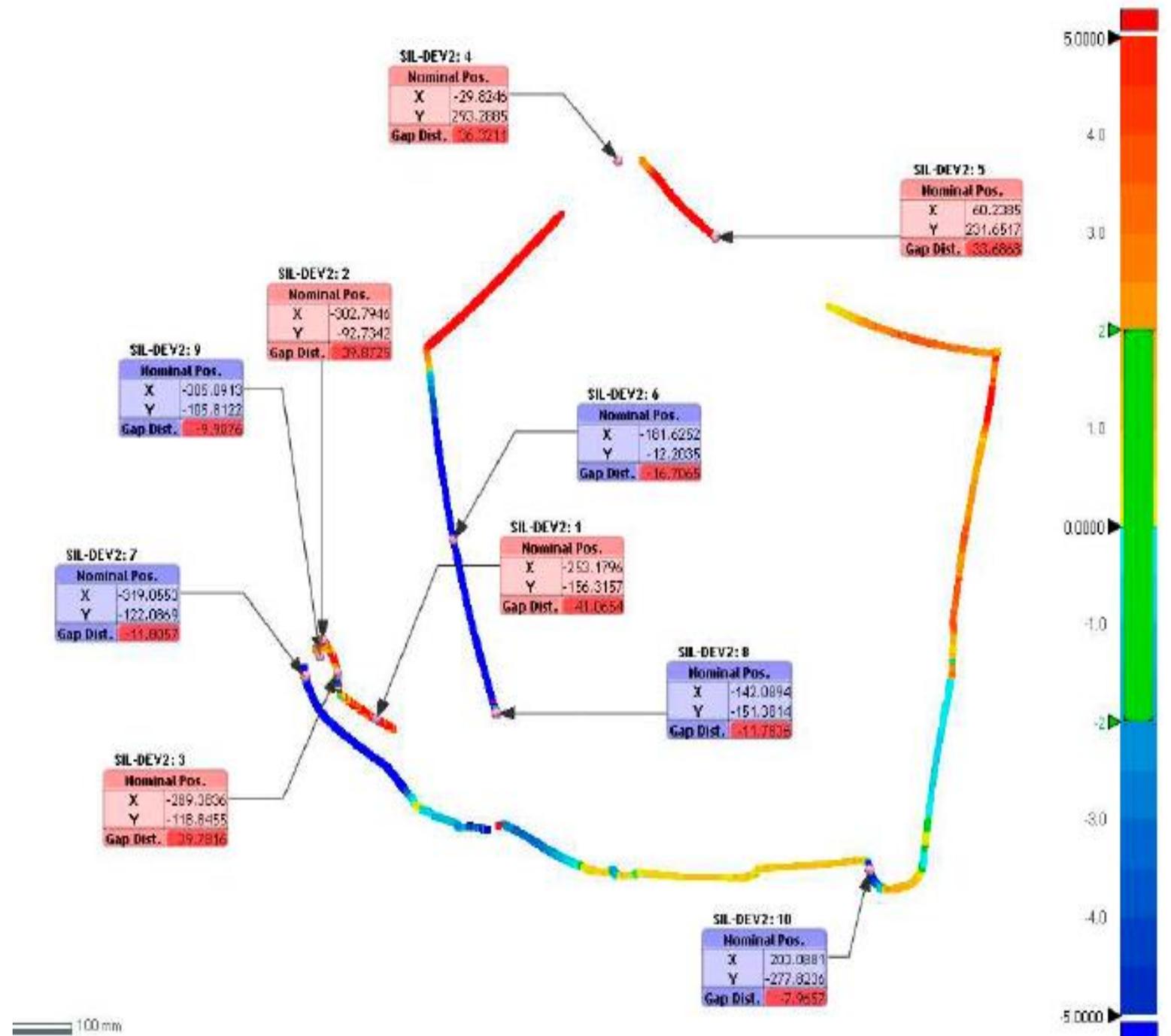
Desviaciones de silueta (horizontal)



Desviaciones de silueta (horizontal)

Desviaciones	Valores en mm
Mínimo	-47.5232
Máximo	46.5496
En tolerancia (%)	0.1843
Fuera de tolerancia (%)	99.8157
Sobre tolerancia (%)	84.04
Bajo tolerancia (%)	15.7757

Desviaciones de silueta (vertical)



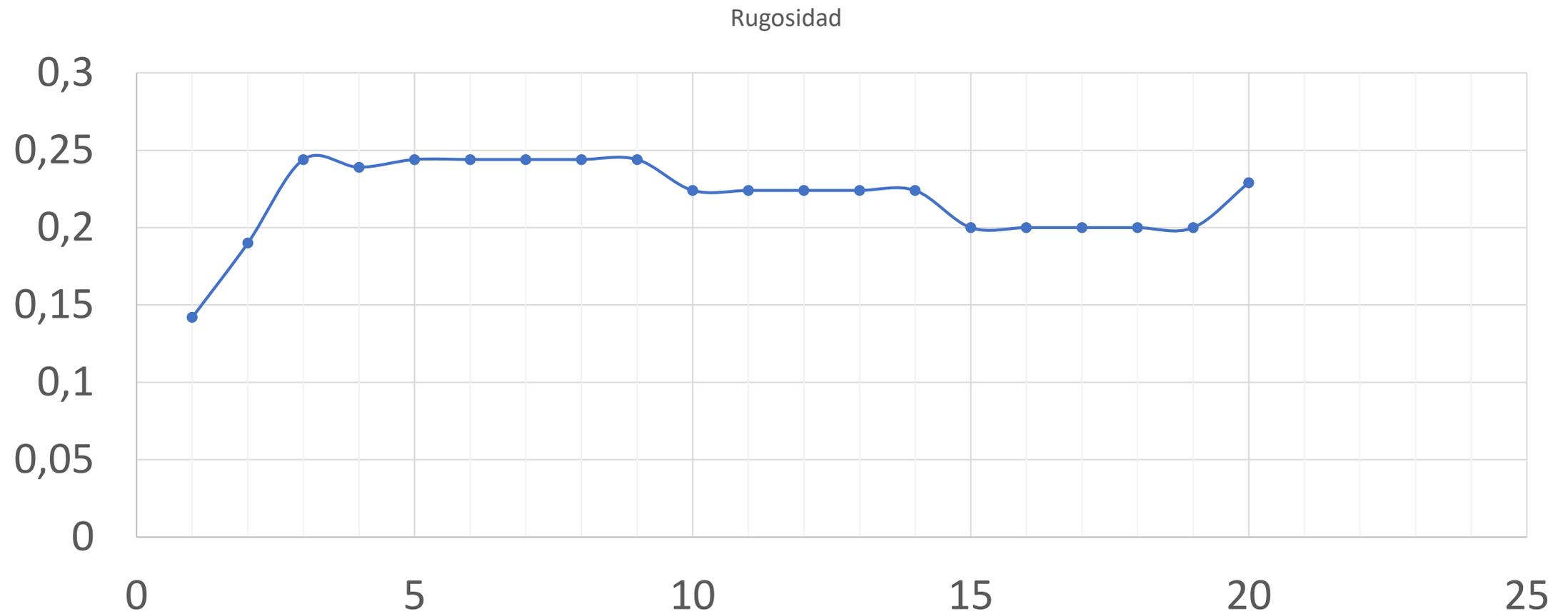
Desviaciones de silueta (vertical)

Desviación	Valores en mm
Mínimo	-16.7605
Máximo	41.0654
En tolerancia (%)	1.6543
Fuera de tolerancia (%)	98.3457
Sobre tolerancia (%)	62.5
Debajo de la tolerancia (%)	35.8457

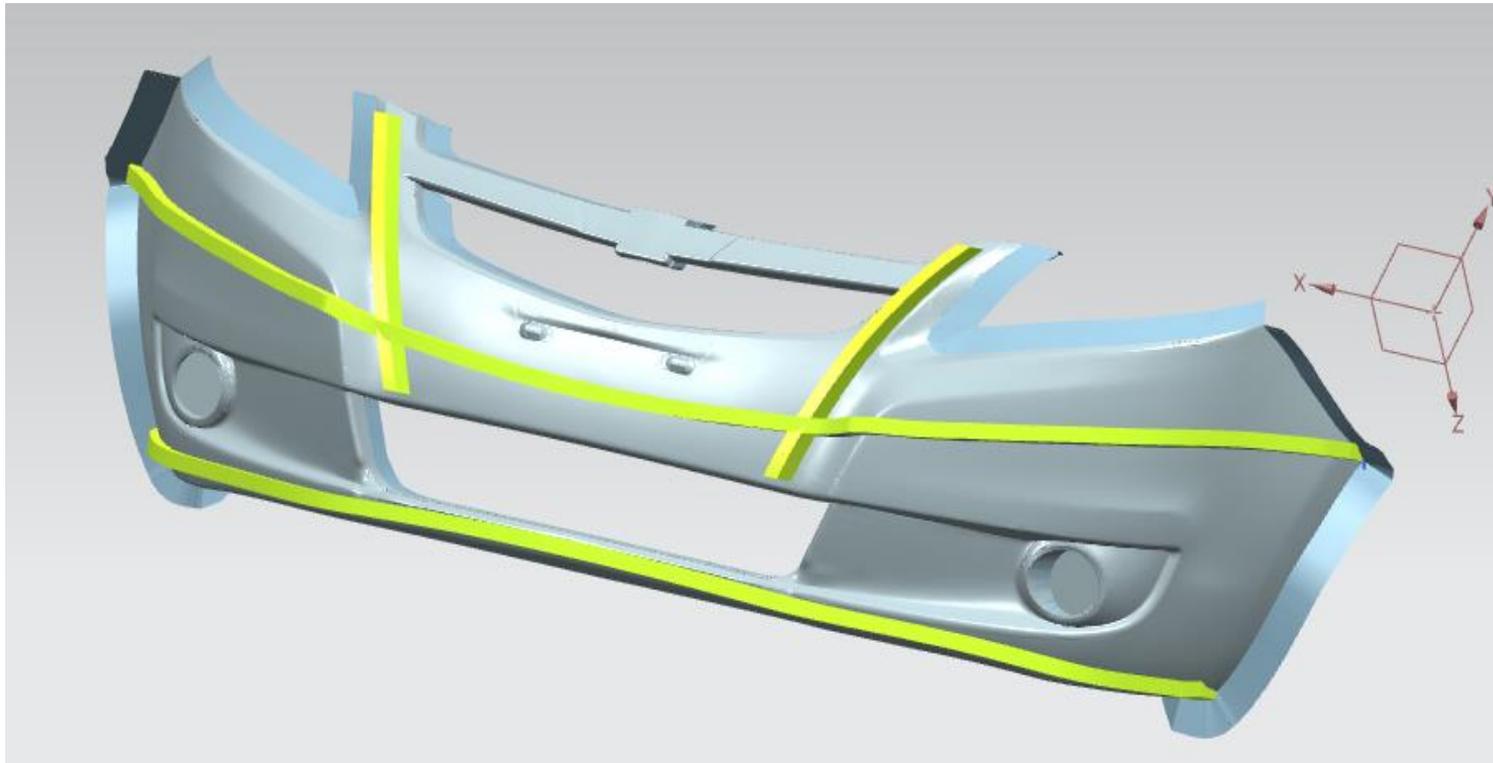
Rugosidad = efectos sobre la superficie del molde por desmolde continuo



Rugosidad

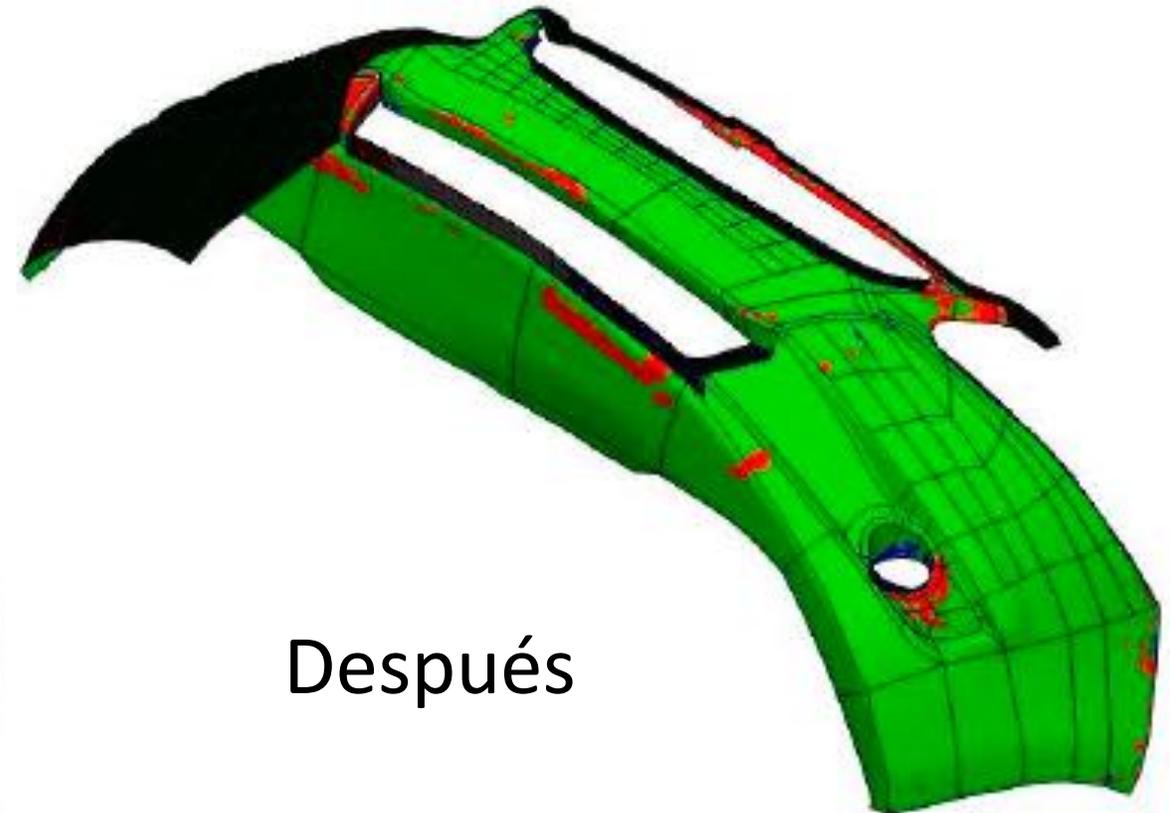
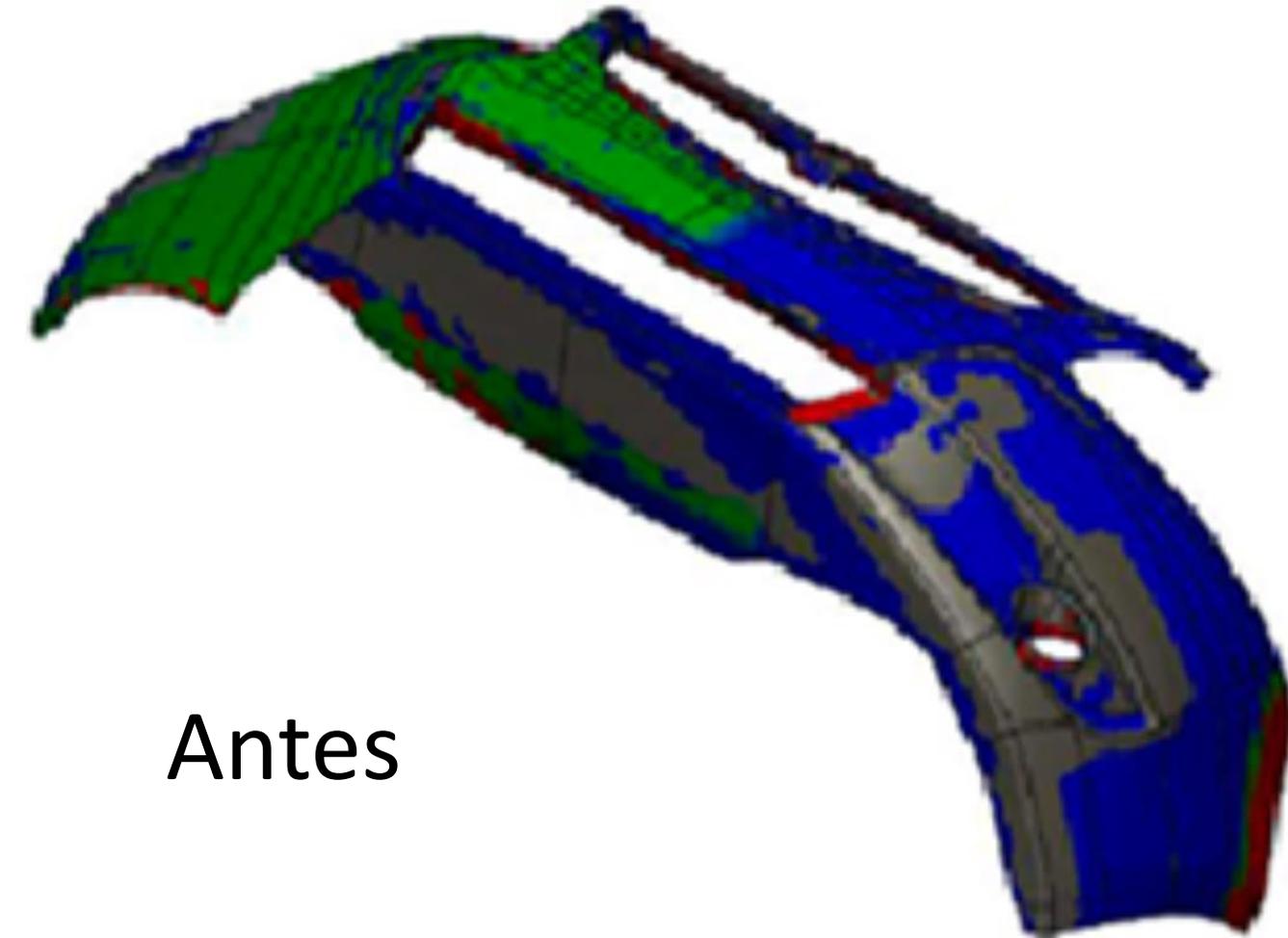


Verificación dimensional

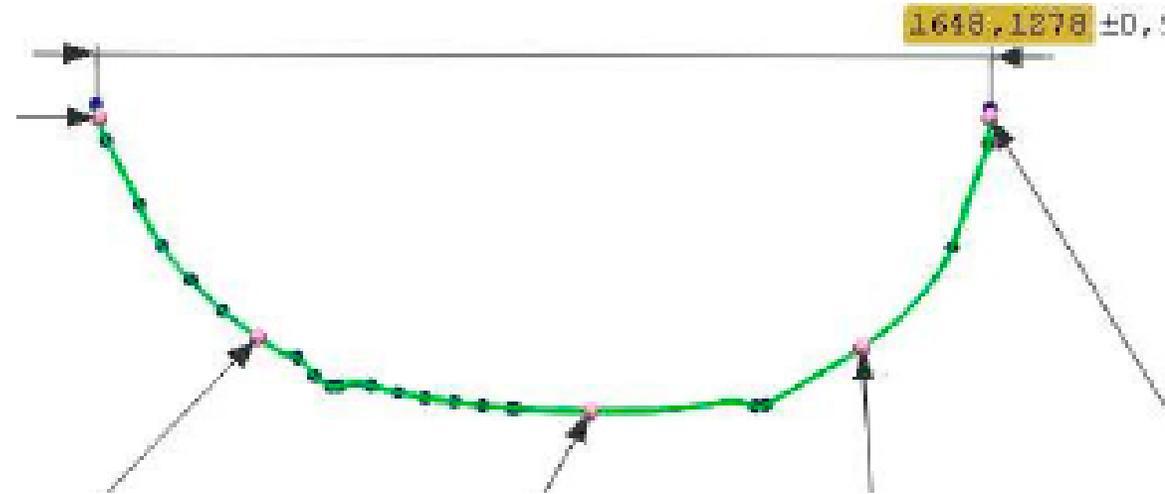
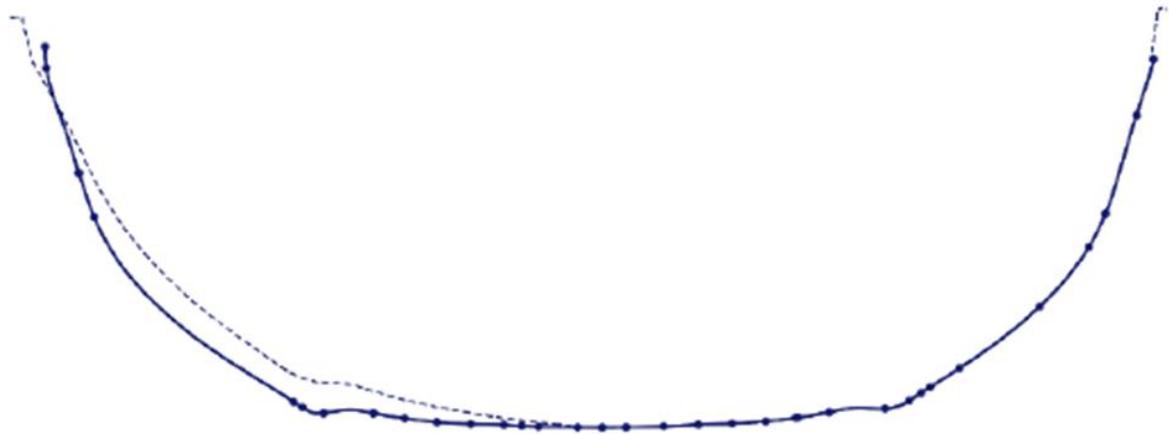
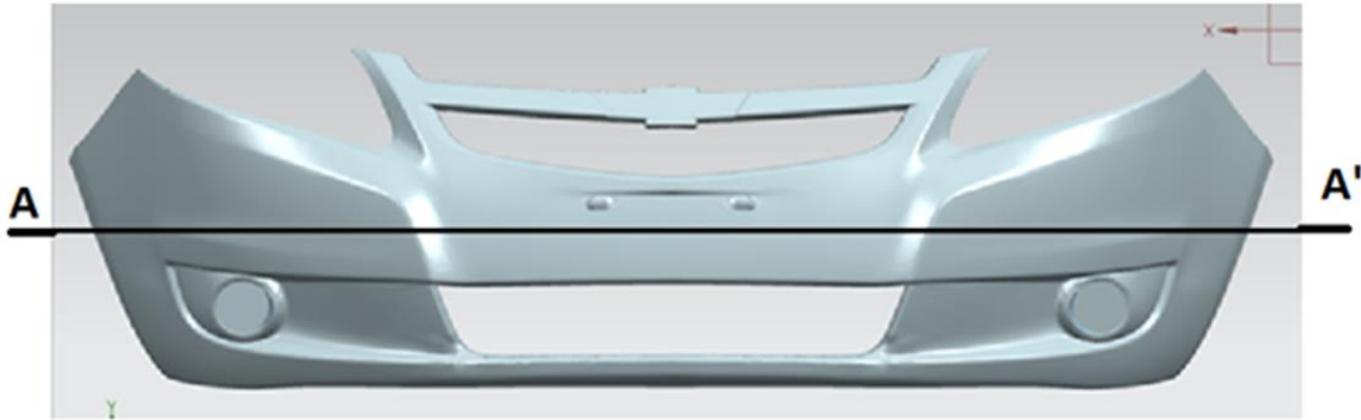


Luego de la
implementación

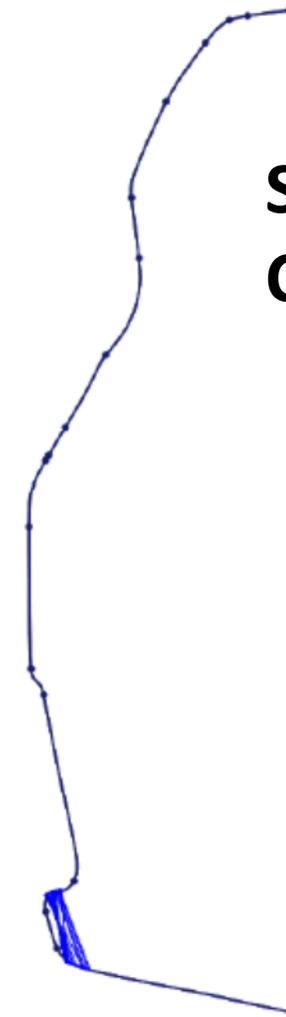
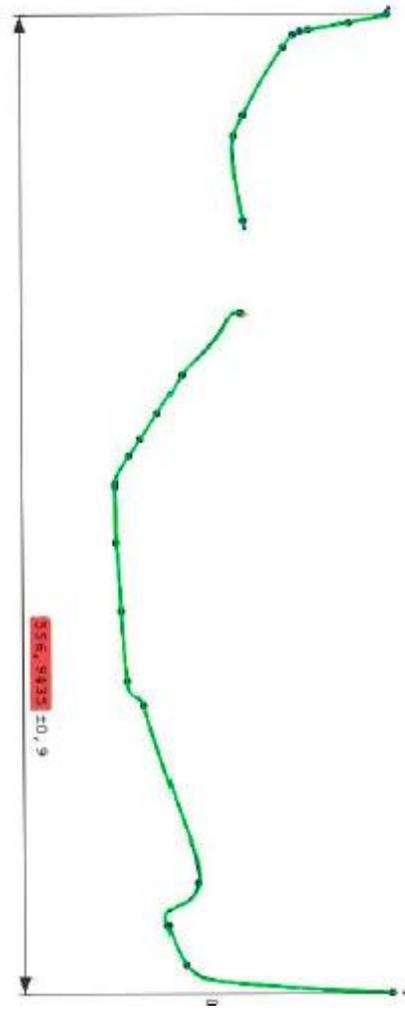
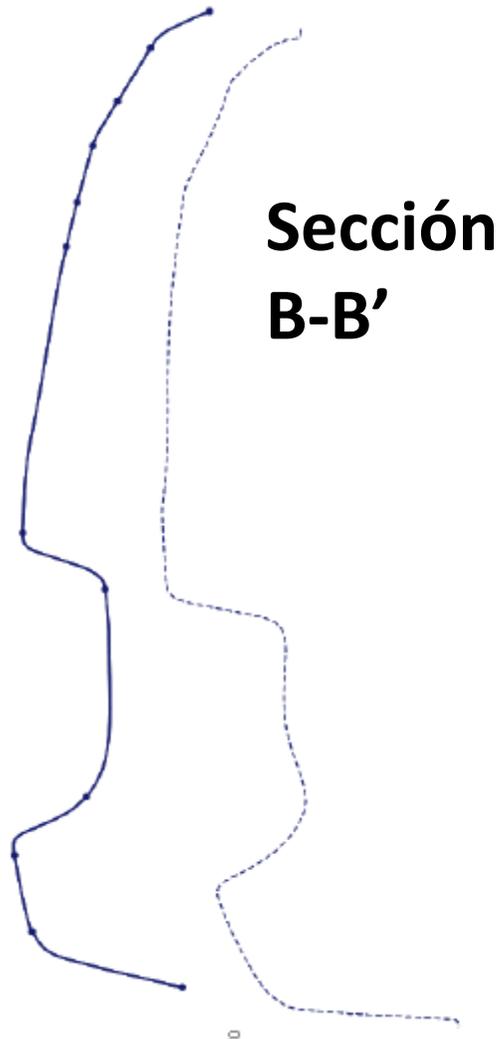
Desviación total



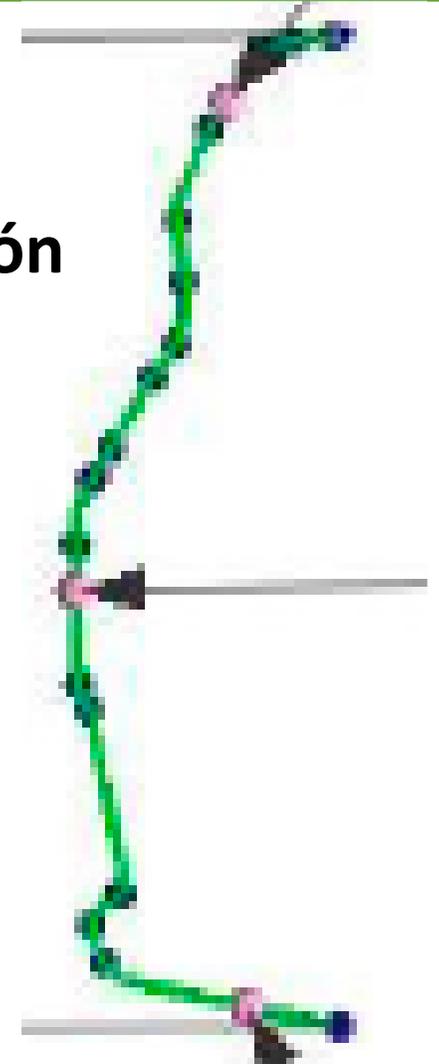
Desviación por secciones



Desviación por secciones



Sección C-C'



Comparación de datos

Desviaciones	Desviación Total antes	Desviación Total después	Sección horizontal antes	Sección horizontal después	Sección vertical lh antes	Sección vertical lh después	Sección vertical rh antes	Sección vertical rh después
+Promedio	24.5656	9,9405	Sin info.	0,3039	Sin info.	0,4611	-40.8442	0,5545
-Promedio	-36.2084	-2,2541	Sin info.	-0,1469	Sin info.	-0,3721	0	-0,2677
En tolerancia (%)	23.8069	65,0082	0	100	0	95,3765	0	97,358
Fuera de tolerancia (%)	76.1931	34,9918	100	0	100	4,6235	100	2,642
Sobre tolerancia (%)	48.3163	8,3678	Sin info.	0	Sin info.	1,5852	0	1,7173
Bajo tolerancia (%)	27.8767	26,624	Sin info.	0	Sin info.	3,0383	100	0,9247

Conclusiones

- La técnica de rapid tooling presenta ventajas para la obtención de herramientas rápidas, en este caso el molde para un guardachoque, debido principalmente a la facilidad con la que los materiales empleados (resinas) en mencionado proceso pueden replicar las formas y texturas, lo que resulta conveniente al momento de producir geometrías complejas con un costo aproximado de 1400 dólares y un tiempo estimado de 15 días a un mes dependiendo de la complejidad del molde.

Conclusiones

- Al aplicar refuerzos en forma de nervios o costillas al modelo se consigue mejoras importantes en cuanto a mantener la curvatura original de la autoparte, pero por otro lado al obtener únicamente un 65% de regiones que están dentro de la tolerancia si se mide la desviación total, observa la influencia que tiene la contracción que presenta la resina poliéster, por lo que para mejorar esta tendencia se deberá utilizar compuestos basados en resina epoxi la cual según la literatura muestra índices de contracción debajo del 1%.

Conclusiones

- Los datos arrojados por el rugosímetro en el momento de medir el acabado superficial luego de varias pasadas o partes producidas se puede concluir que la cantidad de partes que se pueden obtener mediante este tipo de moldes están limitadas al correcto manejo del proceso de laminación, preparación de la superficie y manejo del molde, pudiendo llegar fácilmente a la producción de 75 piezas antes de la primera reparación como lo menciona el catálogo presentado por el fabricante de resinas (Delta Glass, 2017)

Gracias por su atención