

# **Diseño y desarrollo de un dispositivo para disminuir el nivel de accidentalidad en el sistema Metro**

Trabajo de grado para optar por título de ingeniero de diseño industrial

Ana María Ortiz Arias

Carné 13122018

Milton Darío Ramírez Velásquez

Carné 13222036

Asesores

Sergio Aristizábal Restrepo

Diseño Industrial

Carlos Eduardo Montoya Rojas

Gestión de Proyectos

Instituto tecnológico Metropolitano

Facultad de artes y humanidades

Ingeniería en diseño industrial

Medellín

2015

## Resumen

Este trabajo de investigación examina la posibilidad de implementar un dispositivo para disminuir el nivel de accidentes durante la salida e ingreso de los usuarios mediante el tren y la plataforma en las estaciones del Metro de Medellín, donde existe un espacio de 12 cm, lo que puede producir un accidente mientras el Metro se encuentra en servicio.

Ya se implementó una posible solución al problema en el año 2011, el cual reduce el riesgo de accidentalidad, pero según los estudios realizados para evitar estos atrapamientos, la banda de aproximación resultó ser demasiado costosa para ser implementada en todo el sistema que abarca 21 estaciones línea A, más 9 estaciones línea B, en total 30 estaciones para intervenir.

Para reducir costos se estableció que solo se iba a intervenir ciertos lugares de las estaciones, que es el área donde el Metro realiza sus paradas, cada tren con 6 vagones tiene 4 puertas a cada lado, lo que indica que son 24 puertas que cuentan con un paso libre de aproximadamente 1,30m cada una.

El módulo diseñado comprenderá tres Metros de longitud, este será modular de 1Metro cada uno, permitirá el paso recurrente de los usuarios y cuidará no solo de estos sino también de los trenes gracias a que será fabricado en caucho ya que es resistente a los esfuerzos (compresión, tensión o choque) en caso de tener contacto con alguno de los vagones, este producto se implantará en las plataformas del Sistema Metro gracias a sus propiedades también se reducirán costos de mantenimiento.

## **Abstract**

This research examines the possibility of implementing a device to diminish the level of accidents (proximity guide) during the entrance and exit of the users between the train and the platform in the station of the Metro of Medellin, in which the existent space measure 12cm, and can cause an accident while the Metro is in service.

A possible solution, considered, in the year 2011, reduces the risk of accidents, but according to studies realized to avoid these kinds of traps, the approximation line resulted to be too expensive for all the system. The systems consists of 21 stations of line A, plus 9 stations of line B, for a total of 30 stations to be intervened.

To reduce costs, a solution was established, that only certain spaces of the stations were going to be intervened, spaces in which the Metro realizes its stops. Each train with 6 wagons has 4 doors at each side, which indicates 24 doors that have a free pass of approximately 1.30m each.

The designed module will measure 3 meters of length, it will be modular of 1meter each, and it will allow the recurrent traffic of the users and it will guarantee the safety of its users and the trains, thanks to the production material. The rubber is resistant to the efforts (compression, tension, and shock) in case it enters in contact with any of the wagons. This product is going to be used in the platforms of the Metro system, and thanks to its properties, it will reduce maintenance costs.

## Tabla de contenido

Resumen.....	2
Abstract.....	3
Tabla de contenido.....	4
Palabras Clave.....	9
Key Words.....	11
Capítulo I.....	14
Antecedentes:.....	14
Datos generales.....	20
Distancias en plataformas.....	23
Planimetría estaciones Metro de Medellín.....	25
Planimetría trenes Metro de Medellín.....	28
Estado actual estaciones de la línea A, vía ascendente.....	34
Definición del problema.....	42
Consideraciones técnicas.....	43
Justificación.....	44
Marco Teórico.....	47
Caucho.....	47
Neopreno.....	51
Caucho etileno-propileno o epdm.....	58
Vigilancia Tecnológica.....	94
Objetivos.....	107
Objetivo general.....	107
Objetivos específicos.....	107
Alcances y limitaciones.....	107
Localización física.....	108
Procedimiento.....	109
Elementos del problema.....	109
Subproblemas.....	109
Descripción de las actividades (etapas).....	111
Cronograma.....	114
Beneficiarios.....	115
Recursos humanos.....	115
Requerimientos de diseño.....	115
Evolución Alternativas De Diseño.....	128
Tabla comparativa alternativas.....	158
Planos propuesta escogida.....	162
Análisis estructural de elementos finitos.....	163
Análisis cargas horizontales.....	163
Stress Analysis Report.....	163
Project Info (iProperties).....	163
Simulation: 1.....	164
Results.....	166

Figures.....	167
Análisis cargas verticales.....	174
Stress Analysis Report.....	174
Project Info (iProperties).....	175
Simulation:2.....	175
Results.....	177
Figures.....	178
Conclusiones análisis estructural de elementos finitos.....	186
Presupuesto.....	187
Fabricación y Producción.....	188
Orden de Producción.....	188
Procesos y Subprocesos.....	189
Costos de fabricación.....	190
Conclusiones.....	191
Bibliografía.....	194
Capitulo II.....	197
Aspectos del modelo y plan de negocios.....	197
Resumen del proyecto.....	197
Oportunidad de negocio.....	198
Resumen proyecto productivo.....	201
Antecedentes información general del proyecto.....	201
Nombre del proyecto.....	201
Resumen del proyecto.....	201
Nombres de los Participantes del proyecto.....	202
Presentación del equipo promotor.....	202
Oportunidad de negocio.....	202
Descripción de la actividad.....	203
Descripción del producto y servicio.....	203
Plan de negocio.....	204
Presentación.....	204
Definición del negocio.....	204
Descripción del equipo promotor.....	205
Marketing.....	206
Producto y servicio.....	206
Servicios:.....	207
Mercado.....	208
Público objetivo:.....	208
Competencia.....	209
Precio.....	209
Distribución.....	210
Promoción.....	210
Previsiones de ventas.....	210
Identidad corporativa – Logo.....	211
Producción y calidad.....	211
Producción y prestación de servicios.....	212

Calidad .....	212
Equipos e infraestructura .....	213
Seguridad en el trabajo y medio ambiente .....	214
Organización y gestión .....	214
Planificación y temporalización.....	215
Organización .....	216
Gestión de personal.....	216
Organigrama .....	217
Aspectos legales (registros, patentes, fiscales, contrataciones) .....	217
Determinación de la forma jurídica .....	217
Aspectos laborales del emprendedor .....	219
Aspectos laborales y seguridad social de los trabajadores.....	219
Obligaciones fiscales .....	220
Permisos, licencias y documentación oficial .....	220
Cobertura de responsabilidades .....	221
Patentes, marcas y otros tipos de registros.....	221
Aspectos económicos y financieros – (flujo de caja proyectado).....	222
Costos Fijos.....	222
Costos Variables .....	223
Margen de Contribución y punto de equilibrio.....	225
Flujo de caja proyectado .....	225
Activos fijos .....	227
Sistema de cobros .....	228
Sistema de pagos.....	228
Inversión .....	229
Valoración.....	229
Análisis de puntos fuertes y débiles.....	229

## **LISTADO DE GRÁFICOS**

Grafico 1 Cantidad de incidentes registrados entre 2010 y 2013 .....	16
--	----

## **LISTADO DE TABLAS**

Tabla 1 Incidentes registrados de 2010 a 2013 .....	16
Tabla 2 Casos horas y estaciones.....	17
Tabla 3 Distancias en plataformas .....	24
Tabla 4 Capacidad de pasajeros .....	30
Tabla 5 Diferencia entre estaciones .....	42
Tabla 6 Tipos de cauchos y aplicaciones .....	50
Tabla 7 Principales productores mundiales .....	53
Tabla 8 Propiedades físicas.....	54
Tabla 9 Policloropreno.....	54
Tabla 10 Formulación típica de un adhesivo .....	57

Tabla 11 Propiedades generales de los elastómeros de etileno-propileno .....	60
Tabla 12 Comparación según el dieno utilizados .....	62
Tabla 13 Resumen de características generales de los elastómeros de etileno-propileno .....	68
Tabla 14 Estado del arte.....	106
Tabla 15 PDS .....	127
Tabla 16 Propuesta de diseño 1 .....	129
Tabla 17 Matriz propuesta 1 .....	130
Tabla 18 Propuesta de diseño 2 .....	132
Tabla 19 Matriz propuesta 2 .....	133
Tabla 20 Propuesta de diseño 3 .....	135
Tabla 21 Matriz propuesta 3 .....	136
Tabla 22 propuestas 4 .....	137
Tabla 23 Propuesta de diseño 5 .....	139
Tabla 24 Matriz propuesta 5 .....	140
Tabla 25 Propuesta de diseño 6 .....	142
Tabla 26 Matriz propuesta 6 .....	143
Tabla 27 Propuesta de diseño 7 .....	145
Tabla 28 Matriz propuesta 7 .....	146
Tabla 29 Propuesta de diseño 8 .....	149
Tabla 30 Matriz propuesta 8 .....	150
Tabla 31 Propuesta de diseño 9 .....	153
Tabla 32 Matriz propuesta 9 .....	154
Tabla 33 Propuesta de diseño 10 .....	157
Tabla 34 Matriz propuesta 10 .....	158
Tabla 35 Análisis alternativas.....	159
Tabla 36 Planos propuesta final.....	162
Tabla 37 Modelo Canvas .....	200
Tabla 38 Equipos .....	214
Tabla 39 Costos fijos .....	222
Tabla 40 Costos variables 1 .....	223
Tabla 41 Costos variables 2 .....	224
Tabla 42 Costos Variables 3 .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 43 Margen de contribución y punto de equilibrio.....	225
Tabla 44 Flujo de caja proyectado.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 45 Activos fijos.....	227
Tabla 46 Matriz DOFA.....	229

## LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1 Prueba piloto estación San Antonio B .....	18
Imagen 2 Prueba piloto estación San Antonio B .....	19
Imagen 3 Plano prototipo instalado .....	19
Imagen 4 Sección estación Sabaneta .....	25

Imagen 5 Detalle sección típica estación.....	25
Imagen 6 Detalle 1.1 sección típica estación.....	26
Imagen 7 Detalle 1.2 Dimensiones de plataforma y galibo libre.....	26
Imagen 8 Detalle planta estación Sabaneta.....	27
Imagen 9 Planta general estación Sabaneta.....	27
Imagen 10 Dimensiones generales tren CAF.....	28
Imagen 11 Dimensiones tren CAF.....	29
Imagen 12 Distribución puertas general.....	32
Imagen 13 Dimensiones generales tren CAF - SIEMENS.....	33
Imagen 14 Cadena polimérica de la gutapercha.....	47
Imagen 15 Molécula cloropreno - Policloropreno.....	52
Imagen 16 cable con aislamiento de neopreno.....	56
Imagen 17 Cola Neoprene.....	57
Imagen 18 Propiedades Técnicas Neopreno.....	58
Imagen 19 Estructura química del EPDM con ENB.....	61
Imagen 20 Esquema del proceso de polimerización en solución.....	63
Imagen 21 Esquema del proceso de polimerización en suspensión.....	64
Imagen 22 Burlete de EPDM.....	69
Imagen 23 Manguera EPDM.....	69
Imagen 24 Burletes de EPDM para armado de cámaras frigoríficas.....	69
Imagen 25 Mascara de gases.....	70
Imagen 26 Cubierta exterior de cables.....	70
Imagen 27 Membrana de caucho de etileno-propileno.....	71
Imagen 28 Colocación de membrana de EPDM en techo.....	71
Imagen 29 Calor o catalizadores.....	74
Imagen 30 Proceso caucho.....	74
Imagen 31 Recubrimiento de circuito eléctrico con silicona.....	81
Imagen 32 Diagrama de una extrusora.....	84
Imagen 33 Transporte de solido.....	87
Imagen 34 Longitud polímero.....	88
Imagen 35 Plato rompedor.....	90
Imagen 36 Esquema de un torpedo de un cabezal de extrusión de película tubular.....	90
Imagen 37 Sección de una boquilla circular de extrusión.....	91
Imagen 38 Componentes de la línea.....	92
Imagen 39 Estaciones METRO de Medellín.....	108
Imagen 40 Cronograma.....	114
Imagen 42 Organigrama.....	217

## Palabras Clave

**Balona:** Bomba de caucho que permite la amortiguación de un vehículo.

**Carga:** está relacionado a aquella cosa que genera peso o presión respecto a otra o a la estructura que se transporta.

**Caucho:** Sustancia elástica, impermeable y resistente que se obtiene a partir del jugo lechoso de ciertas plantas tropicales; se emplea en la fabricación de neumáticos, tuberías aislantes, etc.

**Compresión:** Acción de comprimir o comprimirse.

**EPDM:** Etileno-propileno dieno monómero.

**Extrusión:** Proceso industrial mecánico, en donde se realiza una acción de moldeado del plástico, que por flujo continuo con presión y empuje, se lo hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada.

**Galibo:** Se utiliza para hacer referencia a la zona geométrica que debe estar libre de obstáculos alrededor de un sitio. Espacio de seguridad.

**Ignifugo:** Que rechaza la combustión y protege contra el fuego.

**Intemperie:** Ambiente atmosférico considerado como variaciones e inclemencias del tiempo que afectan a los lugares o cosas no cubiertos o protegidos.

**Metro:** (de ferrocarril Metropolitano), es un sistema de trenes urbanos ubicado dentro de una ciudad y su área Metropolitana. Se caracteriza por ser un transporte masivo de pasajeros en las grandes ciudades, uniendo diversas zonas y sus alrededores, con alta capacidad y frecuencia, y separados de otros sistemas de transporte.

**Neopreno:** Caucho sintético que resiste temperaturas muy altas.

**Perfil:** Línea que marca el límite de una cosa mirada desde un punto determinado.

**Persulfato:** Nombre genérico de las sales del ácido persulfúrico.

**Plataforma:** Superficie horizontal plana, descubierta y elevada, construida sobre una armazón en el suelo u otra superficie mayor, que sirve de apoyo o base para algo.

**Polimerización:** Proceso mediante el cual las moléculas simples, iguales o diferentes, reaccionan entre sí por adición o condensación y forman otras moléculas de peso doble, triple, etc.

**Prueba Piloto:** Es aquella experimentación que se realiza por primera vez con el objetivo de comprobar ciertas cuestiones. Se trata de un ensayo experimental, cuyas conclusiones pueden resultar interesantes para avanzar con el desarrollo de algo.

**Sistema:** Módulo ordenado de elementos que se encuentran interrelacionados y que interactúan entre sí. El concepto se utiliza tanto para definir a un conjunto de conceptos como a objetos reales dotados de organización.

**Resiliencia:** Energía de deformación (por unidad de volumen) que puede ser recuperada de un cuerpo deformado cuando cesa el esfuerzo que causa la deformación.

**Riel:** Barra de metal sobre la que se acopla algo para que se deslice por ella.

**Tracción:** Acción de tender a mover una cosa hacia el punto de donde procede el esfuerzo.

**Tren:** Vehículo constituido por varios vagones arrastrados por una locomotora, que circula sobre rieles y se utiliza para el transporte de personas o de mercancías.

**Unidad:** Elemento diferenciador y completo que forma parte de una serie o de un conjunto.

**Vagón:** Plataforma o cabina del tren que es arrastrada por la locomotora, en donde viajan la carga o los pasajeros.

**Vulcanización:** Proceso mediante el cual se calienta el caucho crudo en presencia de azufre, con el fin de volverlo más duro y resistente al frío.

### **Key Words**

**Balona:** Rubber pump that allows the damping of a vehicle.

**Compression effort:** Is the result of the tensions or pressures that exist inside a deformable solid or continuous medium, characterized because it tends to a reduction of the volume of the body, and a shortening of the body in a specific direction.

**EPDM:** Ethylene-propylene diene monomer.

**Extrusion:** Industrial mechanical process, in which a modeling action of the plastic is realized, through a continuous flow with pressure and push, and its passed through a mold in charge of giving it the desired shape.

**Fireproof:** Combustion resistant and protects against fire.

**Gauge:** Used to refer the geometric area that must be free of obstacles around a site.

Security space

**Load:** Is related to the thing that generates weight or pressure over another or the structure of transport.

**Metro** (Metropolitan railroad) is a rail system located inside a city and its Metropolitan area. It is characterized by a mass transit in large cities and connects different areas and their surroundings, with high capacity and frequency, and separated from other transport systems.

**Neoprene:** Synthetic rubber that resist very high temperatures.

**Outdoor environment:** Atmosphere ambiance considered as the variations of inclemency of time, that affect places or things not covered or protected.

**Pilot test:** Is a study done for the first time in order to check certain issues. It is about an experimental trial, whose findings may be of interest to advance the development of something.

**Persulfate:** Generic name for salts of persulfuric acid.

**Platform:** Horizontal plane surface, uncovered and elevated, constructed above a structure in the floor or other mayor surface, which works as a base or support for something.

**Polymerization:** The process by which simple, same or different molecules react with each other by addition or condensation to form other molecules that weigh double, triple, etc.

**Profile:** Line that marks the limit of a thing looked from a specific point.

**Rail:** One of a pair of steel bars that provide the running surfaces for the wheels of locomotives and railroad cars.

**Resilience:** Strain energy (per unit of volume) that can be retrieved from a deformed body when the effort that cause deformation ceases. **Rubber:** Elastic, waterproof and resistant substance obtained from the milky juice of certain tropical plants; It is used in the manufacture of tires, insulation pipes, etc.

**System:** Organized module of elements that it is interrelated and that interact among each other. The concept is used to define a set of concepts such a real organized objects.

**Traction:** Internal effort to which a body is subdued because of the application of two forces that act in the opposite sense and tend to stretch it.

**Train:** A series of connected railroad cars pulled or pushed by one or more locomotives, used for the transport of persons or goods.

**Unit:** Unique and complete element that is part of a series or a set.

**Vulcanization:** The process by which the raw rubber is heated in the presence of sulfur, in order to make it more tough and resistant to cold.

**Wagon:** Platform or train cabin pulled by the locomotive, where travels cargo or passengers.

## **Capítulo I**

### **Dispositivo (guía de aproximación) para disminuir el nivel de accidentalidad en el sistema**

#### **Metro**

#### **Solución de espacio entre el tren y la plataforma en las estaciones del Metro de Medellín.**

Antecedentes:

La Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Limitada – METRO de Medellín Ltda.- fue creada el 31 de mayo de 1979. Se constituyó con el fin de construir, administrar y operar el sistema de transporte masivo, generando desarrollo y buscando ofrecer CALIDAD DE VIDA a todos los habitantes del Valle de Aburrá.

Para llevar a cabo este proyecto se asociaron en partes iguales el Municipio de Medellín y el Departamento de Antioquia, posibilitando la creación de la Empresa. En 1979 comenzó la elaboración de los estudios de factibilidad técnica y económica, los cuales fueron realizados por la firma Mott, Hay & Anderson Ltda. Y cuyo contrato se extendió hasta desarrollar los pliegos de la licitación internacional.

En 1980 el proyecto se sometió a consideración del Gobierno Nacional, y su Consejo Nacional de Política Económica y Social le dio su aprobación en diciembre de 1982. Ese año se autorizó a la Empresa la contratación externa del 100% de los recursos necesarios para la obra y en 1984 se contrató la construcción con firmas alemanas y españolas.

El 30 de noviembre de 1995, a las 11:00 a.m., se inició la operación comercial en un primer tramo, entre las estaciones Niquía y Poblado en la Línea A; luego la red se extendió hasta Itagüí, cuatro estaciones más al Sur y al Occidente con seis estaciones en la Línea B. El 7 de agosto de 2004 entró en funcionamiento la Línea K, Metrocable del nororiente; el 3 de marzo de

2008 inició su servicio el segundo Metrocable, Línea J; en febrero de 2010 se puso en servicio la primera línea turística, Cable Arví, Línea L, al oriente cercano; el 22 de diciembre de 2011 el METRO inició la operación, por encargo del Municipio de Medellín, de la Línea 1 de Buses articulados; y el 17 de septiembre de 2012 se entregaron dos nuevas estaciones en el Sur del Valle de Aburrá, Sabaneta y La Estrella.

Actualmente, el Sistema cuenta con 55 estaciones: 21 en la línea A, 6 en la línea B, 3 en la línea K, 3 en la línea J, 2 turísticas en el Cable Arví línea L y 20 en la Línea 1 de Buses. Hoy, después de 20 años de funcionamiento, el área de influencia directa de la red METRO se extiende por seis municipios: Bello, Medellín, Itagüí, Envigado, Sabaneta y La Estrella y cuenta con rutas integradas a otros municipios cercanos.

La empresa Metro de Medellín tiene como misión ser una empresa líder en el servicio de transporte público de pasajeros y para ello cuenta con una amplia trayectoria empresarial, que le ha permitido generar varias innovaciones tanto a nivel administrativo como operacional para poder así lograr cumplir sus objetivos de calidad y eficiencia en el servicio.

Y con la mentalidad puesta en la mejora continua la empresa ha identificado una variable que tiene sin atender y que ha estado latente desde el momento en que entraron en operación, ocasionando a través del tiempo un gran número de incidentes con los usuarios en los que estos quedan atrapados en el espacio que queda libre entre el borde de la plataforma de abordaje y la cara externa del tren, llamado galibo, este es de aproximadamente 12 centímetros, teniendo en cuenta estos antecedentes de accidentes la empresa Metro ha visto una oportunidad de mejora donde propone desarrollar un sistema que permita llenar o reducir el tamaño de este espacio para la protección de los usuarios y que al mismo tiempo no signifique una interferencia con los trenes y su libre operación.

Cada uno de estos incidentes ha significado serias demoras en la prestación del servicio, que va relacionado de manera proporcional en la calificación negativa que puede recibir la empresa.

Solo durante los últimos años se ha hecho un seguimiento más minucioso al problema de incidentes en plataforma, arrojando como resultado que las estaciones con mayor incidentes son las de San Antonio A y Poblado, donde se han presentado gran cantidad de situaciones de riesgo para los usuarios sobre todo en la hora pico de la tarde.

En la gráfica 1 se muestra la cantidad de incidentes registrados entre los años 2010 y 2013

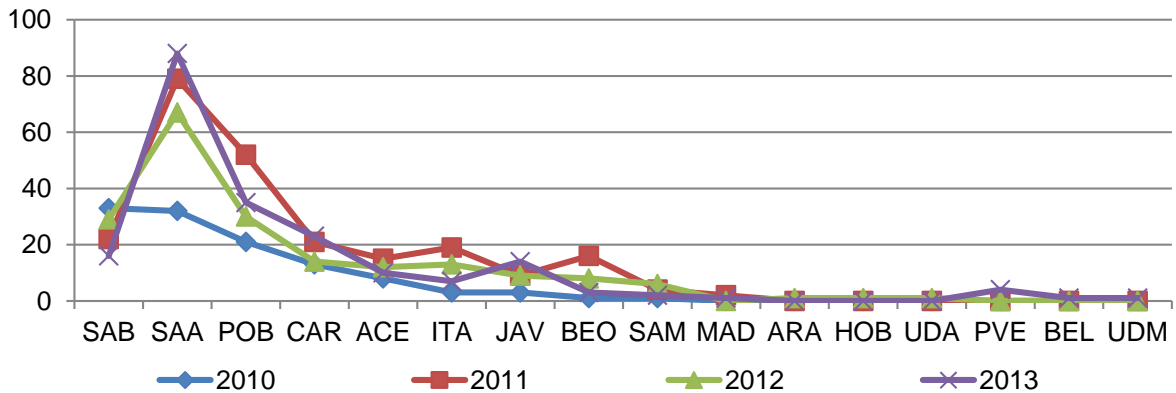


Gráfico 1 Cantidad de incidentes registrados entre 2010 y 2013

	SAB	SAA	POB	CAR	ACE	ITA	JAV	BEO	SAM	MAD	ARA	HOB	UDA	PVE	BEL	UDM
2010	33	32	21	13	8	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2011	22	79	52	21	15	19	9	16	4	2	0	0	0	0	0	0
2012	29	67	30	14	12	13	9	8	6	0	1	1	1	0	0	0
2013	16	88	35	23	10	7	14	3	2	1	0	0	0	4	1	1

Tabla 1 Incidentes registrados de 2010 a 2013

AÑO	CASOS	HORAS	ESTACIONES
-----	-------	-------	------------

2010	115	Pico am: 9 Valle día: 25 Pico pm: 60 Valle noche: 21	SAB (33), SAA (32), POB (21), CAR (13), ACE (8), ITA (3), JAV (3), BEO (1), SAM (1)
2011	239	Pico am: 48 Valle día: 85 Pico pm: 88 Valle noche: 18	SAA (79), POB (52), SAB (22), CAR (21), ITA (19), BEO (16), ACE (15), JAV (9), SAM (4), MAD (2)
2012	191	Pico am: 48 Valle día: 46 Pico pm: 80 Valle noche: 17	SAA (67), POB (30), SAB (29), CAR (14), ITA (13), ACE (12), JAV (9), BEO (8), SAM (6), ARA (1), HOB (1), UDA (1)
2013	205	Pico am: 43 Valle día: 53 Pico pm: 88 Valle noche: 21	SAA (88), POB (35), CAR (23), SAB (16), JAV (14), ACE (10), ITA (7), BEO (3), SAM (2), MAD (1), UDM (1)
2014	174	Pico am: 35 Valle día: 55 Pico pm: 75 Valle noche: 9	SAA (63), SAB (18), IND (16), POB (14), UNI (7), ACE (6), ITA (5), BER (5), HOS (5), CAR (4), CAT (4), AYU (4), JAV (4), ALP (3), PRA (2), TRI (2), XPO (2), BAN (1), CIS (1), EST (1), FLO (1), ESM (1), INB (1), MIN (1), NIQ (1), SAM (1)

*Tabla 2 Casos horas y estaciones*

*Fuente: Informe sobre las guías de aproximación en estaciones del sistema METRO, facilitado por el METRO de Medellín, I+D+i*

A raíz de la recopilación de datos obtenidos durante los dos primeros años de análisis, se decidió en el 2011 diseñar e implementar una solución adecuada para llenar el espacio del galibo y poder lograr una reducción en el nivel de accidentalidad de los usuarios.

Esta prueba piloto se desarrolló en la estación San Antonio en la plataforma norte de la línea B, la propuesta que se implementó fue una banda de caucho que es capaz de soportar 120 kilos de carga vertical y es lo suficientemente suave para que en caso de que el tren se ladee en plataforma no le haga daño a la estructura del mismo. El prototipo desarrollado fue homologado y sometido a ensayos Metrológicos.

En los tres años que ha estado esta prueba en uso ha recibido bastante comentarios positivos por parte de los usuarios y lo recibieron con agrado. A pesar de que fue una buena solución, esta no ha sido implementada en todo el sistema por que el costo total de su implementación es demasiado alto, por eso la empresa está en la búsqueda de nuevas soluciones que sean económicas y cumplan satisfactoriamente su función.



*Imagen 1 Prueba piloto estación San Antonio B*



## **Comentarios de los usuarios**

*“Las observe y me parecen que es un sistema practico y apropiado para aumentar la seguridad para los usuarios que salen y entran al Tren, evitando accidentes. Debe ser adoptado en todas las Estaciones como medio de seguridad”.*

*“Al realizar la visita observe que las bandas de acercamiento realizan muy bien su función por el material que están construidas le facilita la misma. No tengo ninguna recomendación especial”, de hecho las probé, parándome en ellas.*

*“En el día de hoy estuve analizando el proyecto Bandas de acercamiento y la verdad me pareció un sistema muy efectivo, pensaba que de pronto a un niño se le podría ir la piernita pero pude observar que es poco probable, inclusive me pare en dichas bandas y sostuvieron perfectamente mis 92 kilogramos, es una solución bien pensada, también indague con los conductores y en general tienen muy buenos comentarios del sistema”.*

*Fuente: Informe sobre las guías de aproximación en estaciones del sistema METRO, facilitado por el METRO de Medellín, I+D+i*

### **Datos generales**

- 3 vagones = 1 unidad
- 1 tren = 6 vagones = 2 unidades
- Línea A operan trenes
- Línea B operan unidades
- Cada vagón tiene 4 puertas de cada lado, 8 en total.

- Un tren tiene 32 puertas en total
- Capacidad máxima de usuarios por tren es de 2.200 personas
- Los trenes mueven 31.800 usuarios hora/sentido
- La capacidad de usuarios se calcula con 6 personas/m<sup>2</sup> aunque en horas de mayor afluencia esta ocupación puede pasar a 8 personas/m<sup>2</sup>

Los trenes tienen un esquema de mantenimiento que es de tres etapas o tres niveles que es programado de acuerdo a los kilómetros recorridos por cada unidad, el tercer mantenimiento es llamado mantenimiento mayor e implica sacar el vehículo de circulación por un tiempo de entre una y dos semanas en las cuales se le revisan todos los sistemas de tracción donde se le realiza limpieza y reparaciones de mayor complejidad.

Las estaciones están diseñadas para albergar trenes de 104 Metros de longitud, estas fueron diseñadas de acuerdo a los estándares vigentes al momento del proyecto y cumple con los estándares internacionales en cuanto a las distancias mínimas seguras para la circulación de los trenes.

Una de estas distancias es el galibo de seguridad de la plataforma que es el que está representando riesgos en este momento para los usuarios, este espacio se deja libre para poder permitirle al tren el libre movimiento, ya que este se no solo se mueve hacia adelante o hacia atrás, sino que también se mueve lateralmente y en forma vertical, subiendo y bajando su nivel de acuerdo a el peso total de las personas que ocupan el tren. El sistema de amortiguación que permite que el tren regule su altura funciona por medio de unas balonas que se inflan o desinflan para regular la altura.

Estos factores no permiten que el piso del tren esté nivelado con las plataformas de las estaciones, debido a las diferencias entre estas en cada estación y el mantenimiento que se le haya hecho al balastro, las traviesas y rieles del tren; lo que genera que el nivel pueda estar por encima o por debajo de la plataforma. Otro factor que también afecta este nivel es el estado actual de las balonas y el mantenimiento que se hace sobre estas.

## Distancias en plataformas

### MEDICIÓN ENTRE BORDE DE PLATAFORMA AL BORDE DE TREN EN PLATAFORMAS

Tolerancia Posición Absoluta= +/- 30 mm

Estacion		Fecha	Responsable	Unidad	Teorico (mm)	Real (mm)	Observaciones
NIQ	Ascendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	17	120,0	111,00	
	Descendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	6	120,0	120,00	
BEO	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	26	120,0	130,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	24	120,0	118,00	
MAD	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	26	120,0	130,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	32	120,0	110,00	
ACE	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	7	120,0	115,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	33	120,0	100,00	
TRI	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	33	120,0	140,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	27	120,0	115,00	
CAR	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	18	120,0	130,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	40	120,0	125,00	
UNI	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	18	120,0	130,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	40	120,0	130,00	
HOS	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	18	120,0	140,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	40	120,0	130,00	
PRA	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	18	120,0	140,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	40	120,0	165,00	
BER	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	18	120,0	120,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	40	120,0	150,00	
SAA	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	18	120,0	155,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	40	120,0	130,00	
ALP	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	18	120,0	130,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	40	120,0	135,00	
XPO	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	18	120,0	125,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	40	120,0	140,00	
IND	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	18	120,0	135,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	40	120,0	160,00	
POB	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	18	120,0	160,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	40	120,0	150,00	
CAT	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	18	120,0	135,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	40	120,0	145,00	
AYU	Ascendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	39	120,0	150,00	
	Descendente	11-dic-08	Nilson Aguilera	40	120,0	125,00	
ENV	Ascendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	31	120,0	120,00	
	Descendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	16	120,0	125,00	
ITA	Ascendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	22	120,0	125,00	
	Descendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	31	120,0	148,00	

Tolerancia Posición Absoluta= +/- 30 mm

Estacion		Fecha	Responsable	Unidad	Teorico (mm)	Real (mm)	Observaciones
JAV	Ascendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	26	120,0	130,00	
	Descendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	30	120,0		
LUC	Ascendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	30	120,0	122,00	
	Descendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	26	120,0	135,00	
FLO	Ascendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	30	120,0	110,00	
	Descendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	26	120,0	135,00	
EST	Ascendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	3	120,0	125,00	
	Descendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	26	120,0	135,00	
SAM	Ascendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	3	120,0	148,00	
	Descendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	26	120,0	105,00	
CIS	Ascendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	3	120,0	130,00	
	Descendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	26	120,0	140,00	
SAB	Ascendente	14-dic-08	Nilson Aguilera		120,0		
	Descendente	14-dic-08	Nilson Aguilera	26	120,0	130,00	

*Tabla 3 Distancias en plataformas*

## Planimetría estaciones Metro de Medellín

Las estaciones tienen una geometría general y unos valores de distancias estándar por lo que se puede tomar como ejemplo la estación Sabaneta para mostrar cuál es la configuración del sistema en cuanto a estaciones.

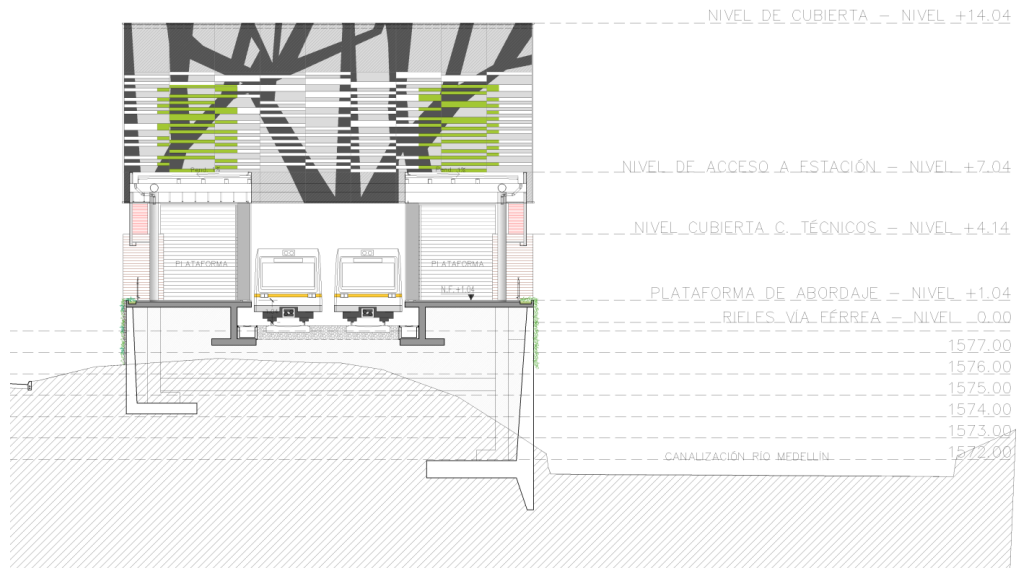


Imagen 4 Sección estación Sabaneta

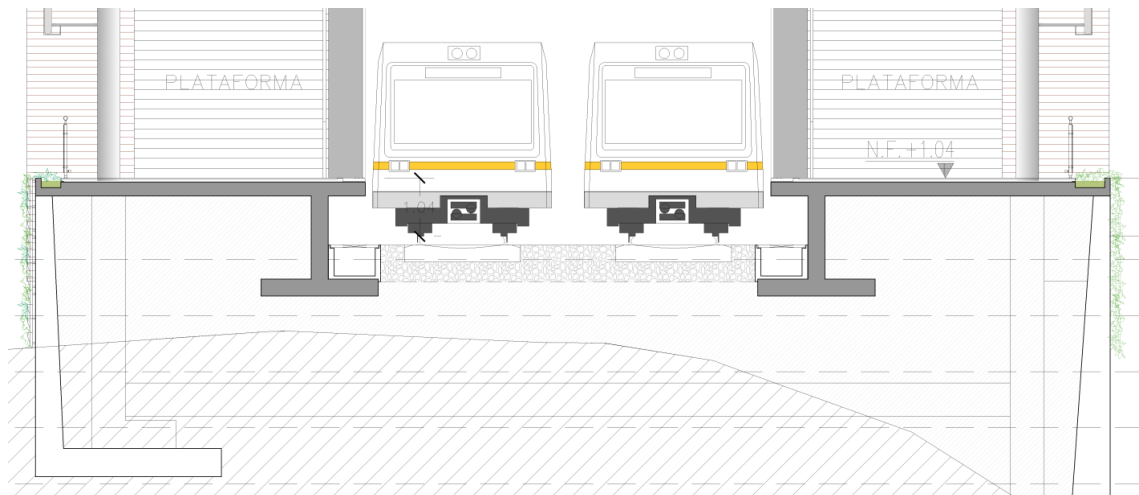


Imagen 5 Detalle sección típica estación.

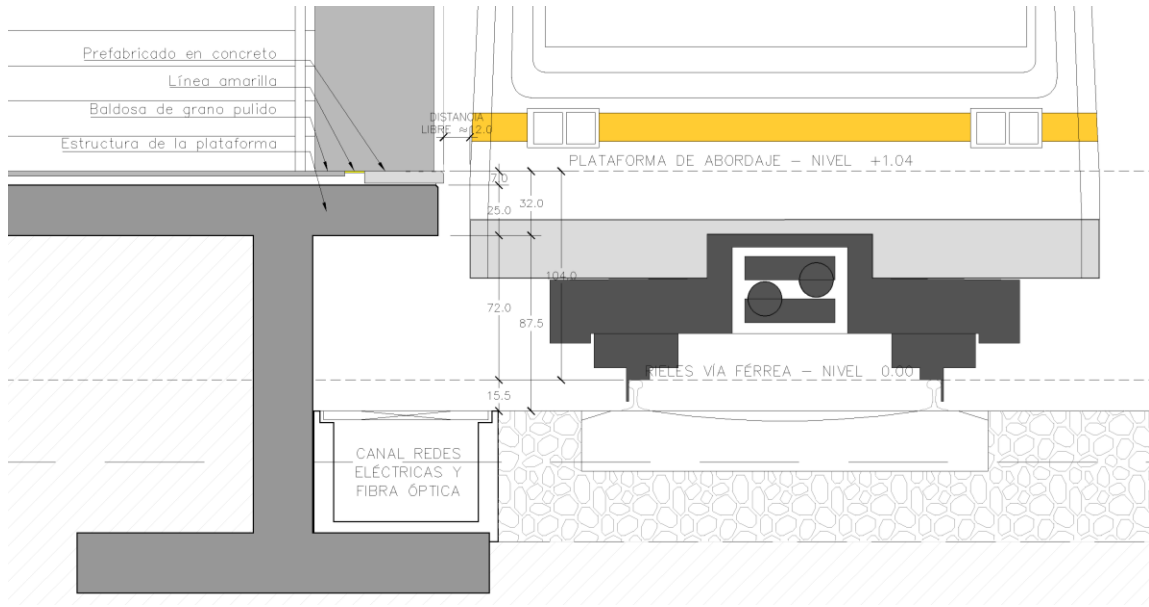


Imagen 6 Detalle 1.1 sección típica estación

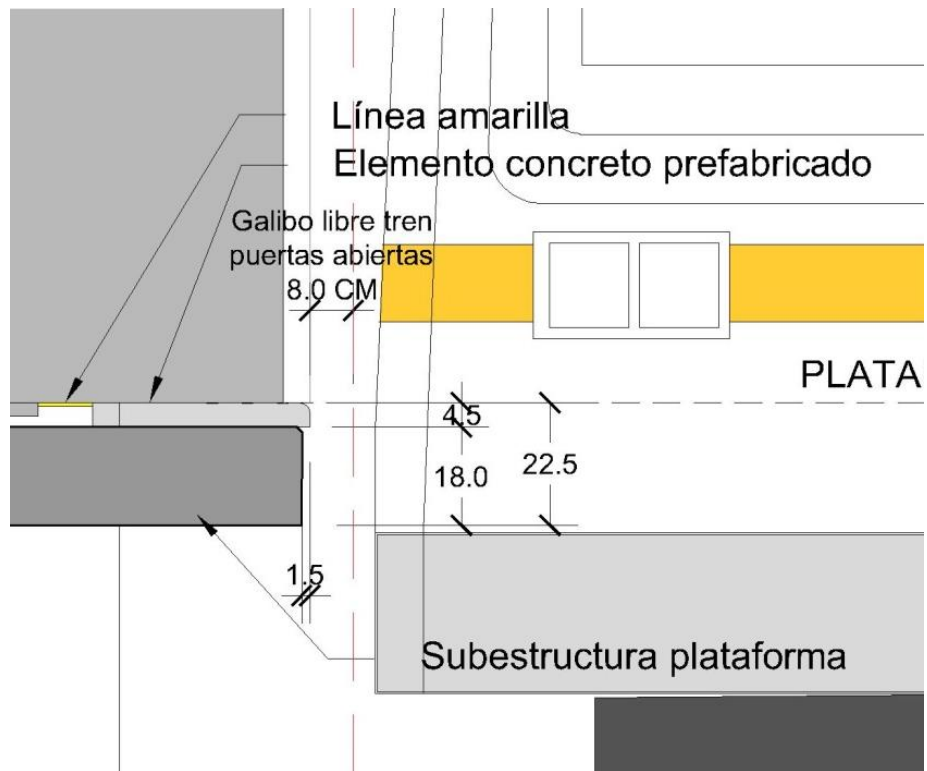


Imagen 7 Detalle 1.2 Dimensiones de plataforma y galibo libre

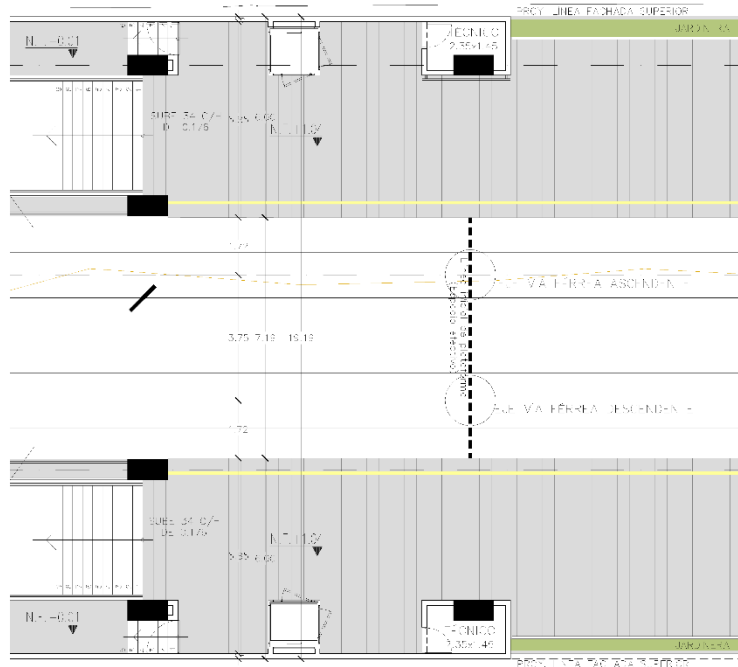


Imagen 8 Detalle planta estación Sabaneta

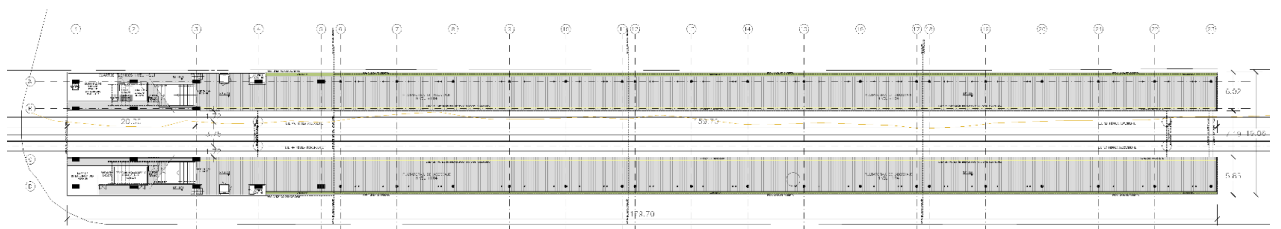
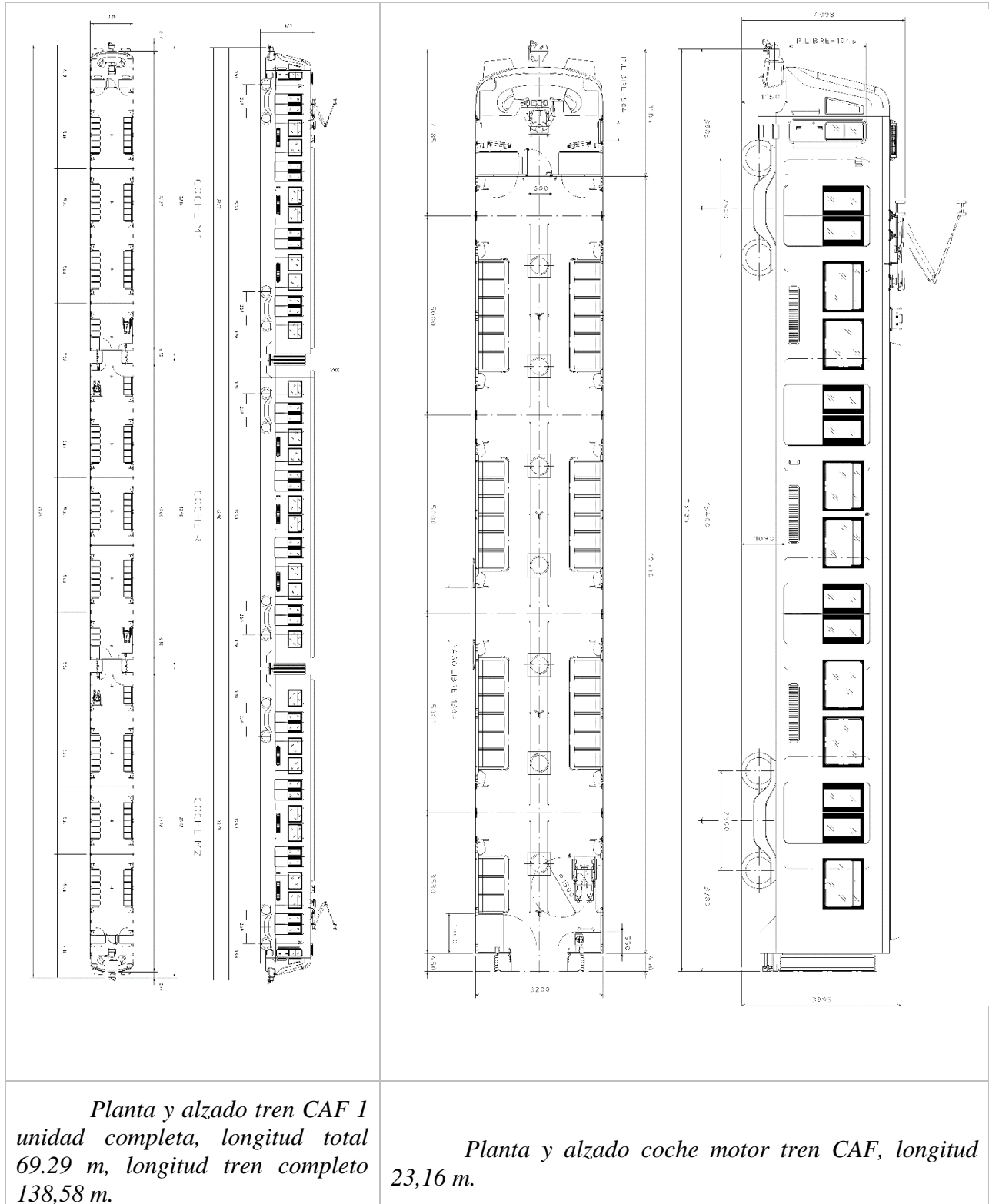


Imagen 9 Planta general estación Sabaneta

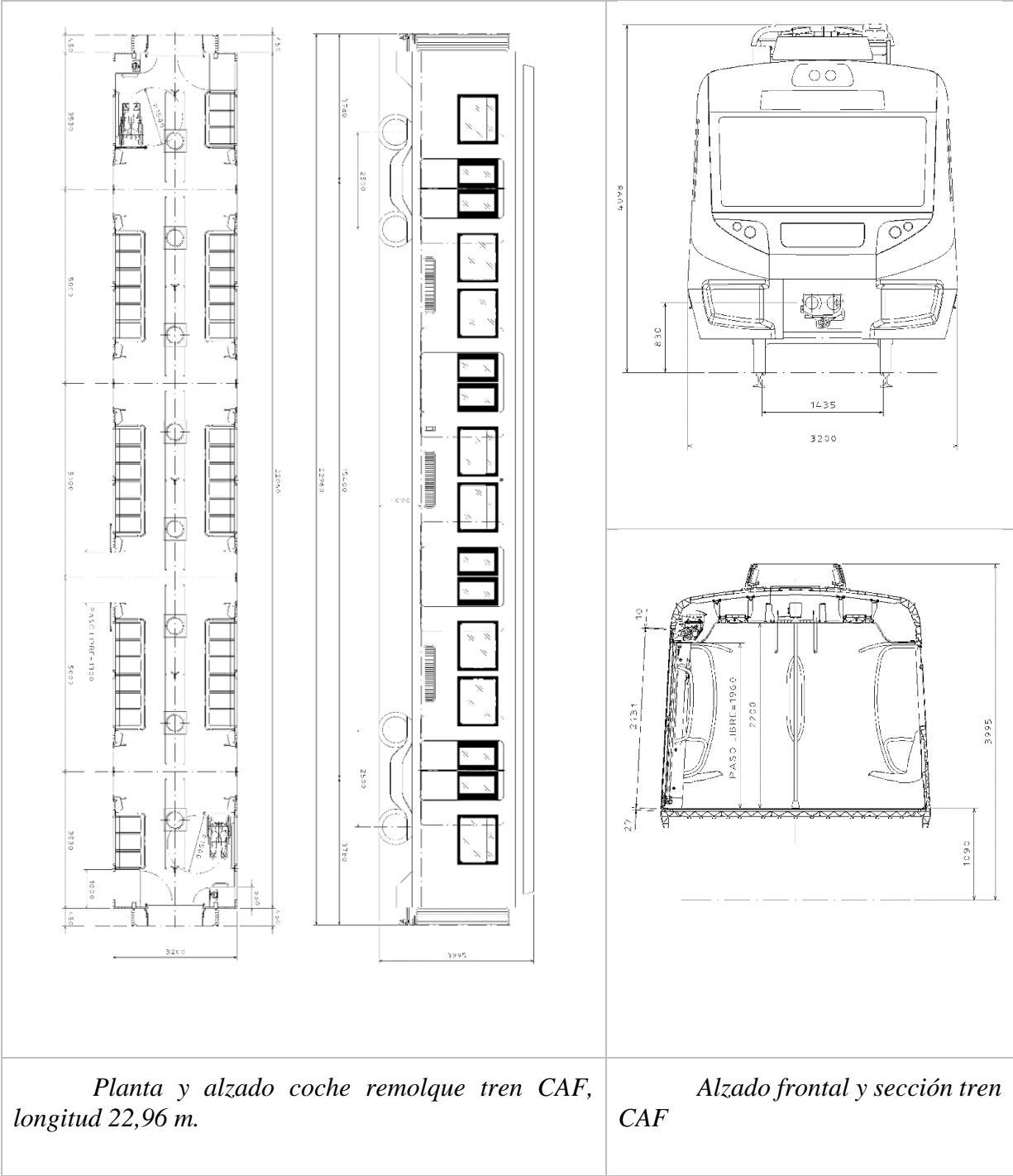
Planimetría trenes Metro de Medellín



*Planta y alzado tren CAF 1 unidad completa, longitud total 69,29 m, longitud tren completo 138,58 m.*

*Planta y alzado coche motor tren CAF, longitud 23,16 m.*

*Imagen 10 Dimensiones generales tren CAF*



*Planta y alzado coche remolque tren CAF, longitud 22,96 m.*

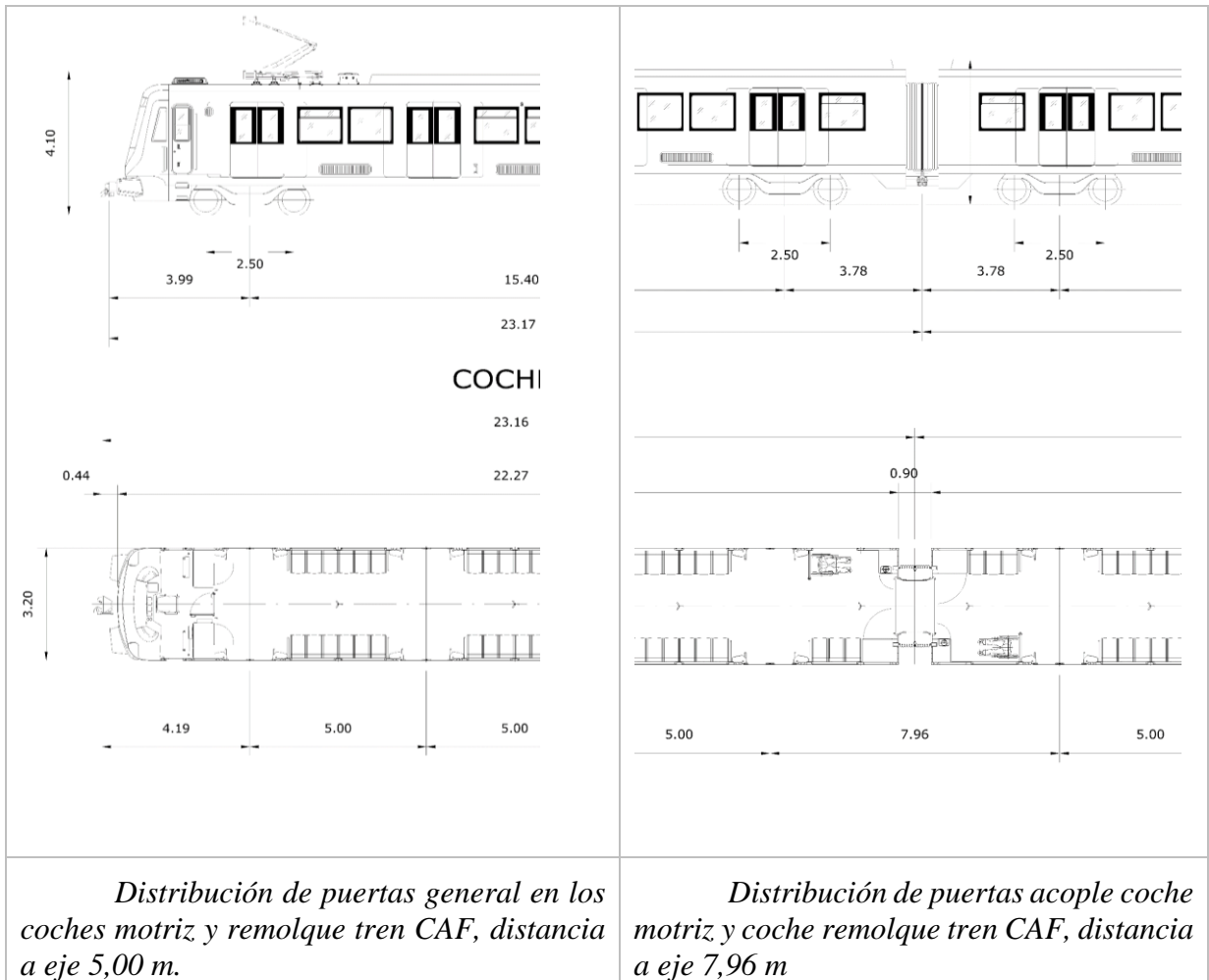
*Alzado frontal y sección tren CAF*

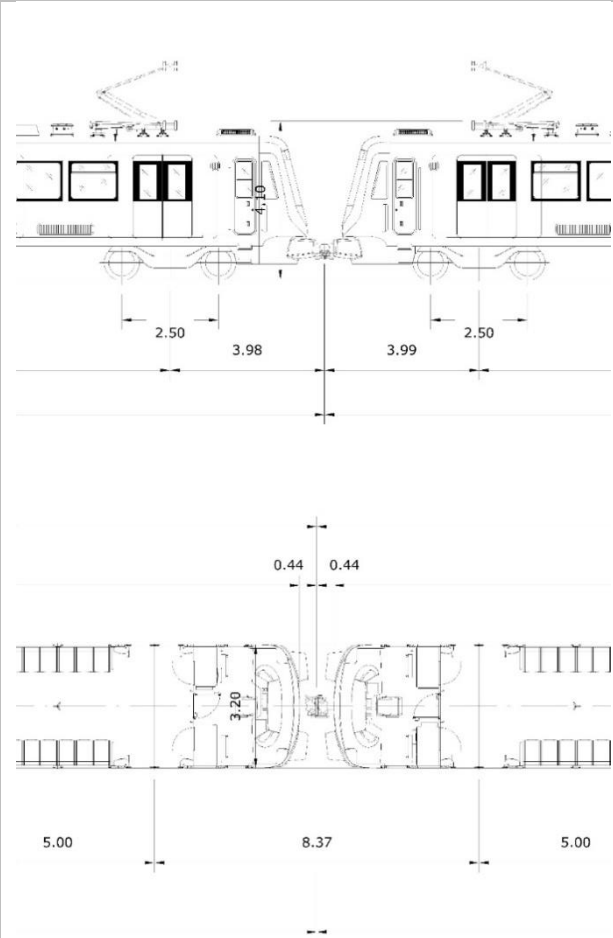
*Imagen 11 Dimensiones tren CAF*

	M1	R	M2	TOTAL M1+R+M2
SENTADOS	39	42	39	120
ÁREA DISPONIBLE	40.73 m <sup>2</sup>	46.18 m <sup>2</sup>	40.73 m <sup>2</sup>	127.64 m <sup>2</sup>
DE PIE (6p/m <sup>2</sup> )	244	277	244	765
TOTAL (6p/m <sup>2</sup> )	283	319	283	885
DE PIE (8p/m <sup>2</sup> )	326	369	326	1021
TOTAL (8p/m <sup>2</sup> )	365	411	365	1141

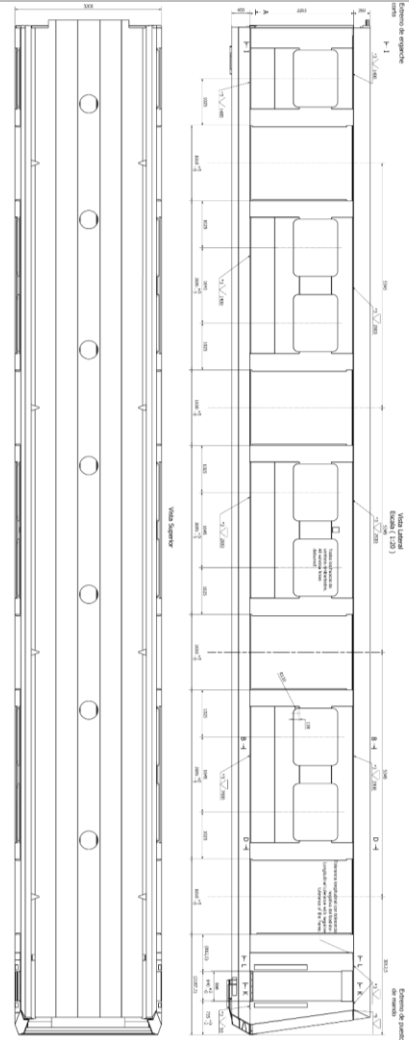
*Tabla 4 Capacidad de pasajeros*

En los trenes CAF las puertas dentro de los coches motriz y remolque se encuentran a 5 Metros a eje una de otra, cuando están ensamblados los coches la quinta puerta contando desde la cabina principal hacia el final está a 7,96 m. de la cuarta puerta, lo mismo que la novena de la octava, esto debido al espacio que se genera por acople entre coches. La distancia entre puertas a ejes de un tren completo es de 130,21 m., cada puerta tiene un paso libre de 1,30 m. se debe tener en cuenta que el tren tiene un punto de frenado final en cada estación pero ese punto puede ser un Metro antes o un Metro después.





*Distribución de puertas acople unidades tren CAF, distancia a eje 8,37 m.*



*Alzado coche motor tren MAN-SIEMENS*

*Imagen 12 Distribución puertas general*

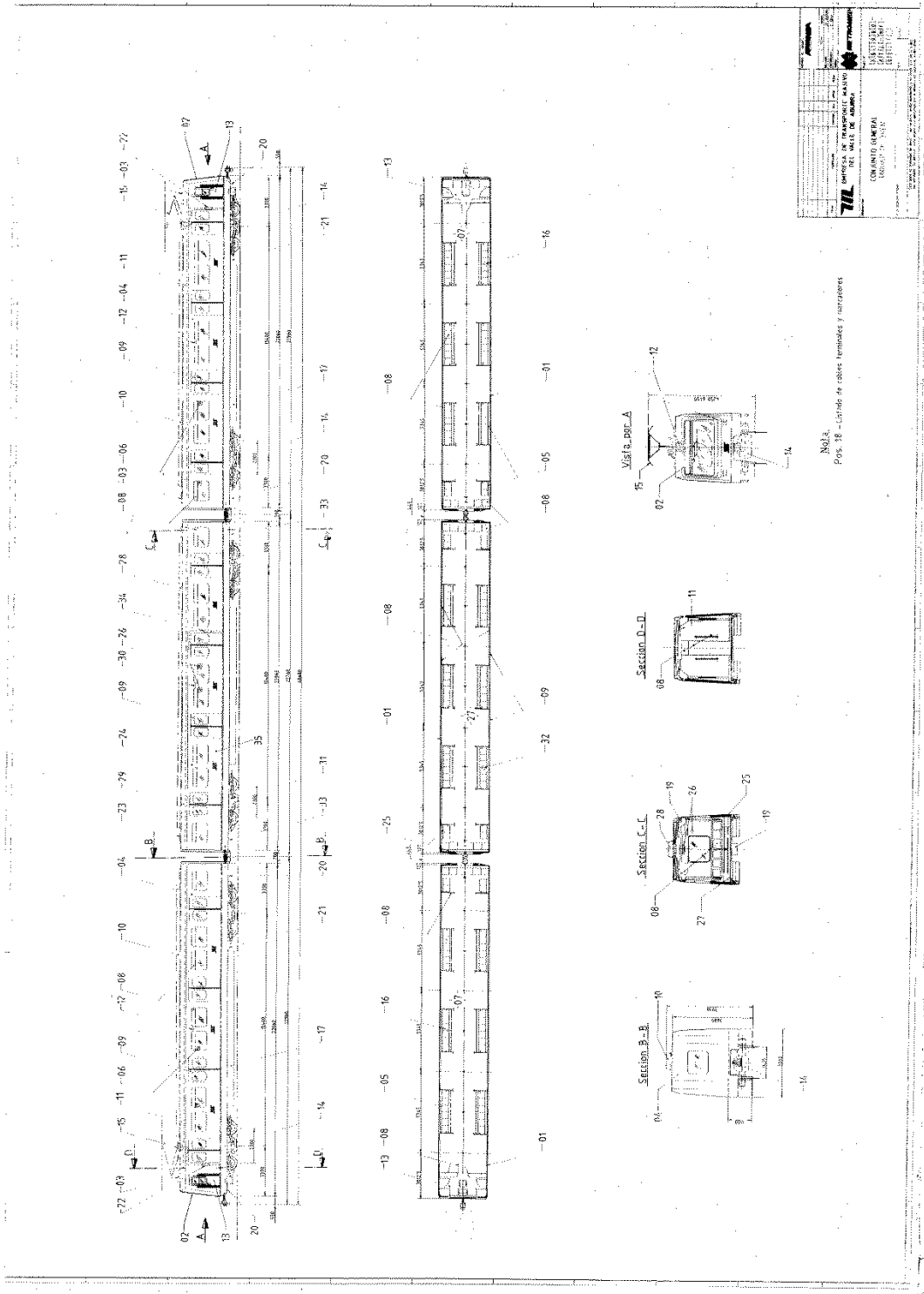




Imagen 13 Dimensiones generales tren CAF - SIEMENS

Se tiene presupuestado que para finales de 2015 lleguen 3 nuevas unidades y para el 2018 llegarían 20 unidades más comprados a la empresa CAF

Estado actual estaciones de la línea A, vía ascendente

Estas imágenes se puede observar las diferentes alturas que tienen los trenes con respecto a la plataforma en cada estación, y como según el tren los valores de la altura también es variable

	<p>Estación Niquía</p>
	<p>Estación Bello</p>



Estación  
Madera



Estación  
Acevedo



Estación  
Tricentenario



Estación  
Caribe



Estación  
Universidad



Estación  
Hospital



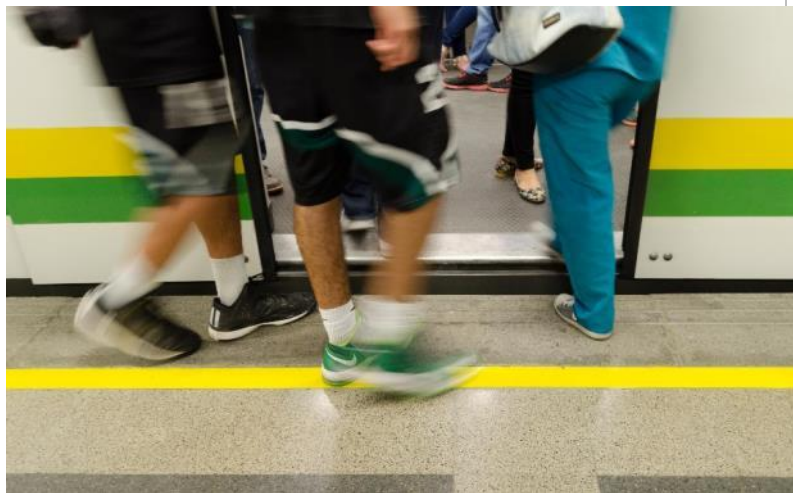
Estación

Prado



Estación

Parque Berrío



Estación

San Antonio A



Estación  
San Antonio A



Estación  
Alpujarra



Estación  
Industriales



Estación  
Poblado



Estación  
Envigado



Estación  
Itagüí tren  
CAF



Estación  
Itagüí tren  
MAN

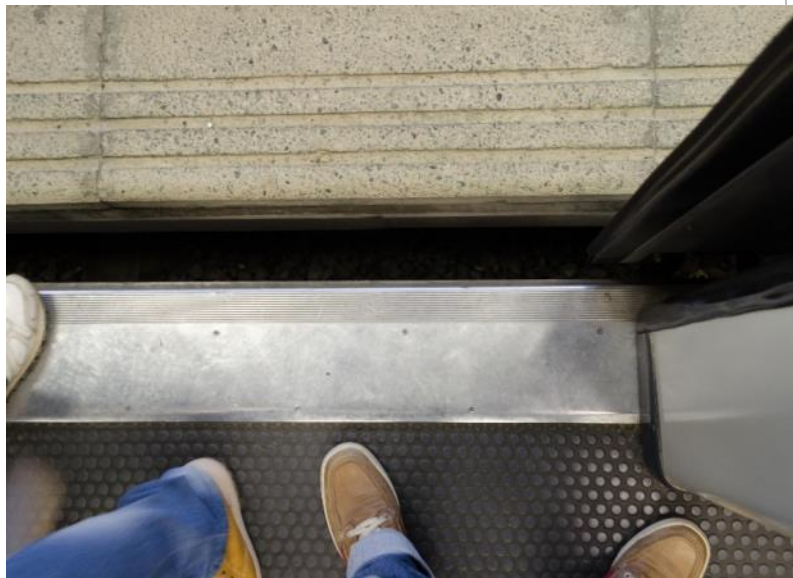


Estación  
Sabaneta



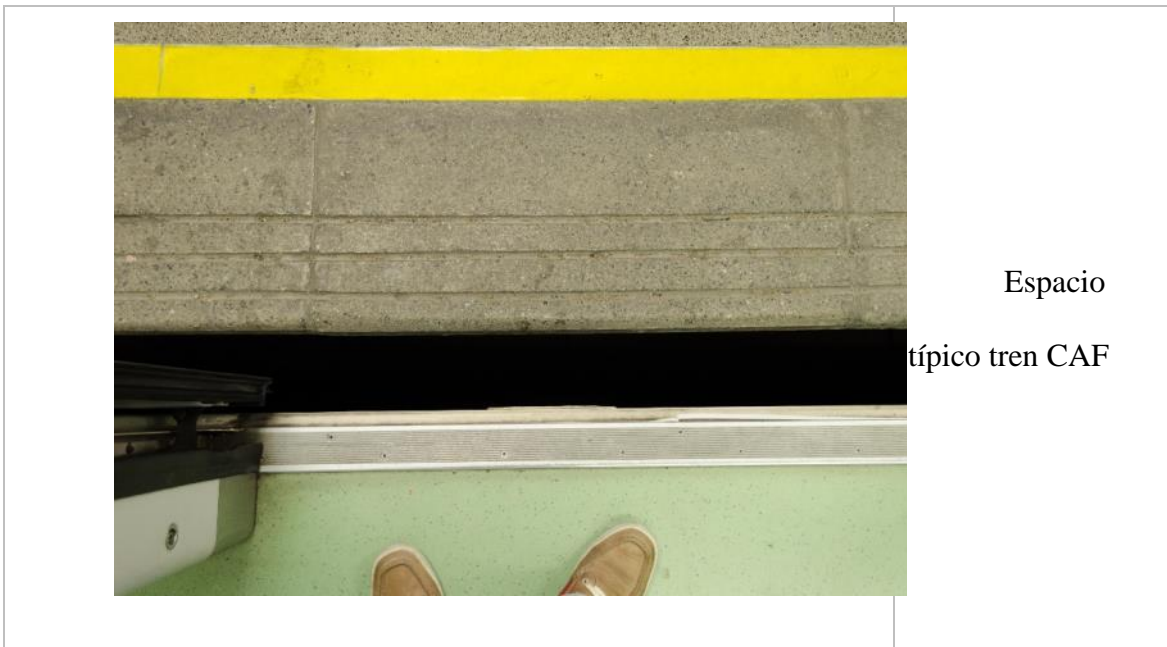
Estación

La Estrella



Espacio

Típico tren MAN



*Tabla 5 Diferencia entre estaciones*

La empresa Metro de Medellín actualmente cuenta con varias tecnologías para el transporte de pasajeros como lo son el tren, los cables, los buses de Metroplus y el tranvía, con relación a los trenes la empresa cuenta con un total de 55 unidades de trenes, de los cuales 43 unidades son MAN-Siemens, de origen Alemán, que son con los que se inició el sistema hace 20 años, y 12 unidades de tren marca CAF, de origen Español, que hacen parte de los trenes que se compraron con la última renovación tecnológica de la empresa en 2012.

### **Definición del problema**

Durante los 20 años en los que el Metro ha estado en operación comercial ha estado latente un problema en las 27 estaciones del sistema Metro de Medellín, ubicadas en la línea A y la línea B y es el espacio que existe entre el tren y el borde de la plataforma de abordaje, este espacio llamado galibo de seguridad es de 12 cm aproximadamente.

Para el Metro de Medellín es una prioridad implementar un sistema que permita cubrir este espacio, sin afectar el correcto funcionamiento de los trenes, que de una forma directa aumente la seguridad de los usuarios al momento del ingreso y salida del tren, evitando incidentes como el atrapamiento de pies, piernas u otra parte del cuerpo que representan un alto riesgo de daño físico, viéndose esto reflejado en una mayor eficiencia del servicio comercial del Metro.

Este espacio ofrece un gran obstáculo para el ingreso y salida a los trenes de las personas en silla de ruedas, los coches de bebés o elementos similares, ya que por las dimensiones de las llantas de estos, se traban con frecuencia en este espacio poniendo en riesgo al usuario; ya sea porque se cierren las puertas, porque lo atropellen los otros usuarios o porque pueda sufrir un volcamiento del vehículo por el atrapamiento de sus llantas.

El Metro transporta diariamente cerca de 800.000 personas, estas mismas serían las que se verían beneficiadas directamente por la implementación de este producto.

Cada incidente por atrapamiento puede implicar una demora en el sistema que puede oscilar entre un minuto y una hora, todo depende de la gravedad de la situación, este tiempo de retrasos implica grandes pérdidas económicas para la empresa y para los usuarios.

#### Consideraciones técnicas

- El espacio libre o galibo de seguridad existente es de aproximadamente 12 cm. entre el borde de la plataforma y la cara del tren con las puertas cerradas.
- Las puertas necesitan un espacio de 4 cm. para poder salir, abrir y desplazarse sobre la parte externa del tren, lo que reduce el espacio a intervenir a 8 cm.
- Cada tren que está conformado por 6 coches tiene un total de 24 puertas por lado.

- Entre el nuevo elemento que se añadiría a la plataforma y la cara exterior de las puertas abiertas tiene que haber un espacio como mínimo de 1 cm, para evitar se presente una interferencia entre elementos.
- El elemento que se diseñe tiene que tener una dimensión máxima de 7 cm desde el borde de la plataforma.
- La altura del elemento está delimitada por el espesor de la losa de plataforma que es de aproximadamente 17 cm, pudiéndose ocupar o no toda esta dimensión.
- El elemento prefabricado en concreto que se encuentra en el borde de la plataforma sobresale entre 1.5 y 3.0 cm con respecto a la estructura general de la plataforma, por lo que se genera un escalonamiento entre los dos elementos.
- Las fijaciones mecánicas al prefabricado se tienen que evitar en lo posible, ya que el elemento no fue diseñado para que fuera perforado.
- El material a usar debe ser ignífugo y que no emita gases en caso de presentarse un incendio.

### **Justificación**

El desarrollo de una alternativa de diseño que permita la resolución de la problemática que se presenta con el espacio del galibo del tren, le permite a la empresa aumentar sus estándares de seguridad con el usuario y a su vez se ve reflejado en un número inferior de quejas con respecto al servicio y la misma seguridad de los usuarios.

La implementación de este sistema permitirá disminuir cantidad de retrasos en la prestación del servicio, sobre todo cuando la mayor cantidad de los incidentes se presentan en horas pico y en las estaciones de mayor afluencia como lo son San Antonio y Poblado.

Una de las principales poblaciones beneficiadas es la de las personas que presentan algún tipo de restricción de movilidad autónoma, por ejemplo las personas que se desplazan en sillas de ruedas ya sean manuales o eléctricas, ya que en la actualidad se presentan problemas continuamente al atascarse las ruedas delanteras de estos vehículos en el espacio vacío de la plataforma, que por sus dimensiones reducidas encajan fácilmente en este, además el sistema le ayudaría a estos usuarios a ingresar a los trenes sin la necesidad de una ayuda por parte de terceros, que en muchos casos no les prestan la ayuda necesaria y los pueden hacer lastimar en vez de ayudarlos.

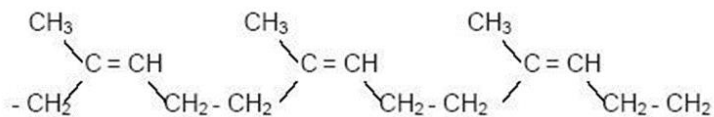
En una situación similar se encuentran las personas que se movilizan en el sistema con sus hijos pequeños y que los llevan en coches, que también se atascan en las puertas o se pueden volcar por el atrapamiento de las llantas, creando retrasos en la salida de los usuarios y en la agilidad del servicio.

Con el diseño, desarrollo e implementación del producto, se estima que se pueda reducir en más de un 90% los accidentes causados por atrapamientos de miembros inferiores de los usuarios entre los trenes y la plataforma de abordaje y aumentar de forma directamente proporcional la calidad del servicio del sistema lo que favorece en un mayor reconocimiento y expansión del Metro.

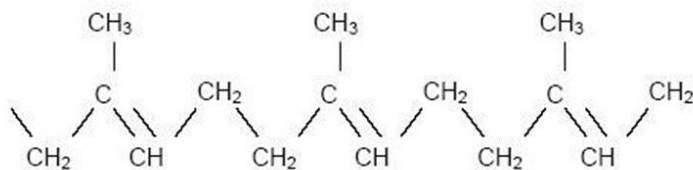
El sistema no solo funcionaría para proteger al usuario sino que también funcionaría como un elemento que la blindo ante cualquier posible demanda o acción legal que los usuarios

podieran adelantar contra ellos en caso de que queden atrapados en este espacio vacío y sufran alguna lesión.

## Marco Teórico



Segmento de una cadena de polímeros de caucho natural



Segmento de cadena polimérica de la gutapercha

*Imagen 14 Cadena polimérica de la gutapercha*

### Caucho

Los cauchos o elastómeros son materiales poliméricos cuyas dimensiones pueden variar según el esfuerzo al que sean sometidos, volviendo a su forma cuando el esfuerzo se retira.

El caucho es una sustancia natural compleja (aunque también se puede sintetizar), que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica, que se encuentra en el jugo lechoso de gran número de plantas tropicales.

El sintético que posee las mismas propiedades, se obtiene a partir de hidrocarburos insaturados.

Los europeos conocieron por primera vez el caucho al producirse el descubrimiento de América. Si bien es originario de Brasil, las semillas fueron llevadas a Inglaterra en 1876 y de allí exportadas a otras zonas bajo dominio británico. Hoy las principales plantaciones (un 90% del mercado mundial) se encuentran en el sudeste asiático, principalmente en Malasia.

## **Caucho natural**

La estructura de los cauchos naturales está formada por cis-1,4 polisopreno mezclado con pequeñas cantidades de proteínas, lípidos y sales orgánicas entre otros. Se encuentra así un polímero de cadena larga y enredada en forma de espiral, de peso molecular medio,  $5 \times 10^5$  g/mol.

Esta cadena se complementa con otro isómero estructural, la gutapercha (isómero trans). Sólo se usa el caucho en bruto para la confección de suelas de calzado y para gomas de pegar.

## **Propiedades químicas**

La solubilidad del caucho bruto en sus disolventes más comunes no es muy elevada. Para hacer una solución del 10% es necesaria cierta disociación, ya por medios químicos, empleando un oxidante, ya por medio físicos. Los cementos y soluciones de caucho comerciales se hacen por los métodos citados. En la práctica, los disolventes más usados son el benceno y la nafta.

Otros buenos disolventes son el tricloroetileno, tetracloroetano, pentacloroetano, tetracloruro de carbono, cloroformo, tolueno, xileno, keroseno...

La viscosidad de la solución del caucho bruto es grande.

El caucho calentado hasta 200 °C se ablanda y sus soluciones tienen menor viscosidad, pero el número de dobles enlaces se conserva sin alteración. Cuando la temperatura se eleva hasta 250 °C, los enlaces dobles se separan y tiene lugar la formación de anillos. El cambio a caucho cíclico eleva la densidad y la solubilidad, el producto obtenido es una dura y frágil resina.

## **Propiedades físicas**

En estado natural es un hidrocarburo blanco o incoloro.

Las propiedades físicas del caucho bruto (cuando hablamos de bruto, nos referimos al caucho sin vulcanizar) varían con la temperatura. A -195 °C, el caucho puro es un sólido duro y transparente y en estado de extensión adquiere estructura fibrosa. De 0 a 10 °C es frágil y opaco,

y por encima de 20 °C se vuelve blando, flexible y translúcido. Al amasarlo mecánicamente, o al calentarlo por encima de 50 °C, el caucho adquiere una textura de plástico pegajoso.

El caucho, adquiere gran deformación permanente debido a su naturaleza plástica. La plasticidad del caucho varía de un árbol a otro y también depende de la cantidad de trabajo dado al caucho desde el estado látex, de las bacterias que lo acompañan e influyen en su oxidación y de otros factores. La plasticidad puede modificarse dentro de ciertos límites por la acción de productos químicos.

Cuando el caucho bruto ha sido estirado y deformado durante algún tiempo, no vuelve completamente a su estado original. Si entonces se calienta, la recuperación es mayor que a la temperatura ordinaria. Este fenómeno se denomina deformación residual o estiramiento permanente y es propio del caucho.

La densidad del caucho a 0 °C. es de 0.950 a 20 °C. es de 0.934.

El caucho absorbe agua. Los coagulantes usados en el látex al preparar el caucho afectan al grado de absorción de agua; usando ácido clorhídrico, sulfúrico o alumbre se obtienen cauchos con poder de absorción relativamente elevado. El poder de absorción de agua del caucho purificado es muy bajo.

Gran variedad de sustancias son solubles o pueden dispersarse en éste, tales como el azufre, colorantes, ácido estíárico, N-fenil-2-naftilamina, mercaptobenzitiazol, pigmentos, aceites, resinas, ceras, negro de carbono y otras.

El caucho puro es insoluble en agua, álcali o ácidos débiles, y soluble en benceno, petróleo, hidrocarburos clorados y disulfuro de carbono. Con agentes oxidantes químicos se oxida rápidamente, pero con el oxígeno de la atmósfera lo hace lentamente.

El efecto deteriorante de la luz y el calor se conoció mucho antes del descubrimiento de la vulcanización.

### El caucho sintético

El caucho de plantación sufre la competencia de los elastómeros sintéticos, debido a razones económicas, técnicas y estratégicas. La búsqueda de productos sintéticos comenzó en la primera guerra mundial, siendo pionera en la investigación Alemania, pero hasta 1930 no se obtuvieron los “S” y “N”, polímeros del butadieno, susceptibles de ser vulcanizados.

Dado que se obtiene de derivados del petróleo, es considerado como una rama de la petroquímica

TIPO	NATURALEZA	APLICACIONES
S	Copolímeros del butadieno y del estireno	Neumáticos, pavimentos, mecánica, usos generales
N	Copolímeros del butadieno y del acrilonitrilo	Productos resistentes al calor o a los agentes químicos
Butilo	Copolímeros del isobutileno y del isopreno	Cámaras de aire, usos que exigen impermeabilidad de los gases
Neopreno	Polímeros del cloropreno	Productos resistentes al envejecimiento, a los hidrocarburos y a los ataques químicos
Vinilo	Cloruro de polivinilo y alcohol	Usos generales
Poliuretano	Poliésteres o poliéteres unidos por diisocianatos	Espuma, calzado, juntas, almohadillas, colchones
Siliconas	Clorosilanos ( obtenidos por reacción de la sílice con un cloruro de arilo o alquilo )	Juntas para altas presiones y altas temperaturas, equipos mecánicos
Polisulfuros	Productos resultantes de la reacción de dicloruros orgánicos y polisulfuros alcalinos	Rodillos de imprenta
Acrílicos	Derivados de la clorhidrina etilénica o del acetileno	Productos resistentes al envejecimiento o a los hidrocarburos a alta temperatura
Diversos	Poliisopreno, polibutadieno	Neumáticos, aisladores y otras aplicaciones que exigen condiciones estrictas

*Tabla 6 Tipos de cauchos y aplicaciones*

## Neopreno

El neopreno fue inventado por los científicos de DuPont el 17 de abril 1930 después de que Elmer K. Bolton de los laboratorios DuPont asistió a una conferencia de Julius Arthur Nieuwland, profesor de química en la Universidad de Notre Dame. La investigación de Nieuwland se centraba en la química del acetileno y durante el curso de su trabajo produjo divinilacetileno, una gelatina que se transformó en un compuesto elástico similar al caucho, cuando lo pasó sobre dicloruro de azufre. Después de que DuPont compró los derechos de la patente a la universidad, Wallace Carothers de DuPont se hizo cargo del desarrollo comercial de los descubrimientos de Nieuwland en colaboración con el mismo Nieuwland. DuPont se centró en el monovinilacetileno y reaccionándolo con el gas cloruro de hidrógeno, fabricó cloropreno.

El neopreno es el producto de la polimerización del cloropreno.

DuPont comercializó por primera vez el compuesto en 1931 bajo el nombre comercial DuPrene, pero su capacidad de ser comercializado se vio obstaculizada por el mismo proceso de fabricación, lo que dejó el producto con un olor fétido. Un nuevo proceso fue desarrollado, el cual eliminó el olor causado por los subproductos y redujo los costos de fabricación a la mitad, y la compañía comenzó a vender el material a los fabricantes como un producto terminado. Para evitar que los fabricantes de mala calidad dañen la reputación del producto, la marca DuPrene se limitó únicamente al material vendido por DuPont. La propia empresa luego empezó a no fabricar los productos finales que contienen DuPrene, la marca fue lanzada en 1937 y reemplazado por un nombre genérico, neopreno, en un intento publicitario para significar que el “material es un ingrediente, no un producto final de consumo”. DuPont luego trabajó ampliamente para generar demanda de sus productos; la aplicación de una estrategia de marketing que incluyó la publicación de su propia revista técnica, publicitando el neopreno, así

como productos que anunciaban otras empresas a base de neopreno. En 1939, las ventas de neopreno estaban generando ganancias por encima de 300.000 dólares para la compañía.

### Síntesis química

El policloropreno se obtiene a partir del monómero cloropreno. Los cauchos de policloropreno se obtienen por polimerización en emulsión. La polimerización por emulsión del cloropreno supone la dispersión de gotas del monómero en fase acuosa usando agentes tensoactivos adecuados (normalmente jabones de colofonia), generalmente a pH entre 10 y 12.

La polimerización se inicia mediante la adición de un catalizador que contiene radicales libres (persulfatos). La adición de persulfatos se va regulando a lo largo del proceso de forma que la conversión del monómero muestre una variación lineal en función del tiempo



Imagen 15 Molécula cloropreno - Policloropreno

Durante la elaboración del policloropreno se puede modificar el peso molecular del polímero mediante la adición de azufre o mercaptanos. En el caso del azufre, se añade al monómero al principio del proceso, antes incluso de ser emulsionado. El azufre actúa como comonómero dando lugar a un polímero de peso molecular muy elevado, parcialmente entrecruzado, insoluble.

El cloropreno tiene dos enlaces dobles, por lo que se lo llama dieno. El policloropreno tiene características similares a las de otros polímeros dieno, como el poliisopreno y el polibutadieno.

### Producción

Si bien el cloropreno puede ser polimerizado por técnicas de catálisis aniónica, catiónica o Ziegler-Natta, debido a las propiedades de los productos y cuestiones económicas, hoy en día, se utiliza la polimerización por radicales libres en emulsión. Esto se realiza a escala industrial mediante procesos batch y continuos.

Compañía	País	Capacidad (Toneladas métricas)
DuPont	EE.UU.	100000
Bayer	Alemania	65000
EniChem	Francia	40000
Denki Kagaku Kogyo	Japón	48000
TOSOH	Japón	30000
Showa DDE	Japón	20000

Tabla 7 Principales productores mundiales

Monómero (Cloropreno)	Formula: $-C_4H_5Cl-$
Peso Molecular	88,5365
Punto de Ebullición	59,4°C
Punto de Fusión	-130°C
Punto de Flash	-156°C
Solubilidad en Agua	0.002115 gr. /ml

Composición Elemental	Carbono 54,26%
Hidrógeno	5,69% Cloro: 40,04%

Tabla 8 Propiedades físicas

Polímero no vulcanizado	
Densidad:	1230 Kg. /m
Temperatura de Cristalización	228 K
Temperatura de Fusión	328-351 K
Capacidad Calorífica	2,2 kJ/8Kg.K
Compresibilidad	480 x 10 <sup>-12</sup> Pa <sup>-1</sup>
Índice de Refracción	1.558
Calor de Fusión	95 x 10 <sup>-3</sup> J/Kg.
Coefficiente de Expansión	600 x 10 <sup>-6</sup> k <sup>-1</sup>

Polímero Vulcanizado	
Densidad	1420 Kg. /m <sup>3</sup>
Temperatura de Cristalización	228 K
Compresibilidad	360 x 10 <sup>-12</sup> Pa <sup>-1</sup>
Capacidad Calorífica	2,2 kJ/8Kg.K
Conductividad Térmica	0,192 W/ (m-k)
Constante Dieléctrica	6,5 – 8,1 Hz
Conductividad	3 a 1400 pS/m
Elongación Máxima	800 – 1000 %
Resistencia Ténil	25 – 38 MPa

Tabla 9 Policloropreno

## **Aplicaciones principales**

Elementos domésticos.

Recientemente, el neopreno se ha convertido en un material para la confección de accesorios de uso doméstico, incluyendo piezas de laptop, iPod, controles remotos y el rebeco en bicicletas. En este mercado, a veces compite con el PU de baja resiliencia, que es un material más resistente al impacto pero menos utilizado.

Deportes.

También en los últimos años, Jug, un fabricante de patines en línea, ha incorporado de neopreno en la construcción de algunas de sus más populares líneas de productos, en los cuales, el neopreno añade refuerzo (soporte para el tobillo) y protege contra abrasiones como pocos materiales hacen. Como una simple cuestión de durabilidad y vida útil del producto, revestimientos construidos con aditivos de neopreno son típicamente más caros que otros.

El neopreno es un material popular en el mundo ecuestre, así, que se utiliza en cinchas, mantillas, almohadillas, y muchas otras aplicaciones.

A menudo se utiliza en Airsoft (juego con rifles de aire comprimido), como una prenda de protección, ya que es lo suficientemente delgada como para sentir el golpe, pero lo suficientemente gruesa como para reducir la velocidad de impacto.

Cuchillos y espadas de entrenamiento son de neopreno para la segura instrucción de defensa personal, sparring y demostraciones de artes marciales.

Ortopedia

En la actividad de la ortopedia es muy frecuente el uso de artículos ortoprotésicos, fabricados con material de neopreno, que, por sus especiales características, se utilizan en los tratamientos de termoterapia.

#### Recubrimiento de cables

El policloropreno es similar al caucho natural pero más resistente a los aceites, los disolventes, la luz solar, la flexión, el calor y las llamas. Por todas estas cualidades, los cauchos sintéticos se han convertido en una materia prima esencial en la fabricación de conductores eléctricos.



*Imagen 16 cable con aislamiento de neopreno*

#### Industria automotriz

En automóviles se usa para sistemas de insonorización y control de vibración. El control de vibración proporciona un amortiguamiento al movimiento natural de los motores en máquinas. El polímero es útil en este tipo de aplicaciones debido a su capacidad de absorber la energía mecánica. Las ventajas de un sistema de amortiguamiento son, entre otras, la de extender la vida de los motores y los accesorios conectados a estos y reducir su ruido de operación. Pero el uso más importante, en la industria automotriz, radica en la fabricación de mangueras y correas.

#### Adhesivos

El neopreno es utilizado para la fabricación de adhesivos de contacto. Frecuentemente la dilución del neopreno se lleva a cabo en una mezcla de dos disolventes, tolueno y un disolvente alifático de evaporación rápida en variadas proporciones, más el agregado de colofonia (resina) reaccionada con óxido de magnesio.

Componente	Partes por ciento de caucho (ppcc)
Policloropreno	100
Resina	40-60
Óxido de zinc	4
Oxido de magnesio	5
Antioxidante	2
Disolventes	400

*Tabla 10 Formulación típica de un adhesivo*

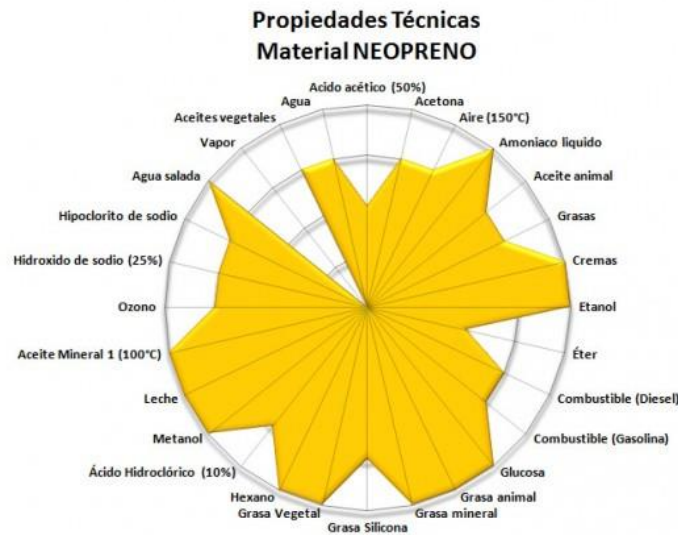
La cola de neopreno es un adhesivo ideal por su fuerza, para el pegado de goma, telas de Hypalon-Neopreno, Eva, y superficies poco porosas con cuero, suela, etc. Su baja viscosidad permite una mejor penetración y un mayor rendimiento. Este adhesivo puede reticularse para aumentar la resistencia a la temperatura, a la hidrólisis y la intemperie.



*Imagen 17 Cola Neoprene*

## Otros usos

El neopreno se utiliza en máscaras para la protección de la cara, para el aislamiento de zócalos de CPU, para hacer cubreasientos para automóviles a prueba de agua, en forma líquida o láminas para membranas elastoméricas para techos o tapajuntas, y en una mezcla de neopreno-spandex para la fabricación de asiento de sillas de ruedas. Debido a su resistencia química y durabilidad, el neopreno se utiliza a veces en la fabricación de guantes de lavar platos, sobre todo como una alternativa al látex. En la moda, el neopreno ha sido utilizado por diseñadores como Gareth Pugh, Balenciaga, Lanvin y Wang Vera.



*Imagen 18 Propiedades Técnicas Neopreno*

## Caucho etileno-propileno o epdm

Los cauchos y elastómeros de etileno-propileno (también llamados EPM y EPDM) son unos de los cauchos sintéticos más usados y de mayor crecimiento para propósitos generales y

específicos. Se vendieron cerca de 870 toneladas métricas (1,9 billones de libras) desde su introducción comercial en la década del 60. Las tecnologías de polimerización y catálisis, hoy en uso, proveen la habilidad de diseñar polímeros para satisfacer la demanda y de aplicaciones específicas y las necesidades de procesamiento. La versatilidad en el diseño y performance del polímero ha resultado en el amplio uso en juntas de hermeticidad para autos, burletes para vidrio, mangueras para radiador, jardín y riego, tubos, cinturones, aislante eléctrico, membranas para techos, modificador de impacto en plásticos, vulcanizado de termoplásticos y aditivos para aceite de motor.

Es un caucho de muy reciente historia, pues su origen data de 1961, cuando consiguió los primeros trabajos el profesor K. Ziegler, al polimerizar las olefinas y oleínas con alto peso molecular. Sin embargo, el polímero inicial de etileno-propileno no pudo salir al mercado hasta el año 1964, fecha en que descubrió el mismo profesor cómo reticulaba el elastómero con una aportación de azufre (4%) e incorporación de un tercer monómero, y adquiría el compuesto propiedades visco-elásticas.

### **Propiedades y características**

Los cauchos de etileno-propileno se destacan por su resistencia al calor, oxidación, ozono y a la intemperie debido a su estructura polimérica de cadena saturada. Como elastómeros no polares, tienen buena resistividad eléctrica y resistencia a solventes polares, como agua, ácidos, álcalis, ésteres fosfatados y muchas cetonas y alcoholes. Los grados amorfos o de baja cristalinidad tienen excelente flexibilidad a baja temperatura con una temperatura de transición vítrea de  $-60^{\circ}\text{C}$ .

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

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

Propiedades del polímero	Valor
Viscosidad Mooney ML 1+4 @ 125°C	5-200+
Contenido de etileno	45 a 80% en peso
Contenido de dieno	0 a 15% en peso
Densidad	0,86 a 0,87g / cm <sup>3</sup>

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

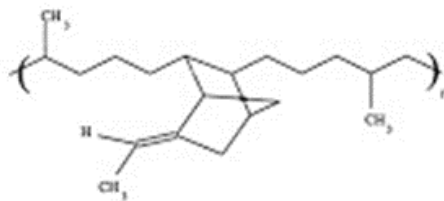
*Tabla 11 Propiedades generales de los elastomeros de etileno-propileno*

Los rangos pueden ser mayores dependiendo la composición. No todas las propiedades pueden lograrse en un mismo compuesto.

## Estructura y síntesis química

Los cauchos de etileno-propileno son sintetizados tanto en bloques o a partir de monómeros como los polímeros termoplásticos polipropileno y polietileno. El etileno y el propileno son combinados al azar para producir polímeros elásticos y estables. Una amplia familia de elastómeros de etileno-propileno pueden ser producidos alcanzando desde estructuras amorfas no cristalinas hasta semi-cristalinas dependiendo de la composición del polímero y de cómo son combinados. Estos polímeros también son producidos en un amplio rango de viscosidades Mooney (o pesos moleculares).

El etileno y el propileno se combinan para formar un polímero de cadena carbonada saturada, químicamente estable generando una excelente resistencia al calor, a la oxidación, al ozono, y a la intemperie. Un tercer monómero dieno no conjugado puede ser terpolimerizado de forma controlada para mantener la cadena saturada y una zona reactiva no saturada a un lado de la cadena principal susceptible de sufrir vulcanización o modificación química del polímero. Los terpolímeros son denominados EPDM (etileno-propileno-dieno con la M haciendo referencia a la estructura de cadena saturada). El copolímero etileno-propileno se denomina EPM.



*Imagen 19 Estructura química del EPDM con ENB*

Hay dos clases de terpolímero comúnmente utilizados, principalmente el etilideno norboneno (ENB) seguido de dicitopentadieno (DCPD). Cada dieno se incorpora con una

diferente tendencia para introducir una larga cadena ramificada o polímeros con cadenas laterales que influyen en el procesado y el grado de curado por vulcanización con azufre o peróxido. Una diferencia importante que introduce el dieno es la posibilidad de un centro reactivo propicio para la vulcanización con azufre a diferencia del EPM que no puede ser vulcanizado con azufre por carecer de insaturaciones en su cadena carbonada.

DIENO	CURA	PROPIEDADES OBTENIDAS	CADENAS LARGAS RAMIFICADAS
ENB	Rápido y alto grado de curado	Buena resistencia a la tracción y compresión	De media a baja
DCPD	Lento curado con azufre	Buena resistencia a la compresión	Elevada

*Tabla 12 Comparación según el dieno utilizados*

Otro tercer monómero utilizado, aunque menos frecuente es el vinil norborneno (VNB). Los dienos, por lo general comprenden desde el 2,5% hasta un 12% en peso de la composición, sirven como enlaces cruzados para el curado con azufre y funcionan como un coagente en el curado con peróxidos.

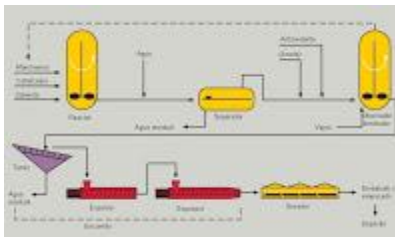
Catalizadores especiales son utilizados para polimerizar los monómeros en estructuras poliméricas controladas. Desde un comienzo, en los elastómeros de etileno-propileno, han sido utilizadas una familia de catalizadores denominados de Ziegler-Natta. Las mejoras en los catalizadores y procesos dieron como resultado el incremento de la productividad manteniendo la estructura del polímero. Estos catalizadores se forman in situ por reacción de las sales de vanadio y haluros de alquilo-aluminio. Más recientemente, una nueva familia de catalizadores, denominadas metalloceno, fue desarrollada y utilizada en la producción comercial de elastómeros de etileno-propileno.

## Procesos de fabricación

Existen tres grandes procesos comerciales de polimerización de caucho etileno-propileno: en solución, en suspensión y en fase gaseosa. Los sistemas de producción varían según el productor. Hay diferencias en el grado del producto obtenido dependiendo de cada productor y proceso usado, pero todos son capaces de generar una variedad de polímero de EPM o EPDM.

La forma física puede variar desde sólidos como balas, pellets y gránulos a mezclas con aceites.

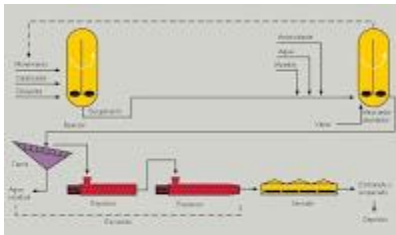
El proceso de polimerización en solución es el más ampliamente utilizado y su gran versatilidad logra una amplia gama de polímeros. El sistema de etileno, propileno y catalizador son polimerizados en exceso de solvente hidrocarbonado. Si son utilizados estabilizadores y aceites, estos son añadidos directamente después de la polimerización. El solvente y monómeros no reaccionados son entonces separados mediante agua caliente, vapor o mediante evaporación mecánica. El polímero, el cual se halla en forma de grumos, es secado mediante eliminación del agua en tornillos, prensas mecánicas y/o hornos de secado. Los grumos secos son luego conformados en balas o extruidos en pellets. Los polímeros de alta viscosidad son vendidos a granel en forma de balas desmenuzadas o pellets. Los grados amorfos son comercializados comúnmente en balas sólidas.



*Imagen 20 Esquema del proceso de polimerización en solución*

El proceso de polimerización en suspensión es una modificación de la polimerización en masa.

El sistema de monómeros y catalizador es inyectado en un reactor lleno con propileno. La polimerización tiene lugar en forma inmediata, formando grumos de polímero que no es soluble en el propileno. La polimerización en suspensión reduce la necesidad de solvente y equipos para la manipulación del solvente y la baja viscosidad de la suspensión ayuda al control de la temperatura del proceso y a la manipulación del producto. El proceso no está limitado por la viscosidad de la solución, de forma que polímeros con altos pesos moleculares pueden ser producidos sin un proceso adicional. La eliminación del propileno y termonómero completan el proceso antes del conformado y embalado del producto.



*Imagen 21 Esquema del proceso de polimerización en suspensión*

La tecnología para polimerización en estado gaseoso fue recientemente desarrollada para la obtención de cauchos de etileno-propileno.

El reactor consiste en un lecho fluidizado vertical. Los monómeros y nitrógeno en forma de gas con el catalizador son introducidos al reactor y el producto sólido es removido periódicamente. El calor de reacción es retirado mediante la circulación de gas que además sirve para generar el lecho fluido.

No son utilizados solventes, eliminando la necesidad de una etapa posterior de eliminación, lavado y secado. Este proceso tampoco está limitado por la viscosidad de la solución, con lo que se logran polímeros con altos pesos moleculares sin afectar la productividad.

Se inyecta una cantidad sustancial de negro de humo al reactor como un ayudante de fluidización para prevenir que se peguen los gránulos de polímeros formados entre sí o en las paredes del reactor. Pero los productos preparados incluso con unos niveles bajos de negro de carbono son completamente negros y no resultan satisfactorios para aplicaciones que requieren productos coloreables. Agentes coadyuvantes blancos coloreables de la fluidización incluyen diferentes tipos de sílices calcinadas, arcillas, talco y carbonato de calcio. Un problema principal, de la adición de estos coadyuvantes de la fluidización blancos coloreables durante la producción, es su tendencia a generar unas fuertes cargas estáticas negativas lo que, en condiciones de polimerización, conduce a que se acumule resina sobre las paredes del reactor. Lo que puede ser salvado con la utilización de algún agente antiestático.

El producto obtenido se forma en gránulos para permitir un rápido mezclado posterior.

## **Productores**

Los mayores productores y proveedores de EPM y EPDM son Bayer Polymers, Crompton Corp., Exxon-Mobil Chemical Co., DSM Elastomers, Dupont Dow Elastomers, Herdillia, JSR, Kumho Polychem, Mitsui Chemicals, Polimeri Europa y Sumitomo Chemical Co.

## Procesado y vulcanización

El procesado, la vulcanización y las propiedades físicas de los elastómeros de etileno-propileno son en gran medida controlados por las características de contenido de etileno, contenido de dieno, peso molecular (viscosidad Mooney) y la distribución del peso molecular. Por ejemplo, disminuyendo el contenido de etileno disminuye la cristalinidad y las propiedades asociadas como dureza y módulo.

### Contenido de dieno

Los copolímeros etileno-propileno sólo puede ser reticulado con peróxidos o radiación. Mientras que los terpolímeros etileno-propileno-dieno pueden ser reticulados tanto con peróxidos como con azufre. The cure rate and the crosslink density increase with increasing diene content. La grado de curado y la densidad de reticulación se incrementa con el aumento del contenido de dieno.

Los terpolímeros con altos niveles de ENB son especialmente adecuados para la producción de perfiles por vulcanización continua a baja presión o para co-vulcanización de cauchos de dieno.

### Contenido de etileno

La distribución del comonomero de propileno puede variar de azar a alternante. Si los contenidos de etileno y propileno son aproximadamente iguales, ambos monómeros dentro de la molécula del polímero se distribuyen por igual, es decir, el caucho es amorfo.

Si el contenido de etileno es más o menos 65% en peso, las secuencias de etileno crecen en

número y longitud. Estas secuencias son capaces de formar cristales. El Propileno interrumpe secuencias largas de etileno y les impide cristalizar:

- En los bajos niveles de propileno (por debajo del 35 por ciento en peso), una pequeña cantidad de cristalinidad está presente, lo que proporciona al EPM buena resistencia en verde.
- En los altos niveles de propileno (por encima de 50 por ciento en peso), sólo existen cortas secuencias de etileno en la cadena del polímero provocando que no haya cristalinidad.
- En el vulcanizado, una mayor cristalinidad de polímeros resulta en una resistencia a la tracción mejorada y una mayor dureza, pero también con una mayor resistencia a la compresión en bajas temperaturas.

Otros efectos del aumento de contenido de etileno incluyen:

- Mejora la resistencia verde en frío.
- Extrusión buena
- Alta capacidad de llenado con carga y plastificante.

#### Peso molecular

El peso molecular del caucho EP se puede variar dentro de un rango relativamente amplio durante la polimerización. En general, las de mayor peso molecular proporcionan las siguientes propiedades:

- Mayor resistencia en verde a temperaturas elevadas
- Mayor capacidad para relleno / carga de aceite.
- Compresión inferior

- Mejor resistencia a la rotura

El peso molecular del polímero tiene una influencia considerable en la resistencia al colapso de extruidos a temperaturas elevadas. Esta es una propiedad de especial importancia para la producción continua de productos de extrusión. Otro factor que tiene influencia es la distribución del peso molecular.

La viscosidad Mooney de EPDM da una indicación del peso molecular del polímero.

CARACTERÍSTICA	ELEVADO	BAJO
Contenido de etileno	Buena resistencia a la tracción en verde Mejora extrusión Elevada resistencia a la tracción y módulo Alta carga (reduce costos)	Baja temperatura de flexión Baja dureza y módulo Mejora calandrado y molienda
Contenido de dieno	Diferentes grados de curado Mayor versatilidad Buena resistencia a la compresión Módulo elevado	Resistencia al quemado Alta estabilidad térmica Baja dureza y módulo
Peso molecular	Buena resistencia a la tracción, desgarro y módulo Elevada carga Buena resistencia en verde Resistencia al colapsado	Facilidad para el mezclado Mejores grados para extrusión Mejora calandrado Baja viscosidad Resistencia al quemado
Distribución del peso molecular	Mejora el procesado (extrusión, calandrado y molienda) Resistencia al colapsado	Curado elevado Bajo hinchamiento Dificulta procesado

*Tabla 13 Resumen de características generales de los elastómeros de etileno-propileno*

## Aplicaciones principales

### Vehículos

El caucho EPDM se utiliza comúnmente en sellante en todos los vehículos. Esto incluye sellos de las puertas, juntas de ventanas, sellos de la carrocería, y, a veces juntas para el capote.



*Imagen 22 Burlete de EPDM*



*Imagen 23 Manguera EPDM*

En general, EPDM se utiliza especialmente en las mangueras en el circuito del sistema de enfriamiento de un automóvil.

Sellado de puertas de cámaras frigoríficas.

El EPDM ofrece una buena performance en el aislamiento térmico. Se utiliza en puertas de cámaras frigoríficas para el sellado.



*Imagen 24 Burletes de EPDM para armado de cámaras frigoríficas*

Equipo de seguridad

Los cauchos de etileno-propileno se utilizan también como material para las juntas de la cara de los respiradores industriales, con mayor frecuencia elegida ya que el uso de la silicona se debe evitar por lo general en ambientes con pintura en aerosol de industrias automotrices.



*Imagen 25 Mascara de gases*

### Aislamiento de cables

El EPDM se utiliza también como material para la envoltura exterior de los cables utilizados en los aparatos eléctricos para la instalación al aire libre o expuesto a la luz UV.



*Imagen 26 Cubierta exterior de cables*

### Impermeabilización de techos

El EPDM se utiliza como revestimiento a prueba de agua de techos. Tiene la ventaja de que no contamina el agua de lluvia escurrida, que es de vital importancia si el dueño de casa desea utilizar esta agua para la higiene personal. Varias casas cuentan con acumuladores de agua de lluvia por lo tanto deben hacer uso de este tipo de techos.



*Imagen 27 Membrana de caucho de etileno-propileno*



*Imagen 28 Colocación de membrana de EPDM en techo*

### **Proceso de vulcanización**

Este proceso se refiere a la reacción química producida cuando el azufre actúa sobre los dobles enlaces de carbono presentes en el elastómero. Normalmente, para elaborar el elastómero, se mezcla el caucho con todas las materias primas y se obtiene un crudo, en el cual no existe reacción química alguna. Luego, aplicando presión y altas temperaturas, se genera la reacción química del azufre con los dobles enlaces del elastómero, obteniendo el caucho vulcanizado.

Con este proceso lo que se pretende es mejorar las características del caucho mediante la adición de azufre, principalmente, aunque puede ser sustituido por metaloides semejantes como el selenio y telurio o por compuestos capaces de liberar azufre por disociación térmica.

El caucho vulcanizado tiene más fuerza, elasticidad y mayor resistencia a los cambios de temperatura que el no vulcanizado, el bruto; además es impermeable a los gases y resistente a la abrasión, acción química, calor y electricidad. También posee un alto coeficiente de rozamiento en superficies secas y un bajo coeficiente de rozamiento en superficies mojadas por agua.

## **Historia**

La introducción del caucho en los mercados occidentales despertó un interés que se prolongó durante un siglo. El látex no sólo servía como goma de borrar, también se vio un campo abierto en el tema de impermeabilizar la ropa, el calzado y las maletas.

A partir de 1830, el interés comenzó a cambiar. El látex se volvía viscoso en verano y duro y desmenuzable en invierno. Se trató de conferirle cierta estabilidad embadurnándolo con una solución de caucho y trementina, pero sin resultados.

La industria se negaba, a renunciar al látex, y los investigadores comenzaron a buscar un tratamiento estabilizador. Experimentaron con diversas sustancias susceptibles tanto de adherirse al látex como de estabilizar su superficie. En 1832, el alemán Ludersdorff y el americano Hayward, cada uno de modo independiente, hallaron que el azufre reducía la tendencia de éste a volverse viscoso. Sin embargo, el caucho sulfurizado aún carecía de la deseada estabilidad, que se pretendía, que fuera similar a la del cuero.

En 1830, Charles Goodyear, un pequeño industrial americano, se interesó por la búsqueda de un procedimiento ideal y durante un tiempo pensó hallarse en el buen camino, ya que, al tratar el caucho con agua fuerte o ácido nítrico, consiguió un endurecimiento superficial pero provisional. En 1836 se dio cuenta de que, con calor elevado, el látex tratado con agua fuerte recuperaba su deplorable tendencia a volverse viscoso. Durante dos años trató en vano de

perfeccionar la sulfurización del látex. En enero de 1839, su torpeza le fue de gran ayuda, al volcar en una sartén un recipiente en el que había mezclado látex, azufre y blanco de cerusa (se trata de un pigmento). Cuando la mezcla se enfrió, Goodyear se dio cuenta de que había adquirido la estabilidad buscada sin perder la elasticidad.

En resumen, el procedimiento consistía en calentar el caucho, previa incorporación de polvo de azufre y una carga de mineral adecuada (cal, magnesia...), durante 4 o 5 horas a una temperatura próxima a los 140° C.

El problema era que el polvo de azufre que se formaba en la superficie, revelaba el procedimiento, que rápidamente fue imitado. Goodyear obtuvo la patente americana en 1844, pero Thomas Hancock se le había adelantado en Gran Bretaña. Fue Brockedon, un amigo del británico, el que al observar los experimentos de éste con el azufre, acuñó la palabra vulcanización, ya que el azufre era de origen volcánico y se suponía que el dios Vulcano, vivía en los volcanes.

El éxito de la vulcanización fue fulminante. En EE.UU. y en Europa occidental se creó toda una industria a su alrededor: parachoques de tranvías, impermeables, pelotas y juguetes, botas... y neumáticos a partir de 1845, año en que Thomson inventó el neumático. La actual gama de productos de caucho vulcanizado es mucho más amplia, como es natural: relleno de asientos, forro de conductos diversos, amortiguadores de vehículos, cañerías...

### **Proceso de vulcanización**

El proceso de vulcanización al que se someten los cauchos no es más que un entrelazamiento de cadenas de polímeros con moléculas de azufre a alta presión como ya se ha dicho.

El principal agente vulcanizante sigue siendo el azufre. El selenio y el telurio también se emplean, pero generalmente con una elevada proporción de azufre. En la fase de calentamiento del proceso de vulcanización, se mezcla el azufre con el caucho a la vez que con el resto de aditivos. La proporción azufre-caucho varía entre un 1:40 para el caucho blando hasta un 1:1 en el caucho duro. La vulcanización en frío, que se utiliza para fabricar artículos de caucho blando como guantes y artículos de lencería, se lleva a cabo por exposición al vapor de cloruro de azufre (S<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>).

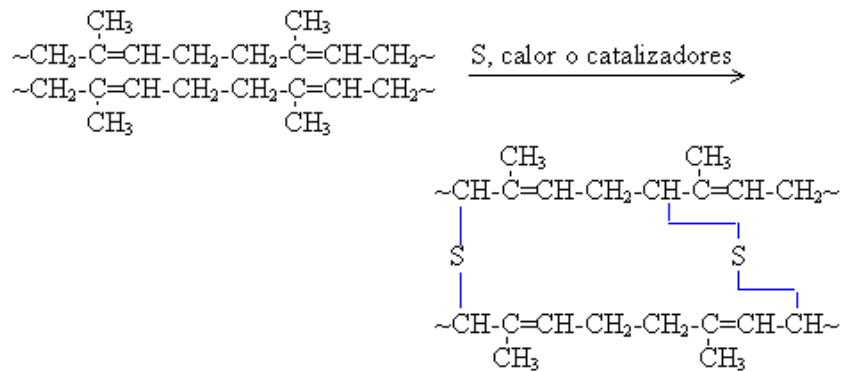


Imagen 29 Calor o catalizadores

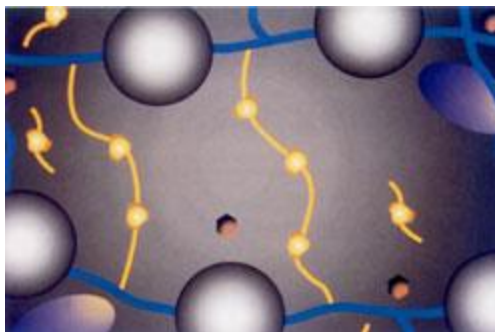


Imagen 30 Proceso caucho

En este proceso, el caucho pasa de ser una material termoplástico a ser uno elastomérico.

### **Características físico-químicas**

La cantidad de azufre necesaria a tal fin es del orden del 0.5 al 3 % del peso del caucho para artículos blandos y del 15 al 30 % para gomas duras o ebonita (usado como aislante eléctrico hasta la aparición de los plásticos).

Durante el proceso, el azufre se combina con las moléculas de caucho, enlazándolas transversalmente. Y gracias a la formación de una red tridimensional se ven modificadas las propiedades del látex.

Se puede determinar el gran valor del descubrimiento de la vulcanización si se comparan las características físicas del látex puro y del caucho vulcanizado. Su grado de elasticidad es de 275 a 350 kg/cm<sup>2</sup>; el del látex puro es de 20 a 40 kg/cm<sup>2</sup>. La dureza en el tensióMETRO pasa de 20-30 a 40-45. Sin embargo, la capacidad de estiramiento sin deformación disminuye. La deformación consecutiva a un estiramiento del 200 % durante 24 horas disminuye del 75-125 % a 13-5 %.

Por otra parte, el caucho vulcanizado es prácticamente impermeable al agua y a los gases, y sus componentes no se ven afectados por el oxígeno, las bases, los ácidos, ni los disolventes orgánico, menor sensibilidad a las variaciones de temperatura además presenta una mayor resistencia a las fisuras, a la abrasión, a las grietas y a la erosión.

## **Aceleradores de la vulcanización**

Los aceleradores de la vulcanización son sustancias que, añadidas en cantidades pequeñas a la mezcla de caucho, que contiene otras materias accesorias, aumentan considerablemente la rapidez de vulcanización. Su utilidad se extiende más allá de este efecto, pues mejoran notablemente la calidad del producto. La industria moderna del caucho no podría subsistir sin el empleo de los aceleradores de la vulcanización.

Con anterioridad al descubrimiento de los aceleradores orgánicos, se usaban compuestos inorgánicos de carácter básico; blanco de plomo, cal y magnesia, que han sido sustituidos casi completamente por los aceleradores orgánicos. El primero de estos fue la anilina. La anilina era superior a los óxidos de metales no solo en la aceleración sino también en el mejoramiento de las propiedades del producto final. Como la anilina es demasiado tóxica para uso general, se ha experimentado con varios derivados, la tiocarbanilida, producto de la reacción de la anilina y el sulfuro de carbono, fue adoptada y usada durante más de veinte años. Las aldehídoaminas y las guanidinas dieron todavía mejores resultados y tuvieron un uso muy extendido.

Los tiazoles han reemplazado en gran medida a los aceleradores de otros grupos. Algunos autores suponen que la aceleración obra por catálisis, convirtiendo el azufre elemental en una forma más activa que actúa como agente vulcanizador. Según otros, la descomposición térmica del acelerador proporciona radicales que quitan átomos de hidrogeno a las moléculas de isopreno e inician la reacción en cadena entre el azufre y el caucho. Según ciertas teorías, en forma activa se une a las moléculas de caucho en los dobles enlaces o sustituye átomos de hidrogeno-metilénico durante la vulcanización formando puentes o enlaces cruzados de sulfuro y disulfuro.

Los aceleradores se consumen parcialmente o por completo durante la vulcanización y pueden funcionar en las etapas iniciales y terminales de la misma.

Los aceleradores se dividen en cuatro grupos químicos:

- Mercaptotiazoles y sus derivados.
- Ditiocarbamatos y sulfuros de bis (tiocarbamoilo).
- Guanidinas y productos de reacción de aldehidos.
- Aminas.

El sistema de vulcanización con azufre, acelerador y óxido metálico es sensible al pH. Un pH bajo retarda la vulcanización y un pH elevado la activa. Por esta razón, la mayoría de los activadores son sustancias que elevan el pH del sistema.

#### Activadores orgánicos

Diversas sustancias orgánicas se venden en calidad de activadores de la vulcanización. Algunas no son aceleradores cuando se usan solas; pero asociadas a cierto acelerador aumentan la velocidad de vulcanización sobre el valor obtenido con el acelerador solo. Con esta asociación se obtiene una rápida vulcanización más económicamente que si se usa mayor concentración de acelerador sin el activador.

#### Agentes de vulcanización

El azufre, el agente de vulcanización del caucho casi universal, se usa generalmente en la forma de azufre molido comercial. Una variedad que contiene 90% de azufre en forma insoluble en sulfuro de carbono se usa en ciertas ocasiones.

Las combinaciones orgánicas sulfurosas capaces de liberar azufre a las temperaturas de vulcanización sirven también para esta operación.

Los elementos selenio y telurio y el monocloruro de azufre se usan también como agentes de vulcanización.

El requisito principal que debe cumplir un agente vulcanizador es que efectúe la vulcanización después de ser expuesto a temperatura conveniente. Las principales transformaciones producidas por la vulcanización son la represión de la plasticidad, aumento de la elasticidad y aumento de la resistencia. Un agente vulcanizador debe ser soluble en el caucho o estar dividido en partículas finas para que pueda dispersarse con facilidad y uniformidad en el caucho. Debe ser preferentemente no tóxico y no teñir.

#### Retardadores de la vulcanización

El retardador ideal sería una sustancia que retardase el comienzo de la vulcanización y que no afectase el curso ésta.

Los retardadores comerciales más aceptados para las vulcanizaciones con azufre son el ácido salicílico, ácido benzoico, anhídrido ftálico, y la tricloromelamina.

Las sales de plomo y cadmio son retardadores de sistemas que emplean los sulfuros de bis (tiocarbamoílo) como aceleradores.

Un retardador verdaderamente eficaz debe aumentar el tiempo requerido para el comienzo de la vulcanización (a cualquier temperatura), pero no debe retardar la velocidad de vulcanización. Una sustancia que retarda ambos procesos produce el mismo efecto que una reducción de la dosis de acelerador, lo que significa un consumo inútil. Un retardador debe ser capaz de dispersarse fácilmente en el caucho y por ello debe ser soluble en el mismo o estar en

partículas sumamente finas. Conviene que sea no tóxico e inodoro; no debe teñir, y ha de ser estable en almacenamiento.

#### Vulcanización de policloropreno

La vulcanización del caucho neopreno o policloropreno (caucho CR) se lleva a cabo usando óxidos de metal (concretamente MgO y ZnO, y en ocasiones PbO) preferentemente en vez de los compuestos de azufre que son usados con muchos cauchos naturales y sintéticos. Además, debido a otros factores de su procesado (principalmente el scorch, que es el prematuro entrecruzamiento en las gomas por la influencia del calor), la elección del acelerante se rige por reglas diferentes a otros cauchos dienos ya que los acelerantes más habituales son problemáticos para el curado de los cauchos CR. El acelerante más importante para el neopreno es la etilentiourea (ETU), que tiene sin embargo la desventaja de estar clasificado como tóxico para la reproducción. La industria del caucho europea ha comenzado un proyecto de investigación para desarrollar una alternativa más segura al uso de ETU.

#### Características del polímero

Las características de los polímeros, en general, son afectadas por su vulcanización. Las principales son:

- Resiste a la degradación a causa del sol, el ozono y el clima;
- Presenta resistencia aceptable a solventes y agentes químicos;
- Es resistente a daños causados por la flexión y la torsión.

La estructura del polímero puede ser modificada por copolimerización del cloropreno con azufre o con 2,3-di cloro-1,3-butadieno.

## Composición final del polímero

Diferentes análisis con espectrometría de infrarrojo muestran que los productos de la isomerización del cloropreno son:

- Secuencias lineales de unidades de trans-2-cloro -2-butadieno.
- Productos de una polimerización en los carbonos 1,2.
- Productos de una polimerización en los carbonos 3,4, 5,7.
- Isómeros derivados de una reacción entre la cabeza (carbono 1) y la cola (carbono 4) de dos monómeros.
- Isómeros derivados de una adición entre la cabeza de un monómero y la cabeza del otro.
- Isómeros derivados de una adición entre la cola de un monómero y la cola del otro.

## Vulcanización de siliconas

Las siliconas de vulcanización a temperatura ambiente (RTV: Room Temperature Vulcanizing) están constituidos de aceite reactivo del polímero base junto con cargas minerales para fortalecimiento. Hay dos tipos de silicona de vulcanización a temperatura ambiente:

### RTV-1 (sistemas de un componente)

Las RTV-1 se endurecen debido a la acción de la humedad atmosférica, un catalizador y acetoxisilano. El acetoxisilano, cuando es expuesto a condiciones de humedad se forma ácido acético. El proceso de curación comienza en la superficie externa y avanza hacia su núcleo. El producto está envasado en cartuchos herméticos y puede estar en forma líquida o en pasta. Las siliconas RTV-1 tienen una buena adherencia, elasticidad y durabilidad. La dureza Shore A

puede variar entre 18 y 60. El alargamiento a la rotura puede variar desde 150% hasta 700%.

Tienen una excelente resistencia al envejecimiento debido a la mayor resistencia a la radiación UV y a la intemperie. Los productos RTV-1 industrial se conocen como CAF.

RTV-2 (sistemas de dos componentes)

Los elastómeros RTV-2 son productos de dos componentes que, cuando se mezcla, cura a temperatura ambiente para dar un elastómero sólido, un gel o una espuma flexible. Las RTV-2 se mantienen flexibles de  $-80^{\circ}\text{C}$  a  $+250^{\circ}\text{C}$ . Se descomponen a temperaturas superiores a  $350^{\circ}\text{C}$  dejando un depósito de sílice inerte que no es inflamable y ni combustible. Pueden ser utilizados para el aislamiento eléctrico debido a sus propiedades dieléctricas. Las propiedades mecánicas son satisfactorias. Las RTV-2 se utilizan para hacer moldes flexibles, así como muchas piezas técnicas para aplicaciones industriales y sanitarias.



*Imagen 31 Recubrimiento de circuito eléctrico con silicona*

Entrecruzamiento con aminas

Los cauchos fluoroelastómeros (FKM) y los poliacrilatos (ACM) no son vulcanizados con azufre, debido a que contienen una pequeña cantidad de monómero reactivo que reacciona con las aminas. El azufre puede ser añadido solamente como un retardador de la vulcanización.

## Compuestos bifuncionales

Ciertos componentes bifuncionales son usados para llevar a cabo el entrecruzamiento formando puentes entre las cadenas del caucho. Los componentes de este tipo son: p-quinona dioxima, la cual es oxidada a p-dinitrisobenzeno para formar el puente con los dobles enlaces del caucho, se usa en el caucho butilo; la resina epoxi para el caucho nitrilo y la resina fenólica también se puede aplicar para el caucho butilo y EPDM.

## Reciclaje y desvulcanización

El mercado del caucho es enorme, sólo en América del Norte se usan alrededor de 4,5 millones de toneladas cada año. La industria del automóvil consume aproximadamente el 79% del caucho virgen y el 57% del caucho sintético. Hasta la fecha, el caucho reciclado no se ha utilizado como un reemplazo de caucho nuevo en cantidades significativas, en gran parte debido a que las propiedades deseadas no han sido alcanzadas. Los neumáticos usados son los más visibles de los residuos hechos de caucho, se estima que América del Norte por sí sola genera unos 300 millones de llantas de desecho al año, que se añaden a las ya existentes. Se estima que menos del 10% de los residuos de caucho se vuelven a utilizar en cualquier tipo de producto nuevo. Los Estados Unidos, la Unión Europea, Europa del Este, América Latina, Japón y el

Oriente Medio en conjunto producen cerca de mil millones de neumáticos al año, con una acumulación aproximada de tres millones de dólares en Europa

El proceso de reciclado de caucho comienza con la trituración. Después de que el acero y el refuerzo de fibras se extraen, y de una molienda secundaria, el polvo de caucho resultante está listo para la remanufactura de productos. Hasta ahora, este material inerte sólo podía ser utilizado en aplicaciones que no requieren vulcanización. En el proceso de reciclaje de caucho, la

desvulcanización comienza con la desvinculación de las moléculas de azufre de las moléculas de caucho, lo que facilita la formación de nuevos enlaces cruzados. Se han desarrollado dos procesos de reciclaje de caucho: el proceso de aceite modificado y el proceso de agua-aceite.

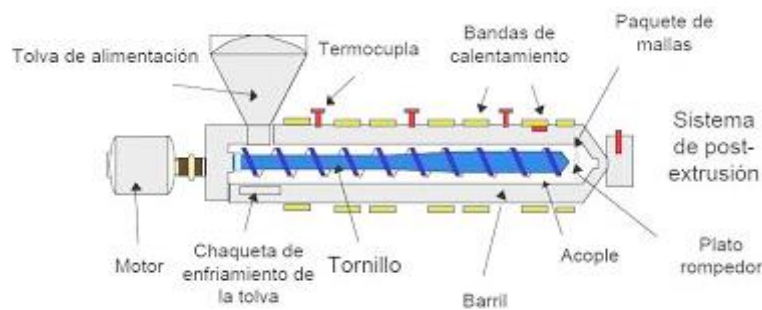
Con cada uno de estos procesos, el aceite y un agente de recuperación se añaden al polvo de caucho regenerado, que se somete a altas temperaturas y presión durante un largo período de tiempo (5-12 horas) en un equipo especial y también requiere un extenso post-procesamiento mecánico. El caucho regenerado de estos procesos tiene alteradas sus propiedades y no es apto para su uso en muchos productos, incluidos los neumáticos. Por lo general, estos diversos procesos de desvulcanización no han podido dar lugar a una desvulcanización importante, no han logrado conseguir una calidad consistente, o han sido prohibitivamente caros.

## **Extrusión de materiales plásticos**

### Extrusión

Definición: La palabra extrusión proviene del latín "extrudere" que significa forzar un material a través de un orificio. La extrusión consiste en hacer pasar bajo la acción de la presión un material termoplástico a través de un orificio con forma más o menos compleja (hileras), de manera tal, y continua, que el material adquiera una sección transversal igual a la del orificio. En la extrusión de termoplásticos el proceso no es tan simple, ya que durante el mismo, el polímero se funde dentro de un cilindro y posteriormente, enfriado en una calandria, Este proceso de extrusión tiene por objetivos, proceso que es normalmente continuo, usarse para la producción de perfiles, tubos, películas plásticas, hojas plásticas, etc.

## Diagrama de una extrusora



*Imagen 32 Diagrama de una extrusora*

### Ventajas y restricciones:

Presenta alta productividad y es el proceso más importante de obtención de formas plásticas en volumen de producción. Su operación es de las más sencillas, ya que una vez establecidas las condiciones de operación es de las más sencillas, ya que una vez establecidas las condiciones de operación, la producción continúa sin problemas siempre y cuando no exista un disturbio mayor. El costo de la maquinaria de extrusión es moderado, en comparación con otros procesos como inyección, soplado o Calandrado, y con una buena flexibilidad para cambios de productos sin necesidad de hacer inversiones mayores.

La restricción principal es que los productos obtenidos por extracción deben tener una sección transversal constante en cualquier punto de su longitud (tubo, lámina) o periódica (tubería corrugada); quedan excluidos todos aquellos con formas irregulares o no uniformes. La mayor parte de los productos obtenidos de una línea de extrusión requieren de procesos posteriores con el fin de habilitar adecuadamente el artículo, como en el caso del sellado y

cortado, para la obtención de bolsas a partir de película tubular o la formación de la unión o socket en el caso de tubería.

Aplicaciones Actuales:

- Película tubular
- Bolsa (comercial, supermercado)
- Película plástica para uso diverso
- Película para arropado de cultivos
- Bolsa para envase de alimentos y productos de alto consumos
- Tubería
- Tubería para condición de agua y drenaje
- Empaques o juntas
- Alambre para uso eléctrico y telefónico
- Perfil
- Hojas para persiana
- Ventanería
- Lámina y Película Plana
- Rafia
- Manteles para mesa e individuales
- Cinta Adhesiva
- Flejes para embalaje
- Monofilamento
- Filamentos
- Alfombra (Filamento de las alfombras)

Descripción del Proceso:

Dentro del proceso de extrusión, varias partes debe identificarse con el fin de aprender sus funciones principales, saber sus características en el caso de elegir un equipo y detectar en donde se puede generar un problema en el momento de la operación.

La extrusión, por su versatilidad y amplia aplicación, suele dividirse en varios tipos, dependiendo de la forma del dado y del producto exigido.

Así la extrusión puede ser:

- De tubo y perfil
- De película tubular
- De lámina y película plana
- Recubrimiento de cable
- De Monofilamento
- Para pelletización y fabricación de compuestos

Independientemente del tipo de extrusión que se quiera analizar, todos guardan similitud hasta llegar al dado extrusor. Básicamente, una de extrusión consta de un eje metálico central con alabes helicoidales llamado husillo o tornillo, instalado dentro de un cilindro metálico revestido con una camisa de resistencias eléctricas.

En un extremo del cilindro se encuentra un orificio de entrada para la materia prima, donde se instala una tolva para la materia prima, donde se instala una tolva de alimentación, generalmente de forma cónica; en ese mismo extremo se encuentra el sistema de accionamiento del husillo, compuesto por un motor y un sistema de reducción de velocidad.

En la punta del tornillo, se ubica la salida del material y el dado que forma finalmente

plástico.

### Descripción del equipo

Tolva: La tolva es el depósito de materia prima en donde se colocan los pellets de material plástico para la alimentación continua del extrusor.

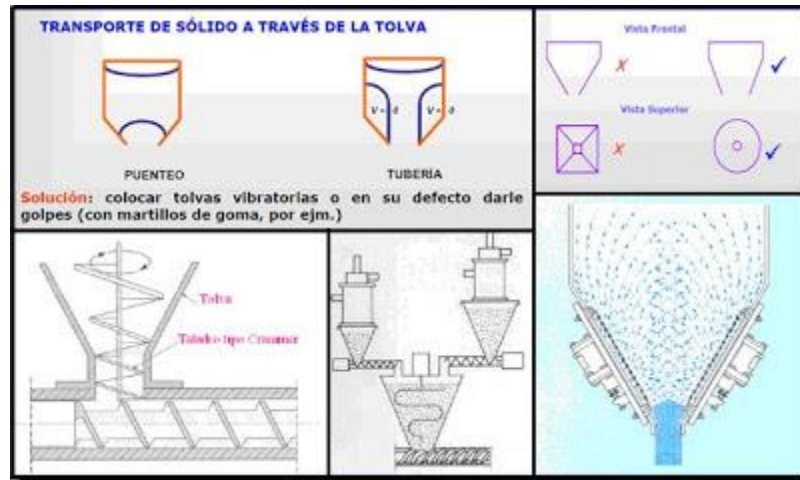


Imagen 33 Transporte de solido

Barril o Cañón: Es un cilindro metálico que aloja al husillo y constituye el cuerpo principal de una máquina de extrusión, conforma, junto con el tornillo de extrusión, la cámara de fusión y bombeo de la extrusora. En pocas palabras es la carcasa que envuelve al tornillo. El barril debe tener una compatibilidad y resistencia al material que esté procesando, es decir, ser de un metal con la dureza necesaria para reducir al mínimo cualquier desgaste.

El cañón cuenta con resistencias eléctricas que proporcionan una parte de la energía térmica que el material requiere para ser fundido. El sistema de resistencias, en algunos casos va complementado con un sistema de enfriamiento que puede ser flujo de líquido o por ventiladores

de aire. Todo el sistema de calentamiento es controlado desde un tablero, donde las temperaturas de proceso se establecen en función del tipo de material y del producto deseado.

En el diseño de todo cilindro de extrusión se busca:

- 1) Máxima durabilidad.
- 2) Alta transferencia de calor.
- 3) Mínimo cambio dimensional con la temperatura.

Husillo: Gracias a los intensos estudios del comportamiento del flujo de los polímeros, el husillo ha evolucionado ampliamente desde el auge de la industria plástica hasta el grado de convertirse en la parte que contiene la mayor tecnología dentro de una máquina de extrusión. Por esto, es la pieza que en el alto grado determina el éxito de una operación de extrusión. Con base al diagrama, se describen a continuación las dimensiones fundamentales para un husillo y que, en los diferentes diseños, varían en función de las propiedades de flujo de polímero fundido que se espera de la extrusora.

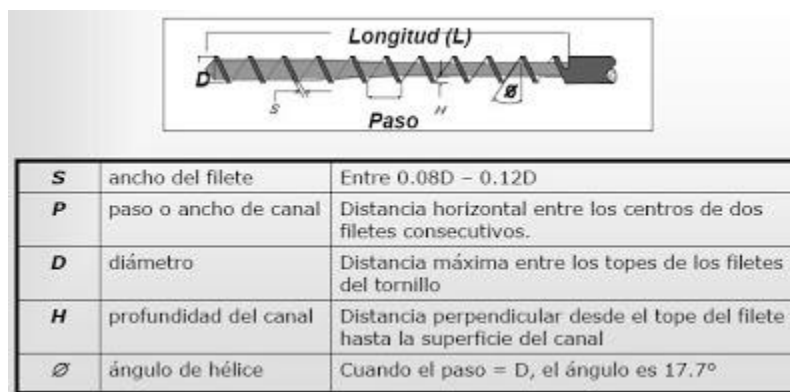


Imagen 34 Longitud polímero

Control de la temperatura en los cilindros: Sistema de calentamiento del cilindro: El calentamiento del cilindro se produce, casi exclusivamente, mediante resistencias eléctricas. El sistema de calentamiento de la extrusora es responsable de suministrar entre un 20-30% del calor necesario para fundir la resina. Para suministrar el calor requerido, el calentamiento suele ser de 25 a 50 vatios/in<sup>2</sup> (38750 a 77500 W/m<sup>2</sup>).

Sistema de enfriamiento del cilindro: Aunque pueda lucir contradictorio, cada zona de calentamiento del tornillo de la extrusora está acompañada, en la mayor parte de los equipos comerciales, de un ventilador el cual permite el control de la temperatura eliminando calor de la extrusora mediante el flujo de aire sobre la superficie requerida

El Motor: El motor de la extrusora es el componente del equipo responsable de suministrar la energía necesaria para producir: la alimentación de la resina, parte de su fusión (70 a 80%), su transporte y el bombeo a través del cabezal y la boquilla.

El Cabezal: El componente de la línea denominado cabezal, es el responsable de conformar o proporcionar la forma del extrudado.

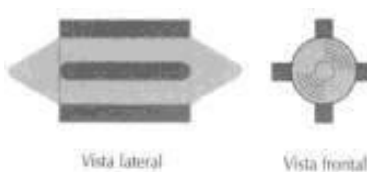
De forma detallada, los principales componentes de un cabezal para la extrusión son: Plato rompedor y filtros: Constituyen el punto de transición entre la extrusora y el cabezal. A estos componentes les corresponde una parte importante de la calidad del material extrudado. El plato rompedor es el primer elemento del cabezal destinado a romper con el patrón de flujo en espiral que el tornillo imparte; mientras que la función de los filtros es la de eliminar del extrudado partículas y/o grumos provenientes de impurezas, carbonización, pigmentos y/o aditivos, etc.



*Imagen 35 Plato rompedor*

En lo que respecta a su diseño, el plato rompedor no es más que una placa cilíndrica horadada. Por otro lado, las mallas deben ser fabricadas con acero inoxidable, ya que las compuestas con cobre o bronce tienen un efecto catalítico sobre las reacciones termo-oxidativas.

Torpedo: Algunos cabezales de extrusión suelen presentar en el ducto de acople entre la extrusora y el cabezal, un elemento que contribuye con la función del plato rompedor (modificar el patrón de flujo en espiral a uno longitudinal). Por su geometría, a este dispositivo se le suele denominar torpedo.



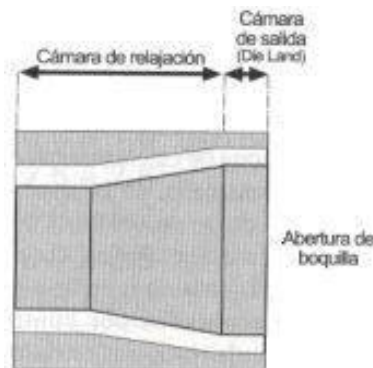
*Imagen 36 Esquema de un torpedo de un cabezal de extrusión de película tubular*

Boquilla: La boquilla de extrusión es el componente del cabezal encargado de la conformación final del extrudado. Se debe velar por que el polímero fluya, con volumen y velocidad de flujo uniforme, alrededor de toda la circunferencia de la boquilla, de manera de

lograr espesores uniformes. Los diseños actuales de boquillas presentan dos secciones claramente definidas.

La primera de estas secciones es conocida como: cámara de relajación; mientras que la segunda puede ser llamada cámara de salida (die land). La cámara de relajación de la boquilla tiene como propósito producir la desaceleración del material e incrementar el tiempo de residencia en la boquilla de manera tal que el polímero relaje los esfuerzos impartidos por el paso a través de los paquetes de filtros y el plato rompedor. La cámara de descarga (Die land) produce el formado del perfil deseado con las dimensiones requeridas. Los parámetros básicos para la especificación de una boquilla son:

El diámetro y la abertura de la salida, Adaptadores: Son requeridos cuando la boquilla no es diseñada específicamente para un determinado extrusor. Debido a que los fabricantes de extrusoras y boquillas no siempre son los mismos, el uso de adaptadores suele ser común.



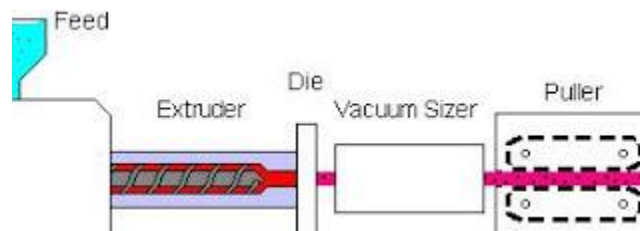
*Imagen 37 Sección de una boquilla circular de extrusión*

Alabes o Filetes o Paleta Pistón: Los alabes o filetes, que recorren el husillo de un extremo al otro, son los verdaderos impulsores del material a través del extrusor. Las

dimensiones y formas que éstos tengan, determinará el tipo de material que se pueda procesar y la calidad de mezclado de la masa al salir del equipo.

### Extrusión de tubo y perfil

Componentes de la Línea: Este proceso consta de una extrusora con un diseño de barril y husillo adecuado al tipo de material que se quiera procesar. En la producción de tubo y perfil, el plástico de uso más común es el Policloruro de Vinilo (PVC), aunque la tubería de Polietileno es también usada por su bajo costo.



*Imagen 38 Componentes de la línea*

En el extremo del extrusor, un cabezal o dado conformará al polímero en estado plástico a las dimensiones del tubo o perfil requeridos. Sin embargo, para asegurar la exactitud de dimensiones del producto, se hace necesaria la instalación de la unidad de formación o calibración, en el cual, el tubo o perfil adquirirá las dimensiones que aseguren los posteriores ensambles o soldaduras que con ellos se hagan.

Una vez logradas las dimensiones del producto, una tina de enfriamiento remueve el calor excedente, evitando cualquier deformación posterior del producto. Antes de la tina de enfriamiento, no es posible aplicar ningún esfuerzo o presión al producto sin correr el riesgo de provocarte una deformación permanente. Junto a la tina de enfriamiento, un elemento de tiro

aplica una tensión o jalado constante al material para que esté siempre en movimiento. Por último, dependiendo de la flexibilidad del producto, una unidad de corte o de enrollado prepara el producto para su distribución.

#### Coextrusiones de Tubería:

Tiene su principal ventaja al poder usar materiales reciclados, pues produce tuberías en cuya parte interior se extruye material reciclado y una cubierta exterior de material virgen que conserva una buena apariencia del producto y contiene mayores cantidades de aditivos para la protección a los ataques del medio ambiente.

En algunos usos eléctricos y de drenaje es válida esta práctica, ya que se pueden obtener productos de menor costo con buenas propiedades para las aplicaciones a las que se dirigen.

Otro tipo de coextrusión se presenta en la tubería corrugada, que requiere flexibilidad y resistencia mecánica pero con un pared interior lisa para evitar los estancamientos de los líquidos que se transporten.

## Vigilancia Tecnológica

Por medio de la vigilancia tecnológica se pudo encontrar que esta situación no es exclusiva del Metro de Medellín, sino que por el contrario se encuentra en muchas ciudades alrededor del mundo, algunos ejemplos de ello se muestran en las siguientes imágenes.

### ESTADO DEL ARTE



Prototipo desarrollado por el Metro de Medellín





En el sistema de transporte masivo de Bogotá, se emplean bandas de caucho de propiedades genéricas

<http://www.eymproductostecnicos.com/Guia-aproximacion-estacionamiento>



Los buses de Madrid cuentan con sistemas especiales para mejorar la accesibilidad

<http://www.emtmadrid.es/Home/Accessibilidad.aspx>



Borde del tren modificado en los  
trenes de Buenos Aires, Argentina

[https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea\\_B\\_\(Subte\\_de\\_Buenos\\_Aires\)#/media/File:Buenos\\_Aires\\_Subte\\_B.JPG](https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_B_(Subte_de_Buenos_Aires)#/media/File:Buenos_Aires_Subte_B.JPG)



Tren Renfe de media distancia  
(España) diseñado con "accesibilidad  
universal"



<http://www.proyectoabedul.es/ferrocarriles.htm>



Acceso independiente a usuarios en sillas de ruedas

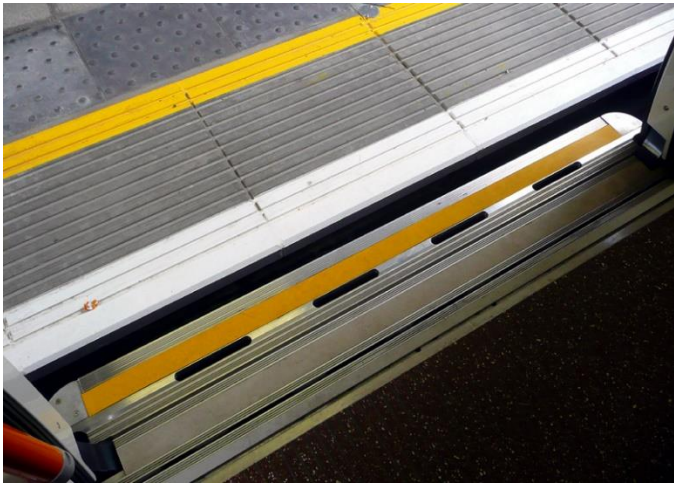


[www.proyectoabedul.es/ferrocarriles.htm](http://www.proyectoabedul.es/ferrocarriles.htm)



Plataforma en tren japonés

[japonismo.com/blog/las-lineas-de-mini-shinkansen](http://japonismo.com/blog/las-lineas-de-mini-shinkansen)

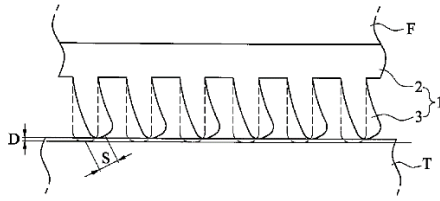


Sistemas usados en Inglaterra

[citytransport.info/Access.htm](http://citytransport.info/Access.htm)

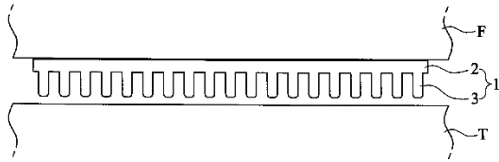
[Fig. 1]

- PRIOR ART -



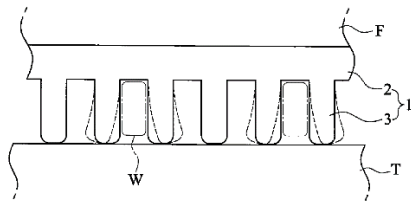
[Fig. 2]

- PRIOR ART -

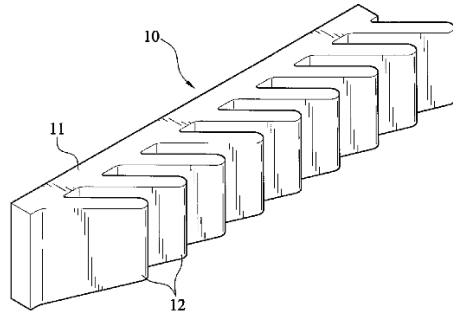


[Fig. 3]

- PRIOR ART -



[Fig. 4]



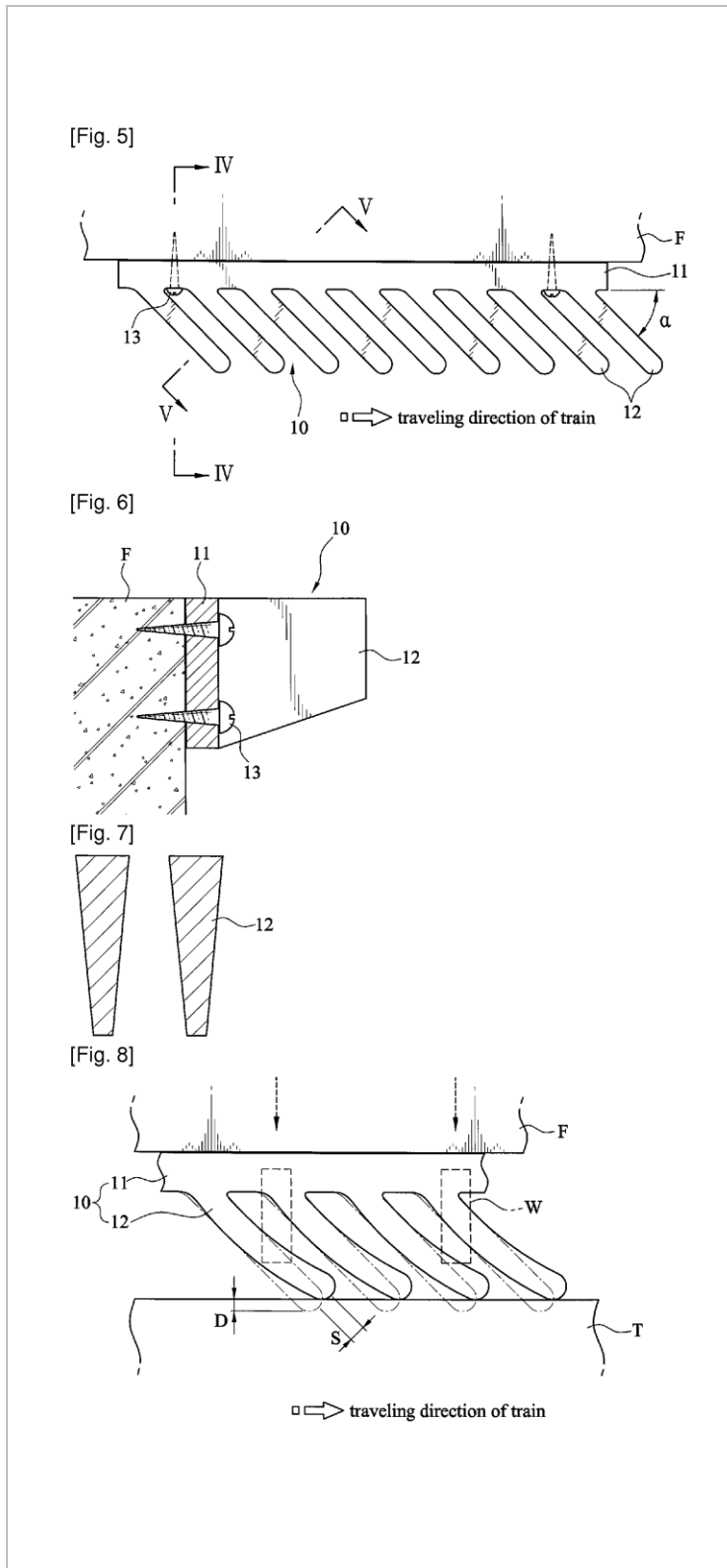
Patente solicitada para un sistema que permite llenar el espacio entre las plataformas y el tren

*“Safety gap filler for railway platforms*

*US 20100224097 A1”*

<http://www.google.com.tr/patents/>

[US20100224097](http://www.google.com.tr/patents/US20100224097)



Número de publicación	US20100224097 A1
Tipo de publicación	Solicitud
Número de solicitud	US 12/376,403
Número de PCT	PCT/KR2007/003819
Fecha de publicación	9 Sep 2010
Fecha de presentación	8 Ago 2007
Fecha de prioridad	14 Ago 2006
También publicado como	<a href="#">WO2008020690A2</a> , <a href="#">WO2008020690A3</a>
Inventores	<a href="#">Wan Young Lee</a>
Cesionario original	<a href="#">Wan Young Lee</a>
Exportar cita	<a href="#">BiBTeX</a> , <a href="#">EndNote</a> , <a href="#">RefMan</a>
<a href="#">Clasificaciones (6)</a>	



Solución de ingreso desarrollada por la empresa Delkor Rail en Australia



<http://www.delkorrail.com/products/rail-products/platform-gap-filler.html>



GAP BEFORE

GAP AFTER



Plataforma fija incorporada a los trenes en Perth, Australia

Reduce el espacio libre a 2 cm aprox.



[www.danielbowen.com/2012/page/1](http://www.danielbowen.com/2012/page/1)

[4/](#)



Estación tren Perth, Australia

<http://www.danielbowen.com/2012/page/14/>



Reducción del espacio libre en Estación de tren Flinders, Melbourne, Australia

<http://www.danielbowen.com/2012/page/14/>



Espacio mínimo entre tren y plataforma

[www.senseofbelonging.net/](http://www.senseofbelonging.net/)



Plataforma móvil integrada al tren

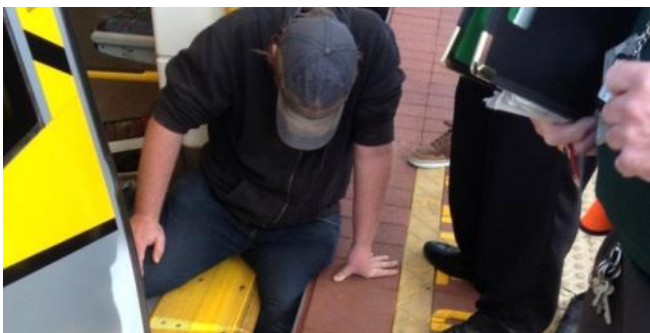
[http://www.railgallery.info/photo\\_showcase/v/france/sncf/U25500/interior/RailGallery\\_160910\\_511.jpg.html](http://www.railgallery.info/photo_showcase/v/france/sncf/U25500/interior/RailGallery_160910_511.jpg.html)

### PROBLEMAS CON ALGUNOS GALIBOS EN EL MUNDO



Mujer atrapada en estación de tren en Hougang, Singapore, en un galibo de 10 cm. de ancho

<http://news.asiaone.com/news/singapore/students-leg-stuck-between-train-and-platform-hougang-mrt-station>

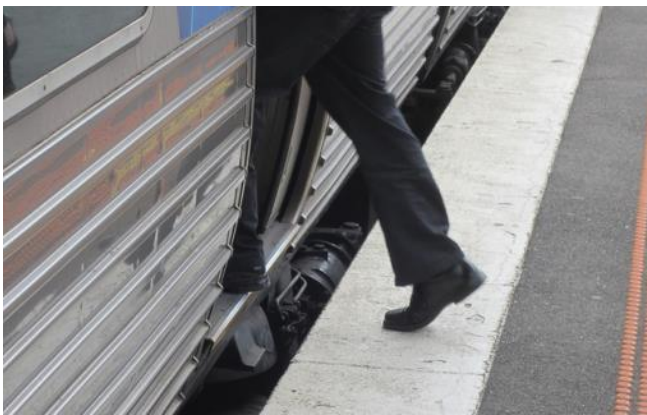


Hombre atrapado en la estación Stirling en Perth, Australia

<http://news.asiaone.com/news/singapore/students-leg-stuck-between-train-and-platform-hougang-mrt-station>



Espacio en algunas estaciones de tren suburbano del mundo

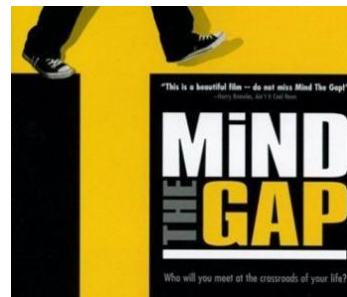


<http://www.danielbowen.com/2012/page/14/>

## CAMPAÑAS DE SENSIBILIZACIÓN EN EL MUNDO

Alertas visuales que advierten del espacio entre el tren y la plataforma.

“Mind the gap” Ten presente la brecha o el espacio



<http://www.danielbowen.com/2012/page/14/>



<https://grahamerobbassociates.wordpress.com/category/vitalsmarts/>

<http://www.byanina.com/yellow-mellow/>



[http://www.wikiwand.com/en/Mind\\_the\\_gap](http://www.wikiwand.com/en/Mind_the_gap)

<http://www.thatsyogarbage.com/category/podcast/page/2/>

Tabla 14 Estado del arte

## **Objetivos**

### Objetivo general

Generar una propuesta de diseño viable para evitar atrapamiento de personas entre el tren y la plataforma de la empresa Metro de Medellín

### Objetivos específicos

- Analizar todas las consideraciones del problema y entender cuáles son todas las restricciones físicas y económicas del proyecto.
- Desarrollar propuestas que eviten atrapamiento de personas entre el tren y la plataforma.
- Implementar Sistema de forma óptima y con todas las garantías de seguridad y de vida útil.

## **Alcances y limitaciones**

Este proyecto se realizó en la ciudad de Medellín, Antioquia. Por medio del cual se pretende realizar un modelo funcional para presentar a la empresa Metro De Medellín y al Instituto Tecnológico Metropolitano como trabajo de grado.

Las principales limitantes para el desarrollo de este proyecto es no poder intervenir el lagrimal de la plataforma por pedido de la empresa, además al momento de realizar alguna intervención solo se podrá en la noches desde las 12:00 AM hasta las 3:00 AM, y el presupuesto para realizar algún prototipo o prueba piloto lo que dificulta lograr grandes avances durante el segundo semestre del año en curso.

## Localización física

Ciudad de Medellín, Antioquia.

Intervención a las estaciones del Sistema METRO de Medellín, iniciando por la realización de un modelo funcional.

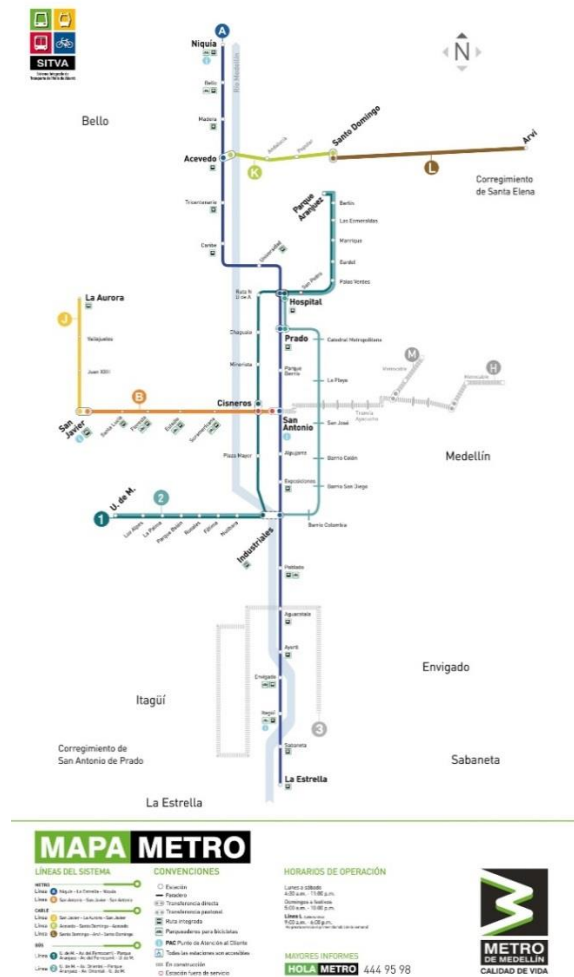


Imagen 39 Estaciones METRO de Medellín

Tomado de: [https://www.Metrodemedellin.gov.co/Portals/4/Imagenes/Viajeconnosotros/mapa-esquematico\\_grande.jpg](https://www.Metrodemedellin.gov.co/Portals/4/Imagenes/Viajeconnosotros/mapa-esquematico_grande.jpg)

## Procedimiento

Para este proyecto se toma como referencia la Metodología Proyectual de Bruno Munari mediante la cual se dan una serie de operaciones necesarias, dispuestas en un orden cuya finalidad es la de llegar a un resultado óptimo con un esfuerzo mínimo.

## Elementos del problema

### Subproblemas

- ¿Qué tipo de material se va utilizar para la fabricación del producto?
- ¿Con qué tecnología debemos contar para la producción del producto?
- ¿En dónde van a estar instalado el producto que va a tener contacto con el usuario?
- ¿Qué tamaño va a tener el producto?
- ¿Cómo será transportado el producto?
- ¿Cómo se obtendrán los artículos/partes ya fabricadas para el desarrollo del producto?
- ¿Cuánto costará la producción del producto?

### Recopilación de datos. (Octubre 10)

Con el fin de tener seguridad acerca de lo que requerimos en el problema a desarrollar, y poder decir si ya está resuelto o no, es necesario investigar acerca de:

- Materiales: Caucho (Neopreno)
- Procedimientos para el desarrollo del producto: Extrusión
- Desempeño del producto: Alta resistencia, cuidado al medio ambiente, poco mantenimiento, no representa riesgo para los usuarios.

- Herramientas para realizar el producto: Molde, neopreno.
- Fabricación de productos similares: Modelo funcional.
- Visitas al sistema Metro

#### Análisis de datos

Este proyecto inicio como un trabo de clase en la materia Gestión Tecnológica e Innovación con el profesor Carlos Montoya y a petición de la empresa Metro se trabajó con solucionar el espacio que se genera entre el tren el cual es de 12 cm aproximadamente y la plataforma puede causar atrapamientos y accidentes a los usuarios que están es constante tránsito en el sistema.

#### Creatividad (octubre 15)

- Bocetación y orientación del Profesor para el enfoque del proyecto.

#### Materiales y tecnologías (octubre 24)

- Manipulación a polímeros
- Formas de anclaje a la plataforma

#### Experimentación (octubre 24)

- Propuestas para economizar costos en producción
- Acabados.

#### Modelos (octubre 24)

- Obtención de materiales a bajo costo.

- Nuevos usos a modelos ya fabricados.
- Realización de modelo funcional

#### Verificación (noviembre 10)

- Presentación del producto a la empresa Metro

#### Descripción de las actividades (etapas)

##### Etapas 1

- Inicio del proyecto como trabajo de clase.
- Socialización informativa en la que se dio a conocer la problemática del Metro
- Exploración y reconocimiento de la problemática como proyecto.
- Identificación de necesidades posibles usuarios a intervenir desde el Diseño Industrial.
- Definición de la necesidad.

##### Etapas 2

- Visita a la empresa Metro
- Desarrollo de plan tecnológico.
- Profundización de conceptos importantes para evaluar las condiciones del usuario en la plataforma.
- Investigación de herramientas en la manipulación de polímeros.
- Indagación y evaluación del entorno.

### Etapa 3

- Misión y visión de la empresa.
- Definición de los alcances del producto.
- Analizar los requerimientos de seguridad, ergonomía, funcionalidad y replicabilidad del producto para ser aplicados.

### Etapa 4

- Lluvia de ideas para generar alternativas. Bocetación de propuestas generales.
- Desarrollo de alternativas teniendo en cuenta requerimientos de producto.
- Evaluación de alternativas.

### Etapa 5

- Planteamiento de soluciones factibles.
- Experimentación de formas.
- Identificación de tecnologías a implementar en el producto.

### Etapa 6

- Evaluación de alternativas según los costos y procedimientos de fabricación.
- Exploración de materiales y procedimientos alternativos.
- Obtención de materiales a bajo costo, usando retales y otros.
- Nuevos usos a modelos ya fabricados.
- Presentación del proyecto al profesor Carlos Montoya.

### Etapa 7

- Consideración del proyecto (Plan Tecnológico) como trabajo de grado.

- Realización de ficha y proyecto de grado.
- Asesoría con Sergio Aristizábal y Carlos Eduardo Montoya.



## Beneficiarios

El principal beneficiario en el desarrollo de este proyecto será la Empresa Metro y junto a esta todos los usuarios que hacen uso día a día del sistema.

Uno de los principales beneficios al desarrollar e implementar esta guía de aproximación es evitar cualquier tipo de accidente que pueda perjudicar tanto a la empresa como a los usuarios del sistema, por ende es necesario la instalación de la guía en las plataformas que reducirá el espacio entre el tren y la misma.

## Recursos humanos

Las personas correspondientes para realizar el proyecto son los estudiantes del Instituto Tecnológico Metropolitano Ana María Ortiz Arias y Milton Darío Ramírez Velázquez los cuales llevan un proceso de investigación hace aproximadamente 6 meses.

Para la realización del modelo se han consultado algunas empresas pero aún no se concretado ninguna.

## Requerimientos de diseño

PDS REQUERIMIENTOS DE DISEÑO						
ELEMENTO	NECESIDADES	REQUERIMIENTO TÉCNICO	METRIC A	UNIDA D	VALO R	DEMANDA O DESEO
ENTORNO	Espacios abierto	Resistencia a los cambios climáticos	Genérica			D
USUARIO	Sistema METRO y usuarios del mismo	Proporcionar seguridad	Genérica			D
DESEMPEÑO	Reducir espacio entre el tren y la plataforma	Disminuir riesgos de accidentes	Genérica			d
ESTÉTICA	Acabados, manufactura	Manipulación adecuada del material para lograr una buena terminación	Genérica			D
MATERIALES	Baja deformabilidad a las cargas verticales	Debe soportar una carga vertical mínima de 120 kg	Peso	Kg	>120	D
		Carga de rotura	Fuerza	Mpa	≥5	D
	Alta deformabilidad a las cargas horizontales	resistente a la compresión horizontal, mínimo 3000 ciclos	Resistencia a Ross	ciclos/min	>3000	D
		Alargamiento a la rotura	Porcentaje	%	≥300	D
		Alta compresión	Porcentaje	%	20 - 60	D

	Resistir a la intemperie	Resistentes a el agua, rayos UV, vapor y ozono	Genérica			D
	Resistencia química	Resistente a ácidos, hidrocarburos, aceites, grasas y disolventes orgánicos	Genérica			D
	Debe tener alta dureza	Dureza mayor a 70 Shore A	Ensayo	Shore A	≥70	D
	Alta resistencia desgaste por paso continuo	Resistencia a la abrasión	Genérica	Buena a excelente		D
	Debe resistir el paso de un tren inclinado sin dañarse considerablemente	El producto debe ser resistente al desgarro	Fuerza	N/mm	20	D
	Debe ser un material aislante eléctrico	Resistente a la electricidad y con excelentes capacidades aislantes	Genérica	Buena a excelente		D
	Utilizar adhesivos de alta resistencia	Adhesivos de cianoacrilato de metilo de unión estructural entre metal y epdm/neopreno	Resistencia	Estructural		d
		Adhesivos de cianoacrilato de metilo de unión estructural entre metal y concreto	Resistencia	Estructural		d
		Adhesivos de cianoacrilato de metilo de unión estructural entre metal y concreto	Resistencia	Estructural		d

	Los adhesivos utilizados deben ser de bajo olor al momento de la instalación	Los adhesivos deben ser de bajas emisiones de gases químicos, para una manipulación adecuada por el ensamblador	Genérica			d
	Estructura metálica liviana para la unión con la estructura en concreto	Perfil de soporte en aleación de aluminio 6061 o similar	Aleación	Aluminio	6061	d
CANTIDAD	Se debe hacer una prueba piloto en 3 estaciones	Para realizar la prueba piloto en 3 estaciones del sistema se requieren 432 Metros del producto	Longitud	Metros	432	D
		Los tornillos necesarios para la instalación del sistema es de 1728 unidades	Unidades	Und	1728	D
	Se debe fijar la parte de contacto del elemento contra el lagrimal con un adhesivo	Usar un adhesivo de alta resistencia estructural para la unión del elemento con el concreto 0.045 m2	Cantidad	m2	77.76	D
	A futuro se deberá implementar en todas las estaciones del sistema	La implementación del producto en todas las estaciones necesitan 4032 Metros del producto	Longitud	Metros	4032	D

		Los tornillos necesarios para la instalación del sistema es de 16128 unidades	Unidades	Und	16128	D
	Se debe fijar la parte de contacto del elemento contra el lagrimal con un adhesivo	Usar un adhesivo de alta resistencia estructural para la unión del elemento con el concreto 0.045 m2	Cantidad	m2	181.44	D
SEGURIDAD	Evitar generar un nuevo obstáculo entre el tren y la plataforma	El elemento no puede generar un escalón adicional en la plataforma	Dimensión	cm	4.5	d
	Permitir un corte de las piezas de forma sencilla en caso de ser necesario por un incidente	Corte de las piezas con herramientas estándar para retirar cualquier obstáculo	Herramientas	Estándar		d
	La superficie de contacto con el zapato debe ser resistente a las perforaciones por calzados puntudos	La cara superior del elemento debe ser capaz de soportar cargas puntuales	Peso	Kg	>120	D
		La cara debe tener un grosor que le permita soportar estas cargas puntuales	Dimensión	mm	>5	D
	La superficie de contacto debe ser antideslizante	La superficie de contacto con el usuario permite un buen agarre y evita accidentes por deslizamiento	Resistencia	Antideslizante		d

	La unión entre elementos debe estar sellada y no permitir que se pueda generar el atascamiento de la punta de calzado u otros elementos en estas	Usar pegante entre elementos que no permita un tropiezo de las personas	Dimensión	mm	0	d
MANTENIMIENTO	La forma del elemento debe garantizar que no se genere un depósito de basura ni de agua	El elemento debe ser completamente sellado para evitar filtraciones y alojamiento de basuras	General			D
	Las superficies del elemento se deben poder limpiar con elementos de aseo comunes	Los materiales deben ser resistente a elementos químicos de aseo corrientes con los que la empresa realiza la tarea, hipocloritos, jabones, ceras, entro otros.	General			D
	Los elementos como tornillos y herrajes deben estar protegidos de la intemperie, para evitar la corrosión	Se debe garantizar el correcto aislamiento o sellado de los tornillos y herrajes, así como garantizar su alta resistencia a la corrosión	General			D
PRUEBAS	Se deben realizar pruebas de análisis virtuales	Realizar análisis de elementos finitos para establecer la viabilidad estructural del producto	Genérica			d

	Realizar pruebas de laboratorio de los elementos finales	Realizar pruebas de laboratorio para determinar la resistencia a la flexión Ross, resistencia a la abrasión y la dureza Shore A	Genérica			d
PESO	Las piezas deben ser livianas para la manipulación en la instalación	El elemento no debe superar los 5 kg	Peso	Kg	5	d
TAMAÑO	Debe cubrir las puertas de los trenes en todas las estaciones del sistema	La distancia a cubrir por puerta en cada tren es de 3 Metros	Dimensión	Metros	3	D
	Debe cubrir toda la longitud de las plataformas	Cada plataforma mide 144 Metros	Dimensión	Metros	144	D
	No debe tocar la carrocería del tren con puertas abiertas	La distancia máxima del producto debe ser de 6.5 cm	Dimensión	cm	6.5	D
	Entre el borde del lagrimal y la subestructura hay una diferencia de profundidad	Entre el borde del lagrimal de plataforma y la subestructura hay una distancia de entre 1.5 y 3.0 cm	Dimensión	cm	1.5 - 3.0	D
	Se debe tener en cuenta el espesor de la	La estructura de la plataforma mide 15.0 cm aprox.	Dimensión	cm	15	D

	estructura de la plataforma					
	Tener cuidado con el grosor del lagrimal de la plataforma	El elemento prefabricado de concreto que está al borde de plataforma tiene 4.5 cm de grueso	Dimensión	cm	4.5	D
COSTO DEL PRODUCTO	Para la implementación del producto se tiene un presupuesto destinado	El presupuesto establecido para el desarrollo e implementación del sistema es de \$1500.000.000	Precio	COP	1500.000.000	D
TRANSPORTE	Utilizar guacales adecuados que no permitan que el elemento deforme	El transporte del producto final debe tener una capacidad de al menos 16 piezas, con unas dimensiones internas de 100 cm de largo x 30 cm de ancho x 45 cm de alto	Dimensiones	cm	100x30x45	d
	Garantizar la estabilidad del elemento para evitar daños entre ellos	Los elementos deben ir amarrados entre si con zunchos o vinilpel para evitar su movimiento	General			d
	Evitar el contacto con aceites, carburantes, ácidos u otros elementos que comprometan la	El empaque debe garantizar el aislamiento de los materiales para evitar el contacto con elementos químicos que lo deterioren	General			d

	integridad del elemento					
	Los elementos se deben transportar inicialmente hasta el almacén general del Metro de Medellín	La disposición de los elementos se hará en las oficinas del Metro de Medellín donde se procederá después a su instalación	General			d
ALMACENAMIENTO	El almacenamiento se debería hacer en un lugar adecuado	El almacenamiento de los elementos elaborados en caucho se realizará en las bodegas de almacenamiento de cauchos donde se cuenta con las condiciones especiales para su conservación	General			d
EMPAQUE	Empaque de varios productos para ser transportados más fácilmente	Cajas de cartón	General			d
		Embalaje en estibas forradas en vinilpel	General			D
VIDA EN SERVICIO	Debe tener una larga duración de implementación de por lo menos 15 años	EL producto debe tener una vida útil media de 15 años	Tiempo	Años	15	D

CALIDAD Y CONFIABILIDAD	El producto debe dar una buena sensación de robustez y firmeza o seguridad al momento de que el usuario se tenga que parar sobre este					
	El usuario debe ver como el Metro invierte en su seguridad					
COMPETENCIA	Empresas de cauchos y moldes	Hacer un objeto innovador que resalte entre las competencia	General			D
LIMITACIONES DEL MERCADO	Productos similares en el mercado	La empresa METRO puede tomar la decisión de obtener un producto diferente para solucionar el problema	General			d
LIMITACIONES DE LA COMPAÑÍA	Falta de recursos para costear el producto	La falta de recursos limita a la empresa para costear la producción y fabricación del producto	General			d

DESECHOS	Se debe garantizar un bajo impacto ambiental en la producción de los elementos y la materia prima	Seguir lo estipulado en el procedimiento interno del Metro MSA 186 para la gestión integral de residuos				
	Remitir los sobrantes a talleres de fundición o reciclaje para ser utilizados como insumo para otras aplicaciones	Usar el servicio de terceros para recolección, manipulación y transformación final de estos elementos	Empresa		Recuperar	d
	No incinerar los elementos de caucho o plástico ya que produce gases tóxicos					
	Garantizar que el elemento pueda ser altamente reciclable después de su ciclo de vida útil, para reducir su impacto ambiental	Diseñar el producto teniendo en cuenta los factores de reciclabilidad de las materias primas a usar en su desarrollo				
FACILIDAD DE MANUFACTURA	Fácil construcción y acabados	Objeto fácil de fabricar con tamaño apropiado para manipular, excelente terminación y estética	General			D

PROCESOS DE MANUFACTURA	Extrusión		General			D
TIEMPO PARA DESARROLLAR EN PRODUCTO	El producto no debe tardar más de 1 mes en construirse	Menor tiempo posible para la elaboración del producto	Tiempo	Días	30	D
TIEMPO EN EL MERCADO	Debe permanecer en el mercado el tiempo necesario mientras esté instalado	Estará disponible no solo para la empresa METROX si no para otras con este tipo de requerimientos	Tiempo	Años	Mayor a 10	d
PATENTES	Protección del producto	Realizar los trámites para proteger el producto, en este caso modelo de utilidad	General			D
DOCUMENTACIÓN	Documentos internos y externos de la empresa	Actas, certificados, informes, contratos, permisos.	General			D
POLITICAS	Reglas y herramientas para la empresa	Declaración de principios generales que la empresa y los empleados deben cumplir. Directrices básicas de la empresa.				

ASPECTOS LEGALES	Normas para la creación de la empresa	Obligaciones fiscales, licencias, permisos, tramites, pólizas.	general			D
PARTES ESTANDAR	Elemento modular de fácil ensamble	Fácil fabricación de partes, apilable y modular	General			D

*Tabla 15 PDS*

<p><b>Propuesta 1 – Red hexagonal</b></p>	
<p><b>Descripción general:</b> Propuesta basada en una red hexagonal tipo panel que permite una excelente resistencia de carga vertical y una gran compresión horizontal.</p>	
<p><b>Ventajas</b></p>	<p><b>Desventajas</b></p>
<p>Máxima compresión</p> <p>Alta resistencia vertical</p> <p>Ofrece una gran superficie plana de apoyo</p>	<p>Proceso de fabricación complejo</p> <p>Paredes de los paneles muy delgadas</p> <p>Piezas demasiado grandes para ser extruidas</p> <p>Complejo proceso de instalación</p>

Pequeños orificios que reducen la posibilidad de tropiezos	Refuerzo contra la estructura muy bajo
Modulable	Alta retención de basuras y humedad

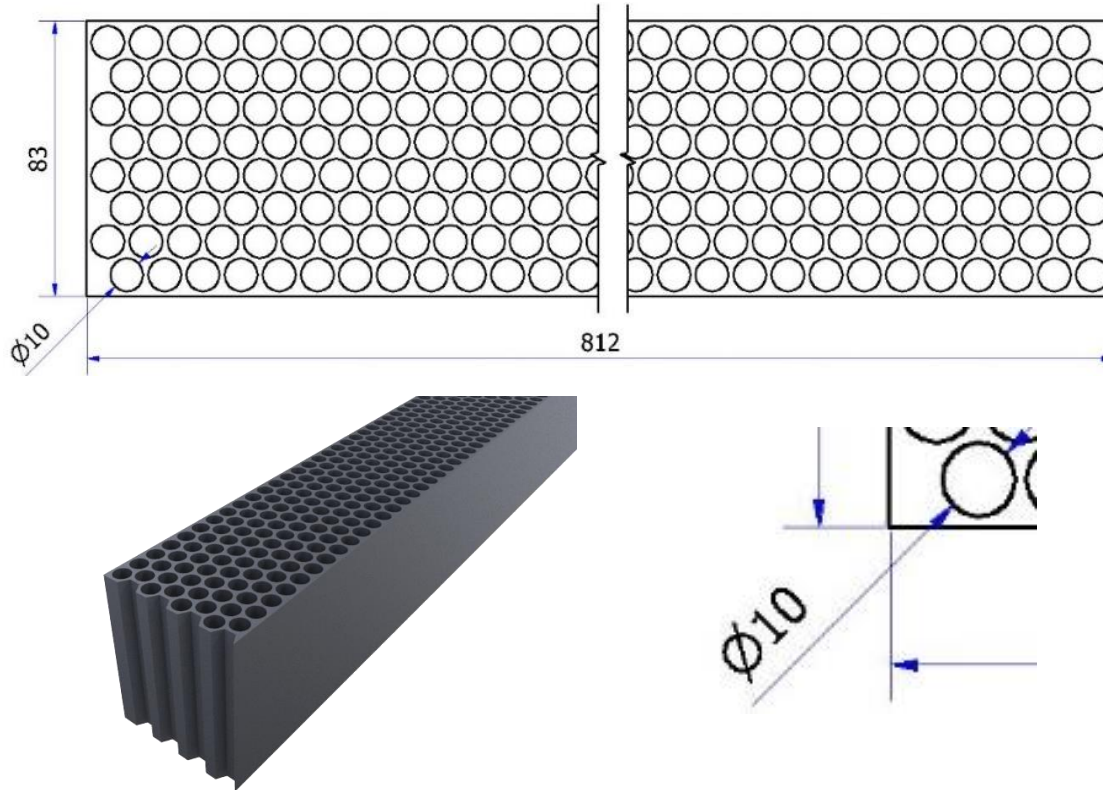
Tabla 16 Propuesta de diseño 1

<b>Matriz de análisis propuesta 1</b>					
<b>(5 = Excelente / 1 = Malo)</b>					
<b>Elemento</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Diseño		X			
Peso		X			
Materiales		X			
Seguridad				X	
Compresión horizontal	X				
Carga vertical		X			
Tamaño			X		
Mantenimiento					X
Facilidad manufactura					X

Procesos de manufactura					X
Costo					X
Estética		X			
Confiabilidad y calidad				X	
Instalación				X	

*Tabla 17 Matriz propuesta 1*

## Propuesta 2 – Red circular



**Descripción general:** Propuesta basada en una red circular que por la geometría de estos garantizan una alta fuerza estructural vertical pero a su vez permite una alta deformación lateral.

### Ventajas

Máxima compresión

Alta resistencia vertical

Ofrece una gran superficie plana de apoyo

### Desventajas

Proceso de fabricación complejo

Paredes entre los círculos muy delgadas

Piezas demasiado grandes para ser extruidas

Complejo proceso de instalación

Pequeños orificios que reducen la posibilidad de tropiezos	Refuerzo contra la estructura muy bajo
Modulable	Alta retención de basuras y humedad

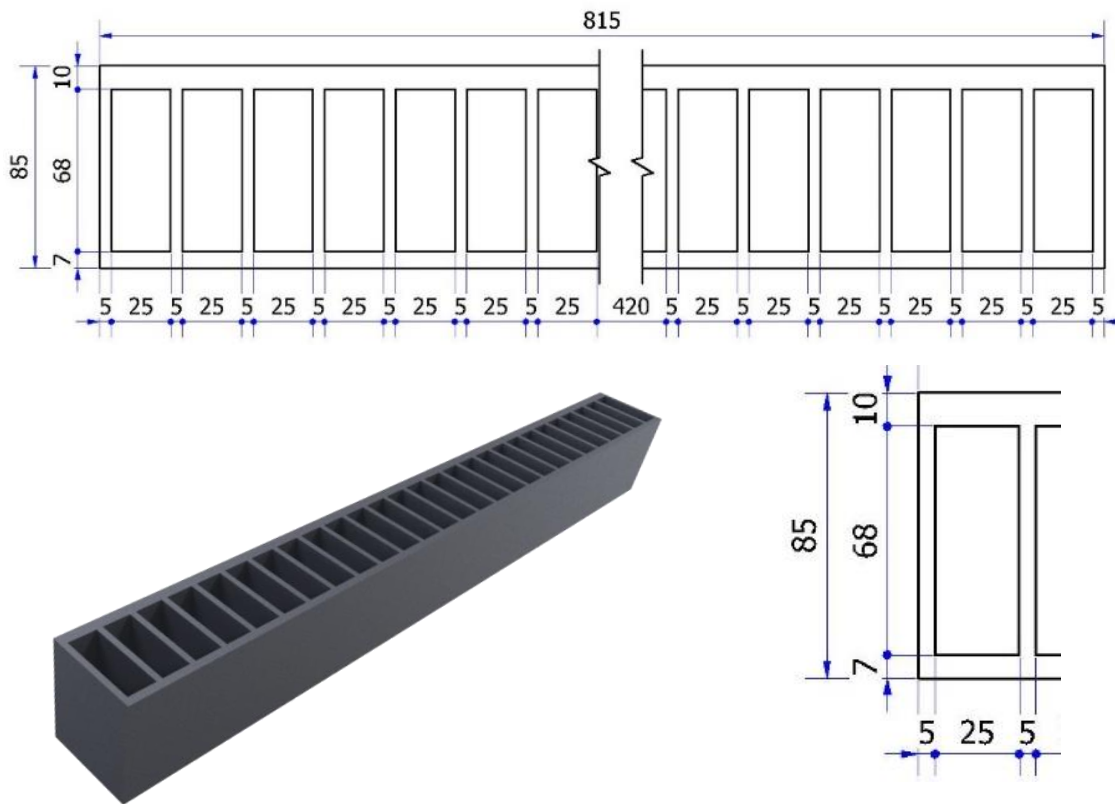
Tabla 18 Propuesta de diseño 2

<b>Matriz de análisis propuesta 2</b>					
<b>(5 = Excelente / 1 = Malo)</b>					
<b>Elemento</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Diseño		X			
Peso		X			
Materiales		X			
Seguridad				X	
Compresión horizontal	X				
Carga vertical		X			
Tamaño				X	
Mantenimiento					X
Facilidad manufactura					X

Procesos de manufactura					X
Costo					X
Estética		X			
Confiabilidad y calidad				X	
Instalación				X	

*Tabla 19 Matriz propuesta 2*

### Propuesta 3 – Red rectangular



**Descripción general:** Propuesta basada en una red rectangular que brinda un alto desempeño estructural y ofrece una buena resistencia a las cargas verticales y horizontales a las que será sometida

#### Ventajas

Alta resistencia vertical

Llena el espacio adecuadamente

Modulable

#### Desventajas

Estructura muy rígida

Proceso de fabricación complejo

Espacios demasiado grandes que permiten el atrapamiento de objetos fácilmente

	<p>Piezas demasiado grandes para ser extruidas</p> <p>Complejo proceso de instalación</p> <p>Refuerzo contra la estructura muy bajo</p> <p>Alta retención de basuras</p>
--	--

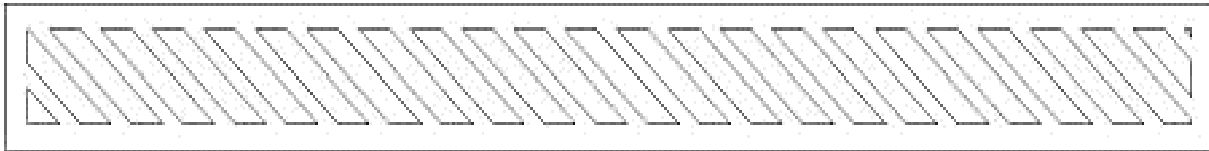
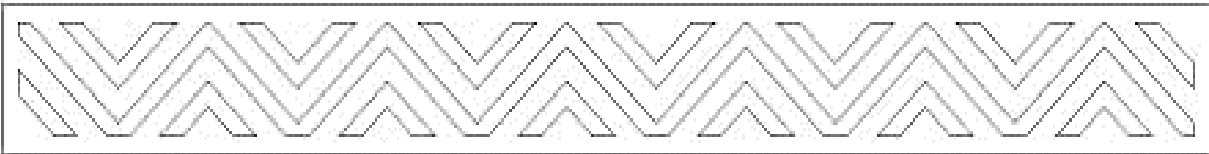
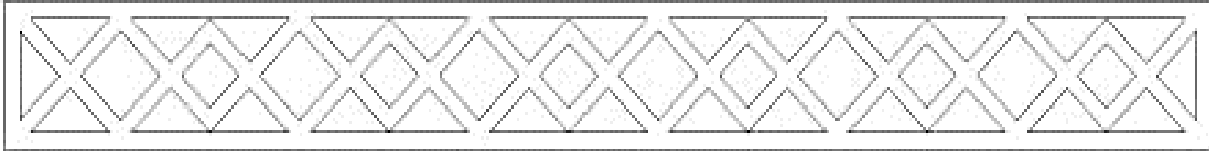
*Tabla 20 Propuesta de diseño 3*

<b>Matriz de análisis propuesta 3</b>					
<b>(5 = Excelente / 1 = Malo)</b>					
<b>Elemento</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Diseño				X	
Peso			X		
Materiales		X			
Seguridad					X
Compresión horizontal				X	
Carga vertical			X		
Tamaño				X	
Mantenimiento					X

Facilidad manufactura					X
Procesos de manufactura					X
Costo					X
Estética				X	
Confiabilidad y calidad					X
Instalación					X

*Tabla 21 Matriz propuesta 3*

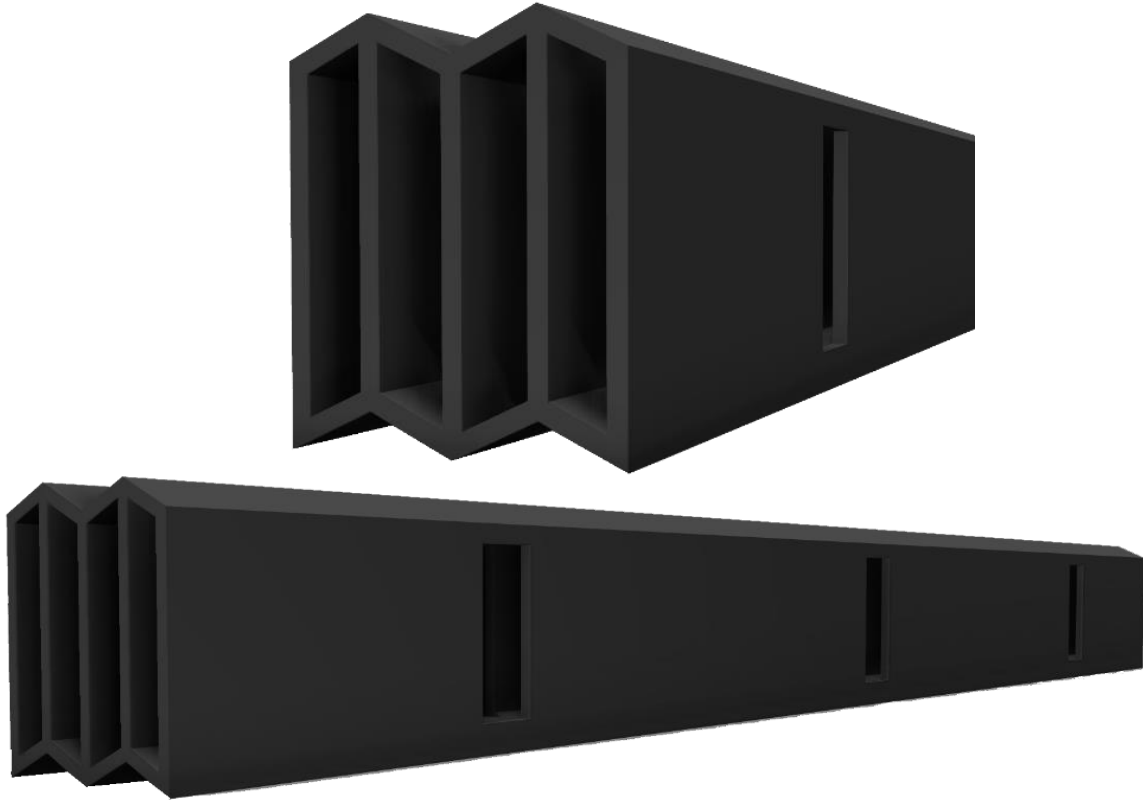
**Propuesta 4 – Otras redes a considerar**



**Descripción general:** Otras opciones de redes desarrolladas en las que se puede analizar su posible viabilidad técnica.

*Tabla 22 propuestas 4*

**Propuesta 5 – Perfil por extrusión 1**



**Descripción general:** Soporte con forma de acordeón que permite una compresión horizontal máxima y una superficie superior completamente cerrada que genera el apoyo necesario para que el usuario no se lastime, este es fabricado por medio del proceso de extrusión, LxAxH= 100 x 7 x 20 cm

**Ventajas**

Máxima compresión

Alta resistencia vertical

**Desventajas**

EL proceso de instalación se dificulta por las perforaciones que toca hacer al producto

Ofrece una gran superficie plana de apoyo	Alta retención de basuras y agua en la parte superior por ser acanalado
Fácil proceso de fabricación	Gran cantidad de material

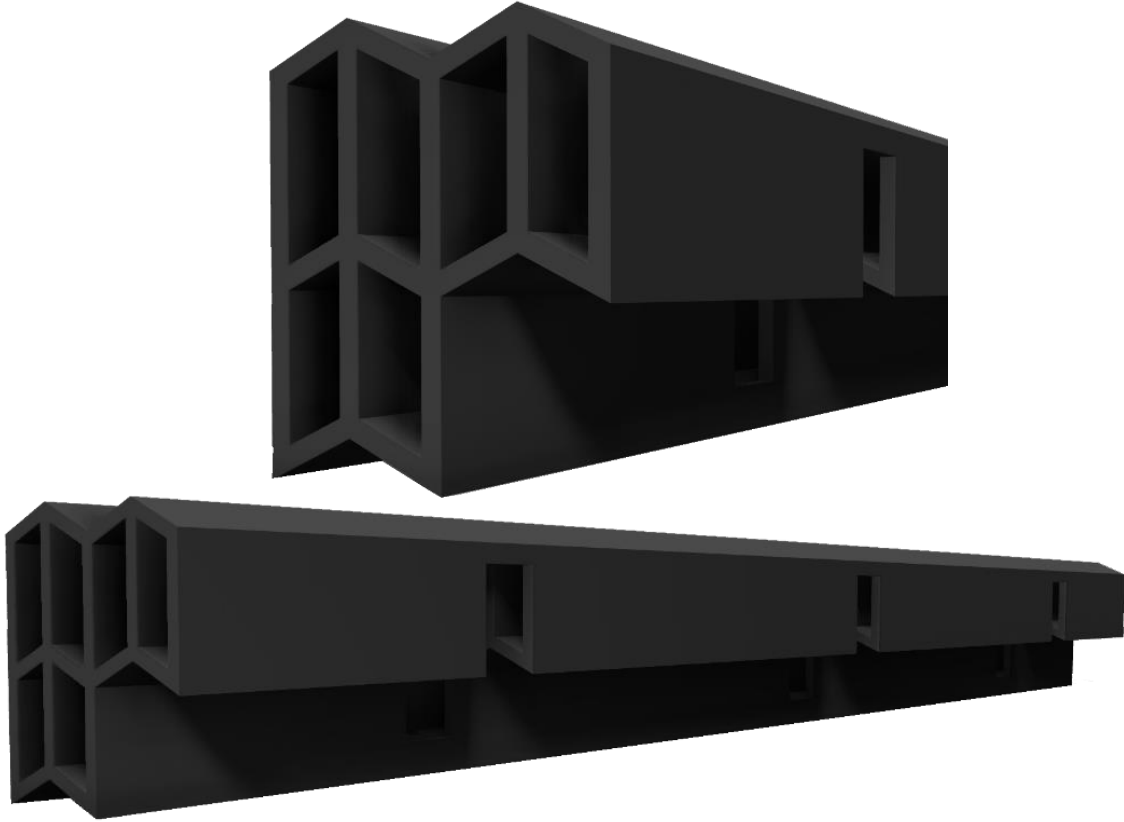
Tabla 23 Propuesta de diseño 5

<b>Matriz de análisis propuesta 5</b>					
<b>(5 = Excelente / 1 = Malo)</b>					
<b>Elemento</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Diseño		X			
Peso			X		
Materiales		X			
Seguridad		X			
Compresión horizontal	X				
Carga vertical		X			
Tamaño		X			
Mantenimiento			X		
Facilidad manufactura		X			

Procesos de manufactura	X				
Costo			X		
Estética			X		
Confiabilidad y calidad		X			
Instalación			X		

*Tabla 24 Matriz propuesta 5*

**Propuesta 6 – Perfil por extrusión 2**



**Descripción general:** Soporte con forma de acordeón con divisiones al interior que permite una compresión horizontal máxima y una superficie superior completamente cerrada que genera el apoyo necesario para que el usuario no se lastime, esta propuesta utiliza cerca de un 20% menos de material que la anterior y tiene refuerzos internos que ayudan a aumentar su estabilidad y resistencia estructural, este es fabricado por medio del proceso de extrusión,  $L \times A \times H = 100 \times 7 \times 20$  cm

**Ventajas**

**Desventajas**

Máxima compresión	EL proceso de instalación se dificulta por las perforaciones que toca hacer al producto  Alta retención de basuras y agua en la parte superior por ser acanalado
Alta resistencia vertical	
Ofrece una gran superficie plana de apoyo	
Fácil proceso de fabricación	
Cerca del 20% menos de material	
Mayor resistencia estructural	

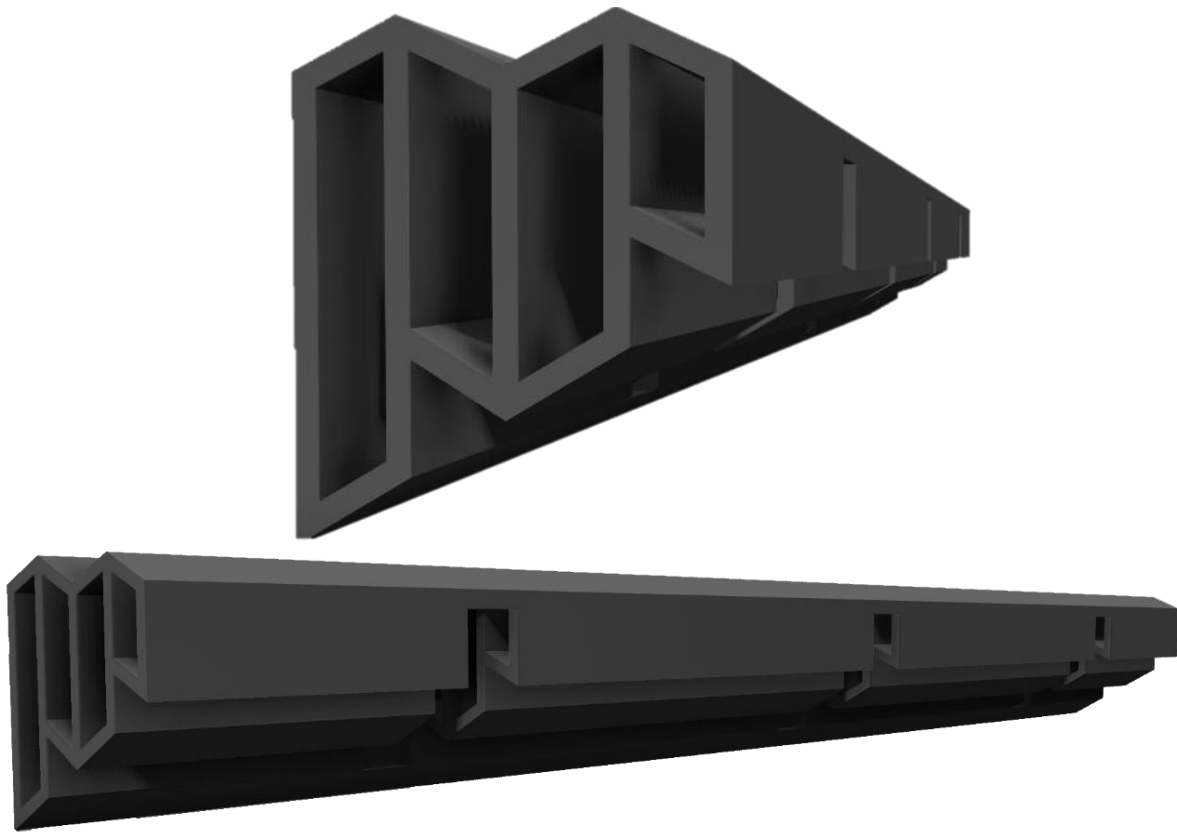
*Tabla 25 Propuesta de diseño 6*

<b>Matriz de análisis propuesta 6</b>					
<b>(5 = Excelente / 1 = Malo)</b>					
<b>Elemento</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Diseño		X			
Peso		X			
Materiales		X			
Seguridad		X			
Compresión horizontal	X				
Carga vertical		X			

Tamaño	X				
Mantenimiento			X		
Facilidad manufactura		X			
Procesos de manufactura	X				
Costo		X			
Estética		X			
Confiabilidad y calidad		X			
Instalación			X		

*Tabla 26 Matriz propuesta 6*

### Propuesta 7 – Perfil por extrusión 3



**Descripción general:** Soporte con forma de acordeón con divisiones al interior que permite una compresión horizontal máxima y una superficie superior completamente cerrada que genera el apoyo necesario para que el usuario no se lastime, esta propuesta utiliza cerca de un 30% menos de material que la propuesta 5 gracias a su corte diagonal que no solo ayuda en el ahorro del material sino que también permite una reducción en su altura, esta propuesta tiene refuerzos internos que ayudan a aumentar su estabilidad y resistencia estructural, este es fabricado por medio del proceso de extrusión,  $L \times A \times H = 100 \times 7 \times 18 \text{ cm}$

**Ventajas**

**Desventajas**

Máxima compresión	EL proceso de instalación se dificulta por las perforaciones que toca hacer al producto  Alta retención de basuras y agua en la parte superior por ser acanalado
Alta resistencia vertical	
Ofrece una gran superficie plana de apoyo	
Fácil proceso de fabricación	
Cerca del 30% menos de material	
Mayor resistencia estructural	

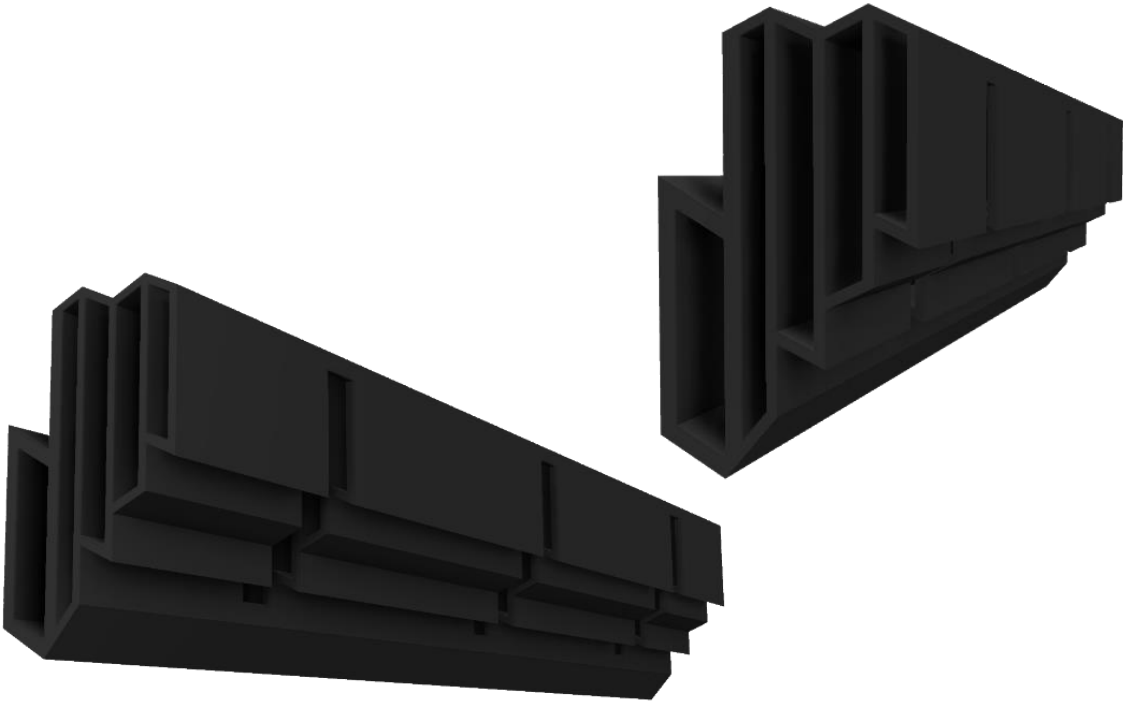
*Tabla 27 Propuesta de diseño 7*

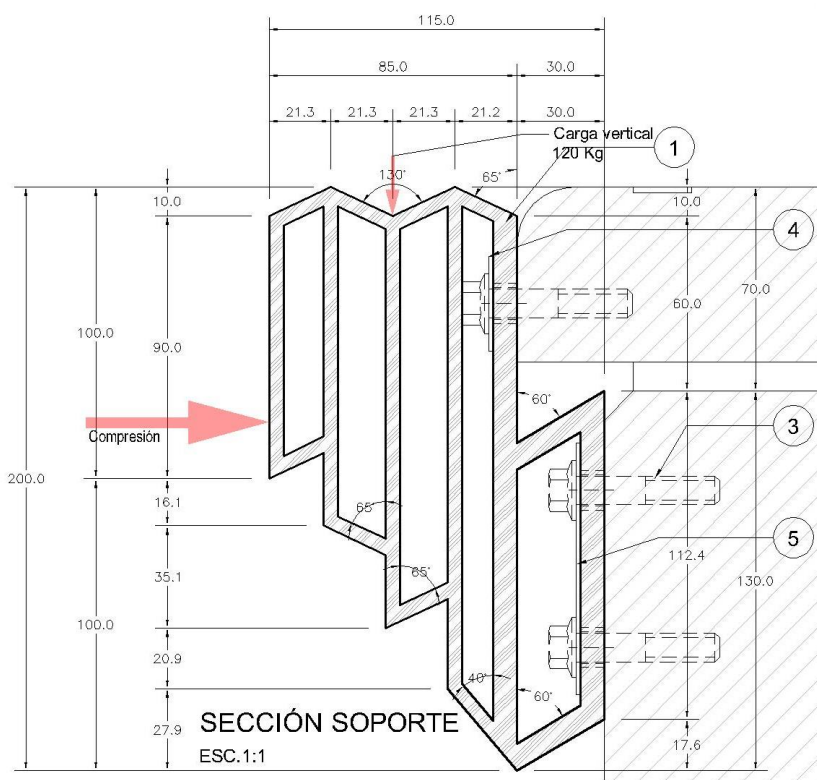
<b>Matriz de análisis propuesta 7</b>					
<b>(5 = Excelente / 1 = Malo)</b>					
<b>Elemento</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Diseño	X				
Peso	X				
Materiales		X			
Seguridad		X			
Compresión horizontal	X				
Carga vertical		X			

Tamaño	X				
Mantenimiento			X		
Facilidad manufactura		X			
Procesos de manufactura	X				
Costo	X				
Estética	X				
Confiabilidad y calidad		X			
Instalación			X		

*Tabla 28 Matriz propuesta 7*

**Propuesta 8 – Perfil por extrusión 4**





**Descripción general:** Soporte con forma de acordeón con divisiones al interior que permite una compresión horizontal máxima y una superficie superior completamente cerrada que genera el apoyo necesario para que el usuario no se lastime, esta propuesta tiene en cuenta la diferencia de nivel vertical que existe entre el borde del acabado de la plataforma y la subestructura, generando un escalón que permite que el producto tenga una excelente área de contacto con la estructura y garantice una mejor estabilidad estructural y de fijación a esta, con esta propuesta además se garantiza que el nivel de acabado de la plataforma tenga una continuidad y se reduzca a la mitad el espacio que queda entre el tren y la plataforma, lo que disminuye en gran medida la posibilidad de que pueda ocurrir un incidente con los usuarios, su forma también permite un ahorro de material en relación a un perfil completamente

<p>rectangular, utilizando cerca de un 30% menos de material, las divisiones al interior también garantizan una buena estabilidad estructural, este es fabricado por medio del proceso de extrusión, LxAxH= 100 x 11.5 x 20 cm</p>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<p>Máxima compresión</p> <p>Alta resistencia vertical</p> <p>Ofrece una gran superficie plana de apoyo</p> <p>Fácil proceso de fabricación</p> <p>Cerca del 30% menos de material</p> <p>Mayor resistencia estructural</p> <p>Aumento de resistencia y estabilidad al poder fijarse a la estructura</p> <p>Uso de adhesivos para la fijación</p>	<p>El proceso de instalación se dificulta por las perforaciones que toca hacer al producto</p> <p>Alta retención de basuras y agua en la parte superior por ser acanalado</p> <p>Diferencias variables entre el borde de acabado y la subestructura</p> <p>Complejidad en la fabricación del dado para extrusión</p> <p>No se puede hacer una fijación mecánica al prefabricado del borde de plataforma.</p>

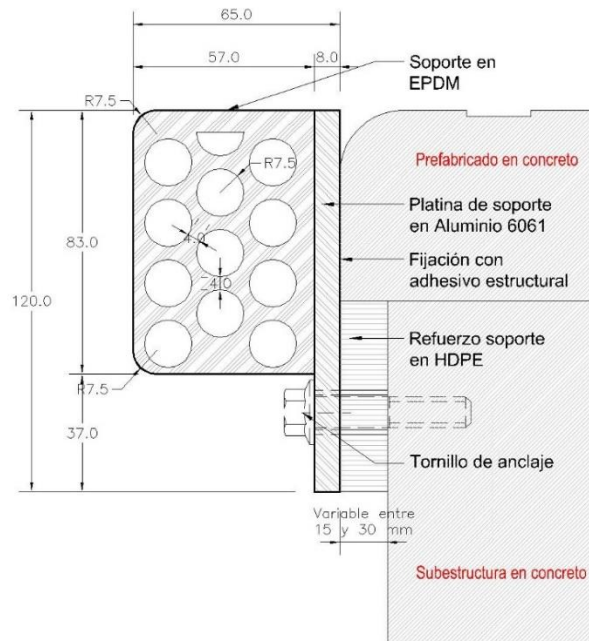
Tabla 29 Propuesta de diseño 8

<b>Matriz de análisis propuesta 8</b>					
<b>(5 = Excelente / 1 = Malo)</b>					
<b>Elemento</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Diseño	X				
Peso	X				
Materiales		X			

Seguridad		X			
Compresión horizontal	X				
Carga vertical	X				
Tamaño	X				
Mantenimiento			X		
Facilidad manufactura		X			
Procesos de manufactura		X			
Costo		X			
Estética	X				
Confiabilidad y calidad		X			
Instalación				X	

*Tabla 30 Matriz propuesta 8*

## Propuesta 9 – Perfil por extrusión 5



**Descripción general:** Soporte basado en una red de círculos en sentido longitudinal, que le confiere características de compresión lateral y soporte de cargas verticales, así como la optimización del proceso de producción al no tener una geometría muy compleja, pero que a su vez esta misma es capaz de proporcionar gran estabilidad dimensional y estructural. Su superficie completamente lisa evita que se queden atrapados residuos de basuras o agua y no representa ningún obstáculo para los usuarios. El uso es conjunto con una platina en aleación de aluminio le brinda mayor soporte y resistencia al momento de ser fijada a la estructura de la plataforma ya que el soporte en EPDM no se tiene que perforar ni fijar con elementos mecánicos, este soporte va fijado a la platina por medio de adhesivos de alta resistencia y esta a su vez está fijada al concreto por medio de adhesivos y fijaciones mecánicas, que en algunos casos por las diferencias entre el borde de la plataforma y la subestructura van apoyados sobre una pieza de HDPE que permite crear una correcta fijación mecánica y distribuir todos los esfuerzos puntuales de las fijaciones en una superficie de mayor contacto, este elemento es fabricado por medio del proceso de extrusión, LxAxH= 100 x 5.7 x 8.3 cm

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<p>Máxima compresión</p> <p>Alta resistencia vertical</p> <p>Ofrece una gran superficie plana de apoyo</p> <p>Fácil proceso de fabricación</p> <p>Baja cantidad de material</p> <p>Mayor resistencia estructural</p> <p>No permite la acumulación de basura ni agua</p>	<p>La variación entre el nivel de la estructura y el borde de la plataforma es variable en todas las estaciones</p>

<p>Elemento completamente sellado</p> <p>Se puede adaptar a las diferentes profundidades de la estructura</p> <p>Se pueden usar fijaciones con adhesivo estructural</p> <p>Facilidad y agilidad en el montaje</p>	
---	--

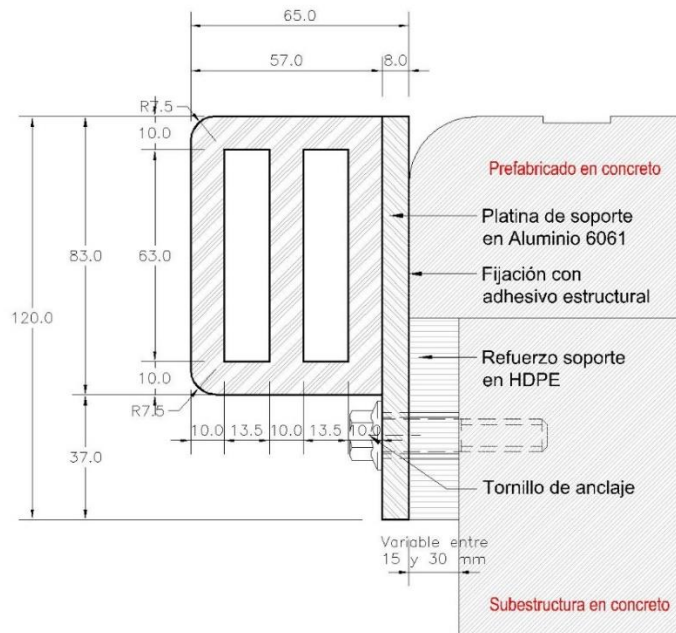
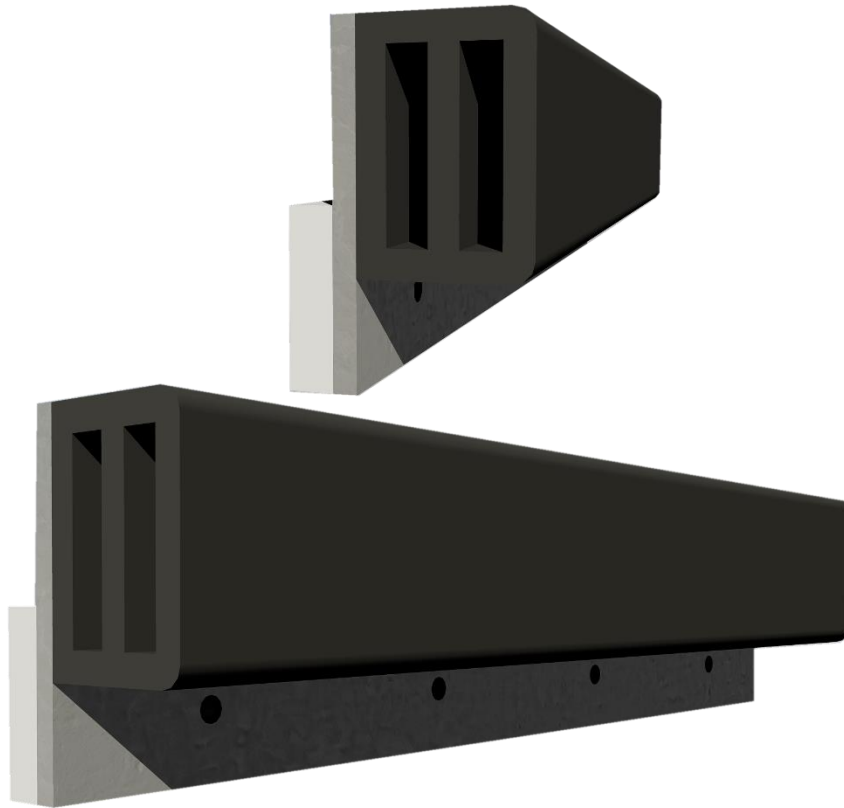
*Tabla 31 Propuesta de diseño 9*

<b>Matriz de análisis propuesta 9</b>					
<b>(5 = Excelente / 1 = Malo)</b>					
<b>Elemento</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Diseño	X				
Peso	X				
Materiales		X			
Seguridad	X				
Compresión horizontal	X				
Carga vertical	X				
Tamaño	X				
Mantenimiento		X			
Facilidad manufactura	X				

Procesos de manufactura	X				
Costo		X			
Estética	X				
Confiabilidad y calidad	X				
Instalación	X				

*Tabla 32 Matriz propuesta 9*

## Propuesta 10 – Perfil por extrusión 6



**Descripción general:** Soporte diseñado con dos perforaciones rectangulares en sentido longitudinal, que le confiere características de compresión lateral y soporte de cargas verticales, su geometría simple le confiere una reducción de costos en materiales y los dados de extrusión, pero que a su vez esta misma es capaz de proporcionar gran estabilidad dimensional y estructural. Su superficie completamente lisa evita que se queden atrapados residuos de basuras o agua y no representa ningún obstáculo para los usuarios. El uso es conjunto con una platina en aleación de aluminio le brinda mayor soporte y resistencia al momento de ser fijada a la estructura de la plataforma ya que el soporte en EPDM no se tiene que perforar ni fijar con elementos mecánicos, este soporte va fijado a la platina por medio de adhesivos de alta resistencia y esta a su vez está fijada al concreto por medio de adhesivos y fijaciones mecánicas, que en algunos casos por las diferencias entre el borde de la plataforma y la subestructura van apoyados sobre una pieza de HDPE que permite crear una correcta fijación mecánica y distribuir todos los esfuerzos puntuales de las fijaciones en una superficie de mayor contacto, este elemento es fabricado por medio del proceso de extrusión, LxAxH= 100 x 5.7 x 8.3 cm

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<p>Máxima compresión</p> <p>Alta resistencia vertical</p> <p>Ofrece una gran superficie plana de apoyo</p> <p>Geometría interna simplificada</p> <p>Fácil proceso de fabricación</p> <p>Baja cantidad de material</p> <p>Mayor resistencia estructural</p>	<p>La variación entre el nivel de la estructura y el borde de la plataforma es variable en todas las estaciones</p>

<p>No permite la acumulación de basura ni agua</p> <p>Elemento completamente sellado</p> <p>Se puede adaptar a las diferentes profundidades de la estructura</p> <p>Se pueden usar fijaciones con adhesivo estructural</p> <p>Facilidad y agilidad en el montaje</p>	
--	--

*Tabla 33 Propuesta de diseño 10*

<b>Matriz de análisis propuesta 10</b>					
<b>(5 = Excelente / 1 = Malo)</b>					
<b>Elemento</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Diseño	X				
Peso	X				
Materiales	X				
Seguridad	X				
Compresión horizontal	X				
Carga vertical	X				
Tamaño	X				
Mantenimiento		X			

Facilidad manufactura	X				
Procesos de manufactura	X				
Costo	X				
Estética	X				
Confiabilidad y calidad	X				
Instalación	X				

Tabla 34 Matriz propuesta 10

Tabla comparativa alternativas

	Diseño	Peso	Materiales	Seguridad	Compresión horizontal	Carga vertical	Tamaño	Mantenimiento	Facilidad manufactura	Costo	Procesos de manufactura	Estética	Confiabilidad y calidad	Instalación	Total
Propuesta 1 Red Hexagonal	4	4	4	2	5	4	3	1	1	1	1	4	2	2	38
Propuesta 2 Red circular	4	4	4	2	5	4	2	1	1	1	1	4	2	2	37
Propuesta 3 Red rectangular	2	3	4	1	2	3	2	1	1	1	1	2	1	1	25
Propuesta 5 Perfil por extrusión 1	4	3	4	4	5	4	4	3	4	5	3	3	4	3	53
Propuesta 6 Perfil por extrusión 2	4	4	4	4	5	4	5	3	4	5	4	4	4	3	57
Propuesta 7	5	5	4	4	5	4	5	3	4	5	5	5	4	3	61

Perfil por extrusión 3															
Propuesta 8 Perfil por extrusión 4	5	5	4	4	5	5	5	3	4	4	4	5	4	2	59
Propuesta 9 Perfil por extrusión 5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	67
Propuesta 10 Perfil por extrusión 6	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	69

*Tabla 35 Análisis alternativas*

### **Alternativa escogida la propuesta 10: perfil por extrusión 6**

El perfil seleccionado para cumplir la función de llenar el espacio entre el borde de la plataforma y el tren, es un elemento fabricado bajo el proceso de extrusión de EPDM y posteriormente vulcanizado para poder lograr su mayor resistencia estructural y sus capacidades físico químicas ideales.

Para garantizar la resistencia estructural y formal del perfil, se deben realizar diferentes pruebas de laboratorio que permitan identificar si este perfil es el idóneo y cumple con todos los requerimientos mínimos para los cuales fue diseñado, entre las pruebas a realizar se encuentran las siguientes:

- Análisis de elementos finitos
- Prueba de laboratorio flexión Ross
- Prueba de laboratorio dureza Shore A
- Prueba de laboratorio resistencia a la abrasión
- Pruebas de tensión para el aluminio

Aparte de las pruebas que garanticen la estabilidad estructural se debe garantizar que el producto sea altamente resistente a la intemperie, para lo cual el EPDM debe ser protegido desde su formulación con agentes protectores contra rayos UV, las piezas de acero como los tornillos u otros herrajes que se usen y queden expuestos, también deben contar con una protección o formulación que permita su durabilidad en el tiempo.

Para evitar problemas con el estancamiento de agua o basura en el interior del perfil, se debe garantizar que las juntas entre cada elemento debe estar completamente sellada con una silicona o un adhesivo que no permita el paso de este tipo de elementos, así mismo en los extremos de cada sección de tres Metro se debe garantizar el sellado del perfil usando en este caso una silicona que lo rellene u otro elemento adicional que pueda ser usado como tapa lateral.

El diseño del perfil permite hacer un mantenimiento usando herramientas de uso común y es igualmente resistente a elementos químicos de aseo, que se usan generalmente en la limpieza de las estaciones.

Uno de las variables más complicadas de manejar con respecto a la implementación de este producto en las estaciones del sistema, es que la distancia horizontal que existe entre el borde de la plataforma (lagrimal) y el borde de la subestructura es variable en toda la longitud de la estación y también entre estaciones, razón por la cual se optó por usar un elemento adicional en HDPE que permita cubrir esta variabilidad pero que a su vez garantice la estabilidad estructural del dispositivo, este soporte espaciador se puede cortar de acuerdo a la profundidad requerida.

La unión del perfil extruido se puede hacer de varias formas entre ellas el vulcanizado, con adhesivos industriales de alta resistencia o con una fijación mecánica, se ha determinado que la unión más resistente es la vulcanización, pero es un proceso que es complicado de hacer con

este tipo de piezas y resulta siendo muy costoso o los proveedores no tienen la tecnología necesaria para hacerla, por este motivo se determinó que la unión por medio de un adhesivo especial se puede garantizar una fuerte unión estructural duradera en el tiempo; en caso de ser necesario un refuerzo este se podría hacer usando fijaciones mecánicas entre el perfil y la platina trasera de aluminio.

En general todos los elementos con los que está construido el dispositivo de seguridad son de fácil consecución en el mercado local, razón por la cual se puede garantizar que en caso de necesitarse un reemplazo de piezas, se puede hacer sin ingresar en mayores costos por importación de piezas.

El hecho de poder realizar el proceso de producción del dispositivo en Medellín se vuelve un gran motivador para la industria local haciendo que esta mejore cada día y poder no solo hacer estas piezas sino seguir en el camino de la homologación de otras piezas para el Metro que solo se consiguen en el exterior.

Planos propuesta escogida

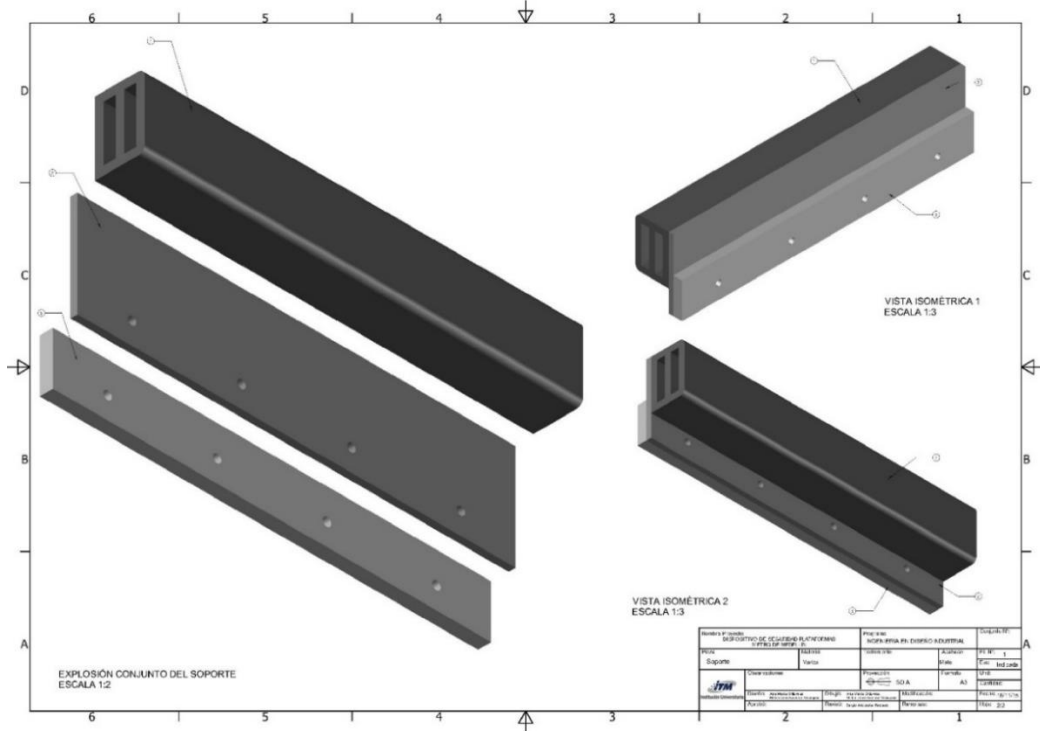
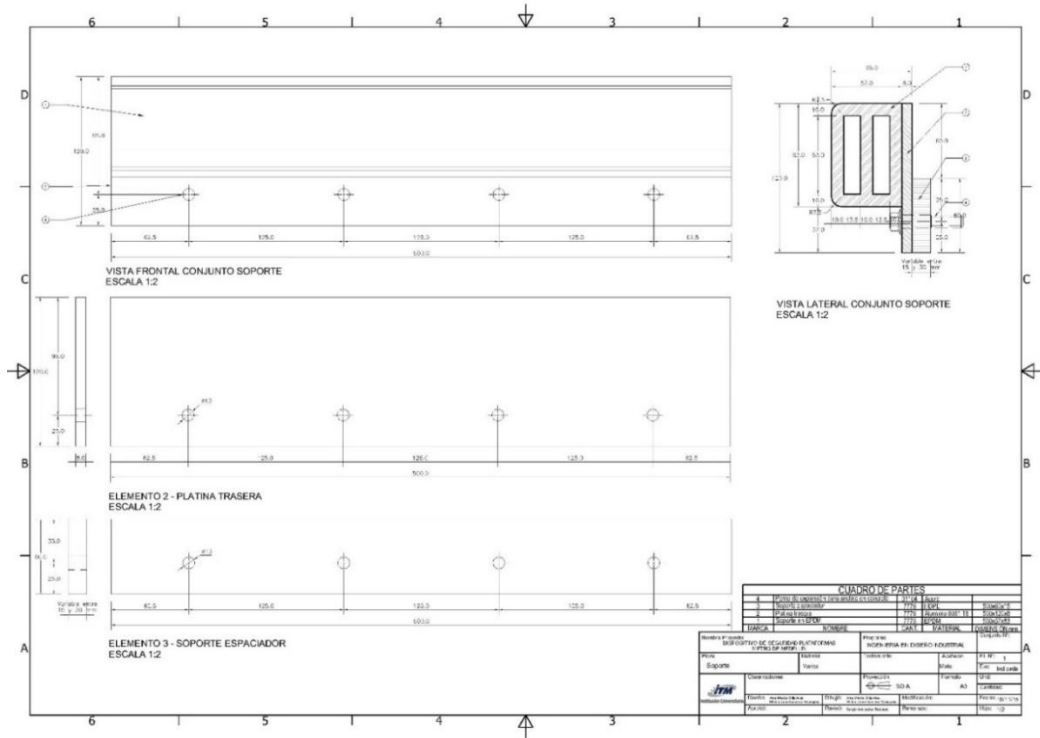


Tabla 36 Planos propuesta final

## Análisis estructural de elementos finitos

Análisis cargas horizontales

Stress Analysis Report



Analyzed File:	Pieza1.ipt
Autodesk Inventor Version:	2014 SP1 (Build 180222100, 222)
Creation Date:	01/12/2015, 7:39 p. m.
Simulation Author:	salafah301
Summary:	

Project Info (iProperties)

Summary

Author	salafah301
--------	------------

Project

Part Number	Pieza1
Designer	salafah301
Date Created	01/12/2015

Status

Design Status	WorkInProgress
---------------	----------------

Physical

Material	Rubber, Silicone
Density	1,25 g/cm <sup>3</sup>
Mass	1,87866 kg
Area	0,295793 m <sup>2</sup>

Volume	0,00150293 m <sup>3</sup>
Center of Gravity	x=0,0282845 m y=0 m z=0 m

Note: Physical values could be different from Physical values used by FEA reported below.

Simulation:1

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	01/12/2015, 7:34 p. m.
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No

Mesh settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,01
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	Yes

Material(s)

Name	Rubber, Silicone	
General	Mass Density	1,25 g/cm <sup>3</sup>
	Yield Strength	10,34 MPa
	Ultimate Tensile Strength	6,5 MPa
Stress	Young's Modulus	0,003 GPa
	Poisson's Ratio	0,49 ul
	Shear Modulus	0,00100671 GPa
Part Name(s)	Pieza1	

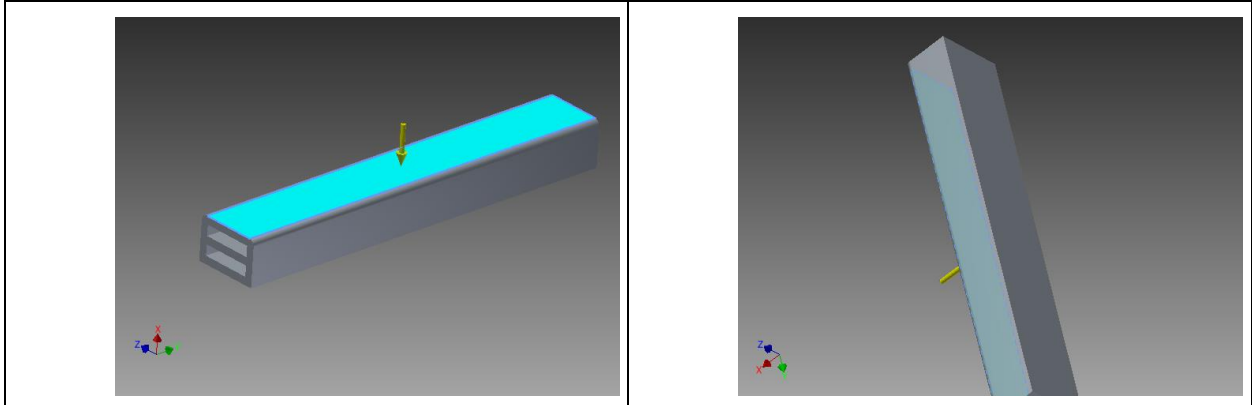
Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
-----------	-------

Magnitude	980,000 N
Vector X	-980,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

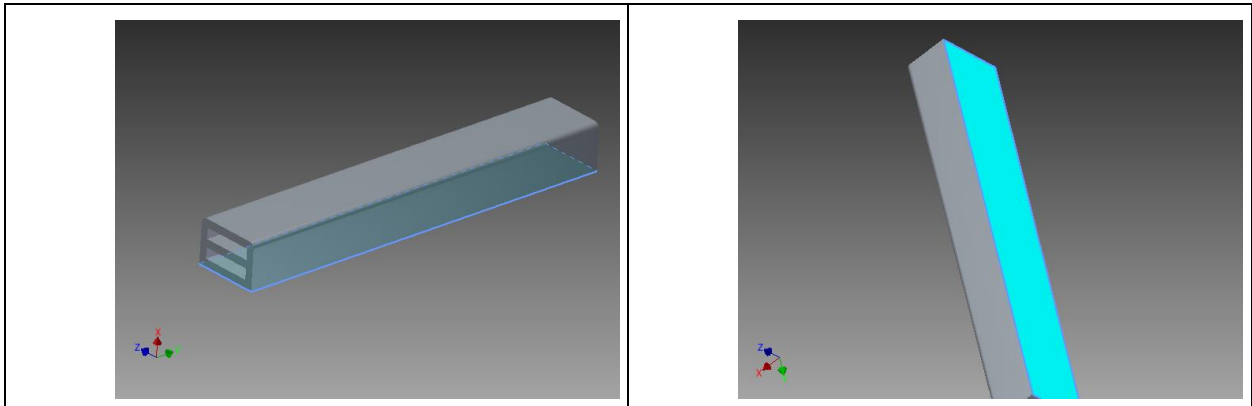
Selected Face(s)



Fixed Constraint:1

Constraint Type	Fixed Constraint
-----------------	------------------

Selected Face(s)



## Results

### Reaction Force and Moment on Constraints

Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	980 N	980 N	0 N m	0 N m
		0 N		0 N m
		0 N		0 N m

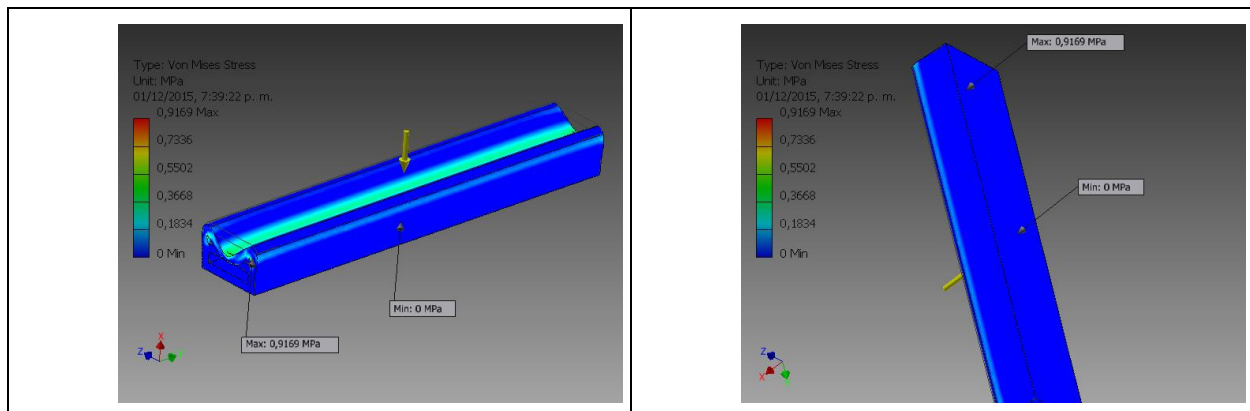
### Result Summary

Name	Minimum	Maximum
Volume	1502930 mm <sup>3</sup>	
Mass	1,87866 kg	
Von Mises Stress	0,000016278 MPa	0,91694 MPa
1st Principal Stress	-1,07362 MPa	0,453851 MPa
3rd Principal Stress	-1,85964 MPa	0,133112 MPa
Displacement	0 mm	16,5132 mm
Safety Factor	11,2766 ul	15 ul
Stress XX	-1,53231 MPa	0,424684 MPa
Stress XY	-0,140776 MPa	0,132896 MPa
Stress XZ	-0,396029 MPa	0,387355 MPa
Stress YY	-1,28773 MPa	0,248808 MPa
Stress YZ	-0,139982 MPa	0,142392 MPa
Stress ZZ	-1,40179 MPa	0,453766 MPa
X Displacement	-16,4457 mm	0,336806 mm
Y Displacement	-2,79441 mm	2,7862 mm
Z Displacement	-2,67824 mm	2,6785 mm
Equivalent Strain	0,00000617701 ul	0,303673 ul
1st Principal Strain	0,000000197568 ul	0,229478 ul
3rd Principal Strain	-0,301085 ul	-0,00000737237 ul

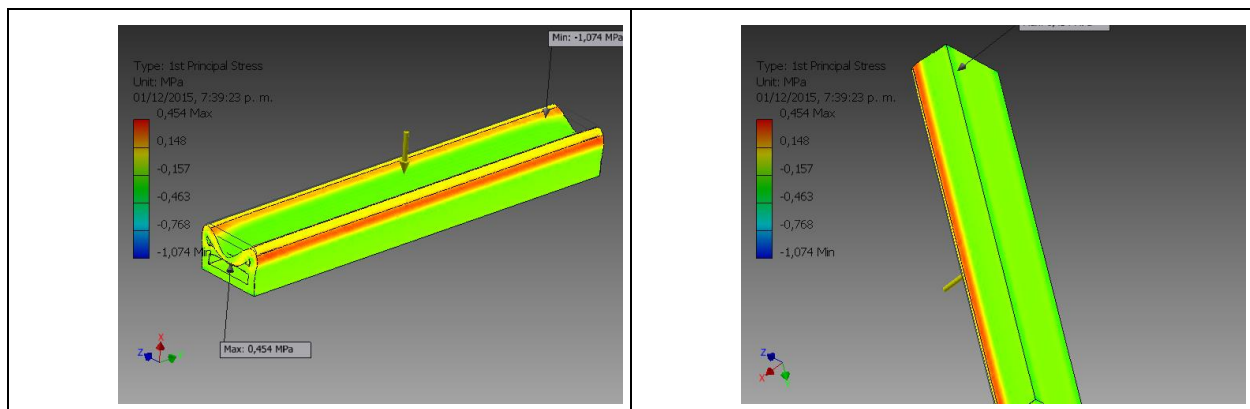
Strain XX	-0,260713 ul	0,149989 ul
Strain XY	-0,0699185 ul	0,0660051 ul
Strain XZ	-0,196694 ul	0,192386 ul
Strain YY	-0,0697319 ul	0,11686 ul
Strain YZ	-0,0695243 ul	0,0707215 ul
Strain ZZ	-0,208865 ul	0,207919 ul

## Figures

### Von Mises Stress

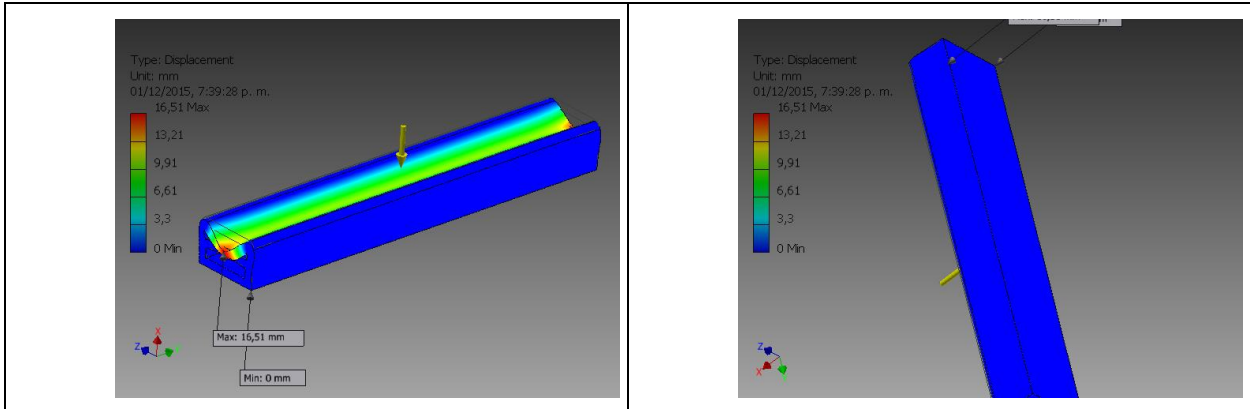


### 1st Principal Stress

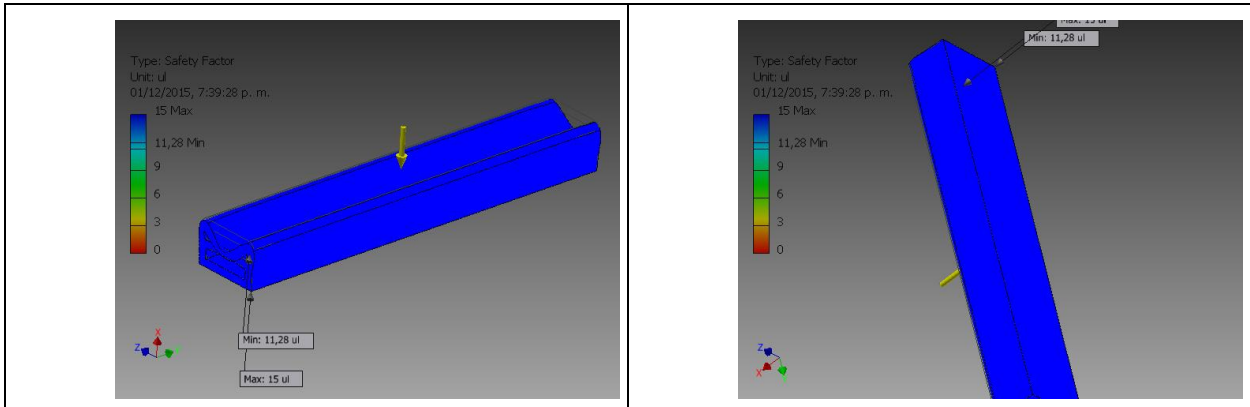


### 3rd Principal Stress

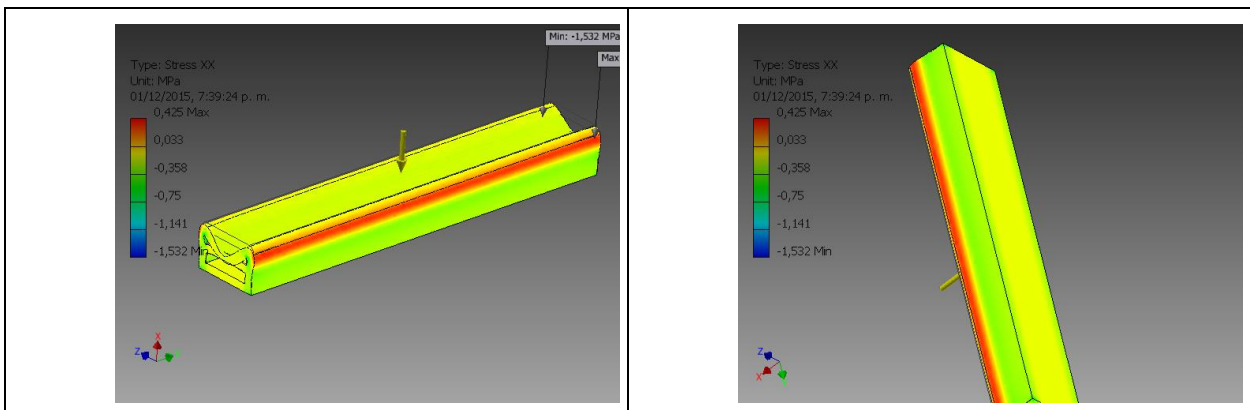
### Displacement



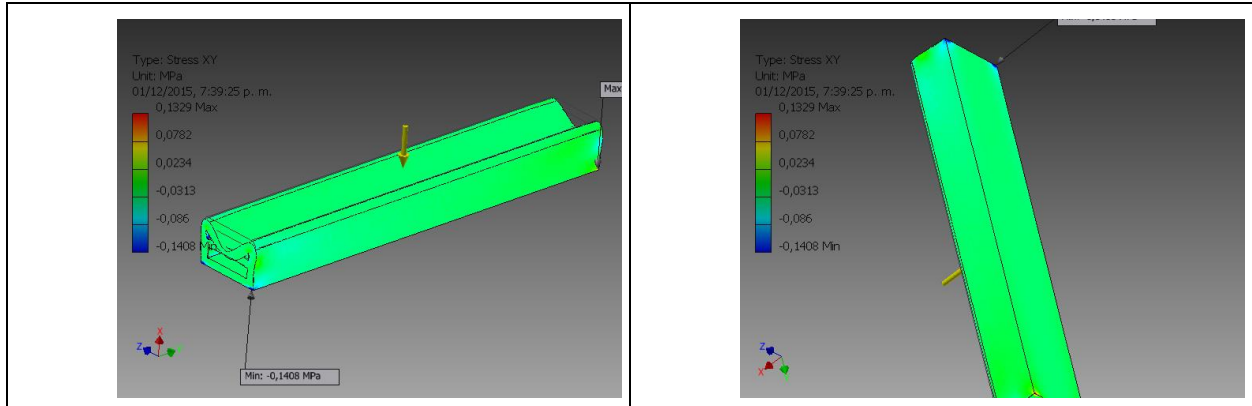
### Safety Factor



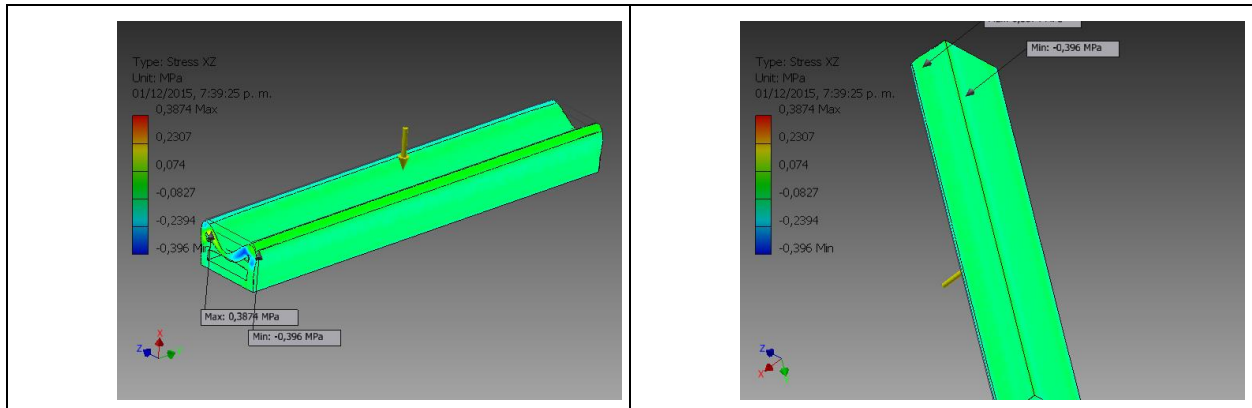
### Stress XX



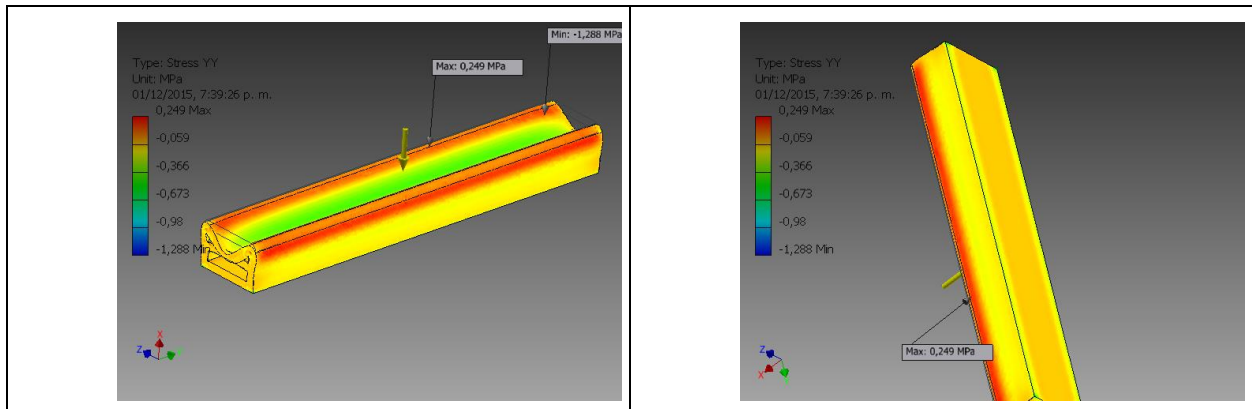
## Stress XY



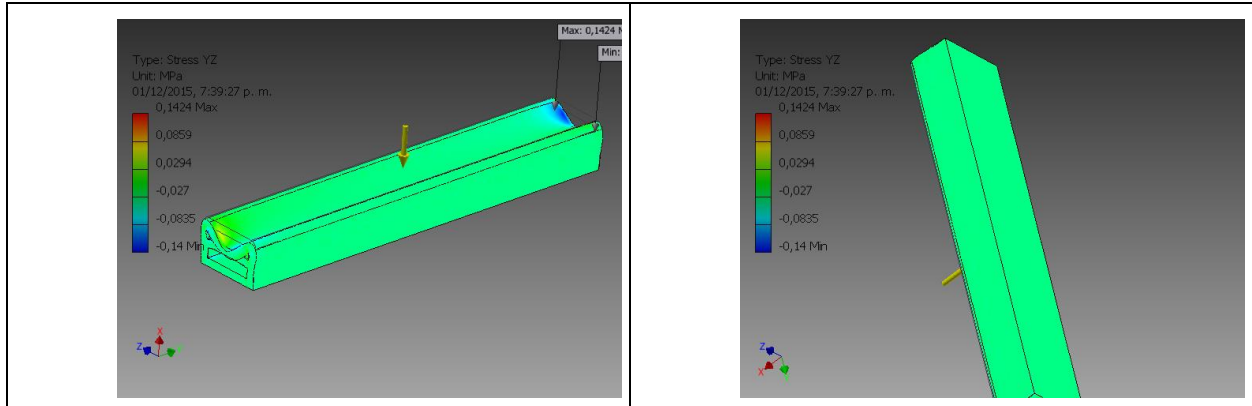
## Stress XZ



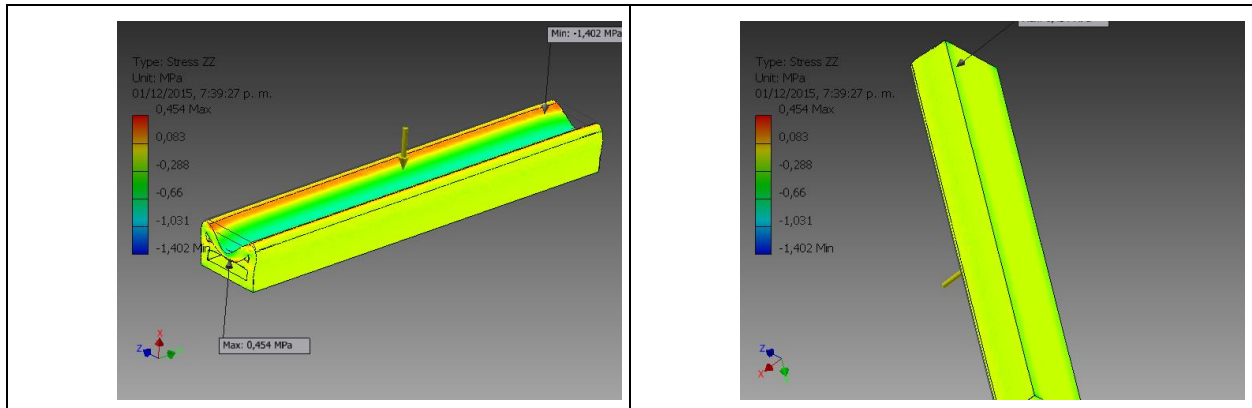
## Stress YY



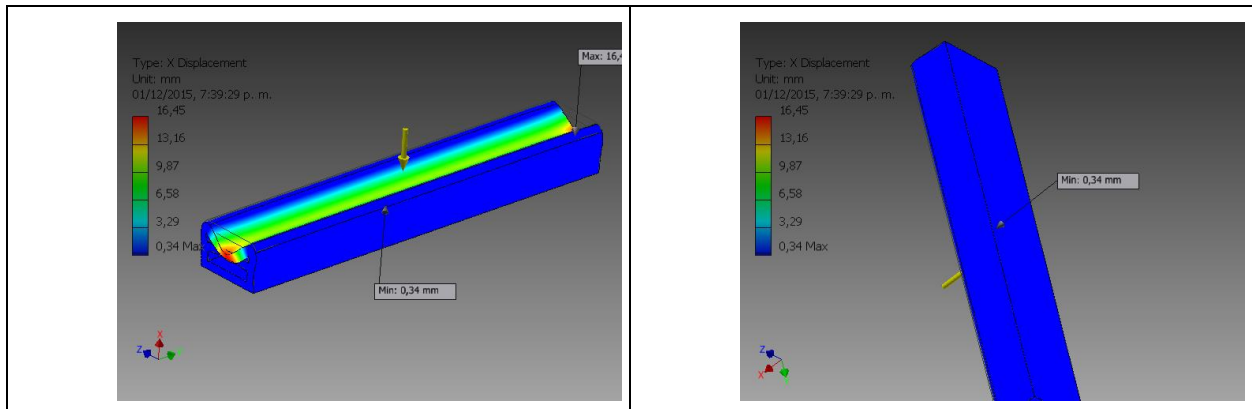
## Stress YZ



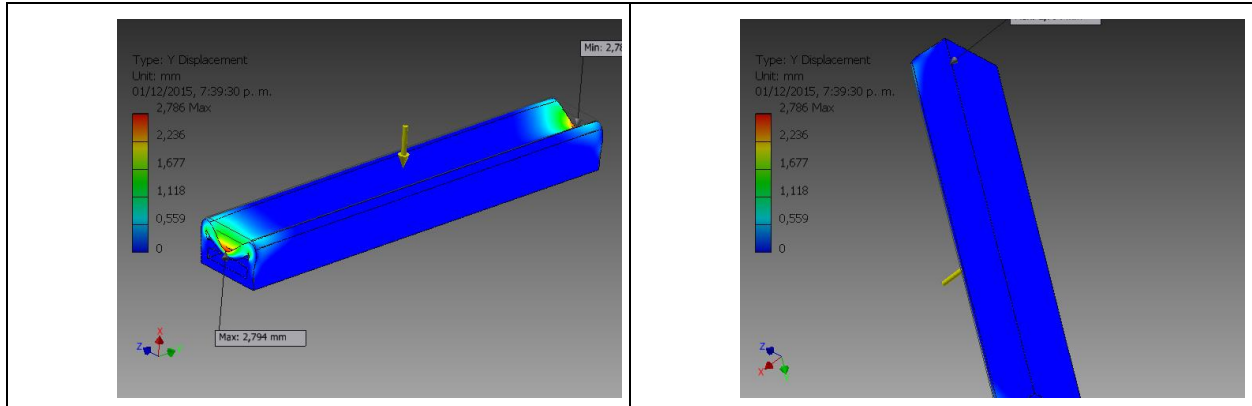
## Stress ZZ



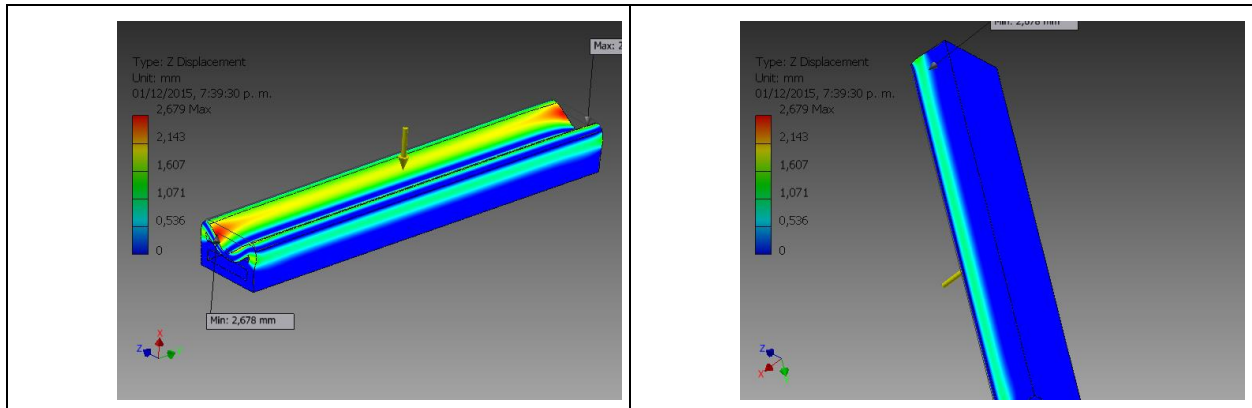
## X Displacement



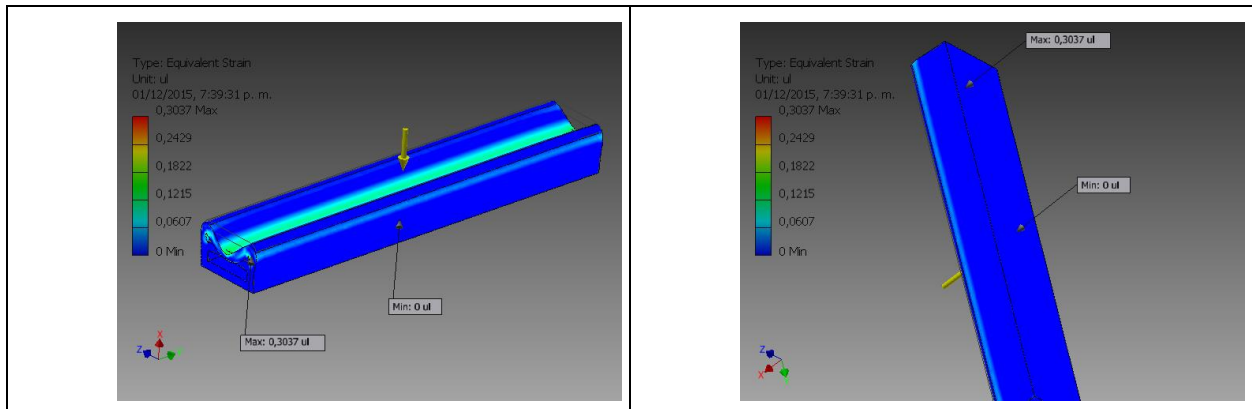
## Y Displacement



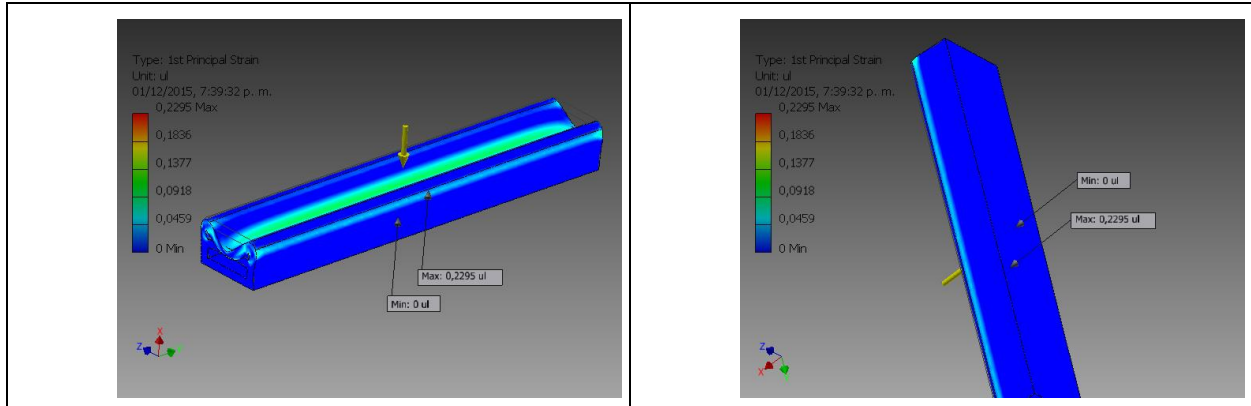
## Z Displacement



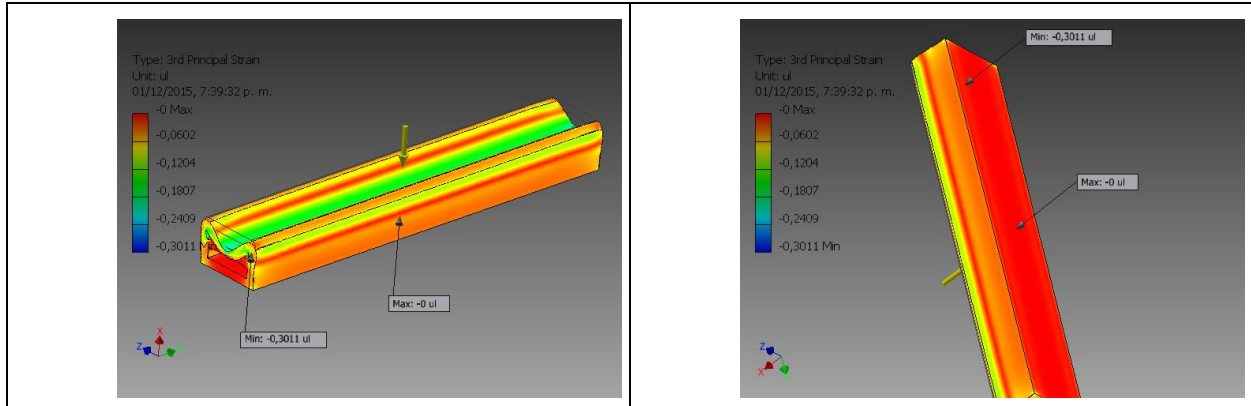
## Equivalent Strain



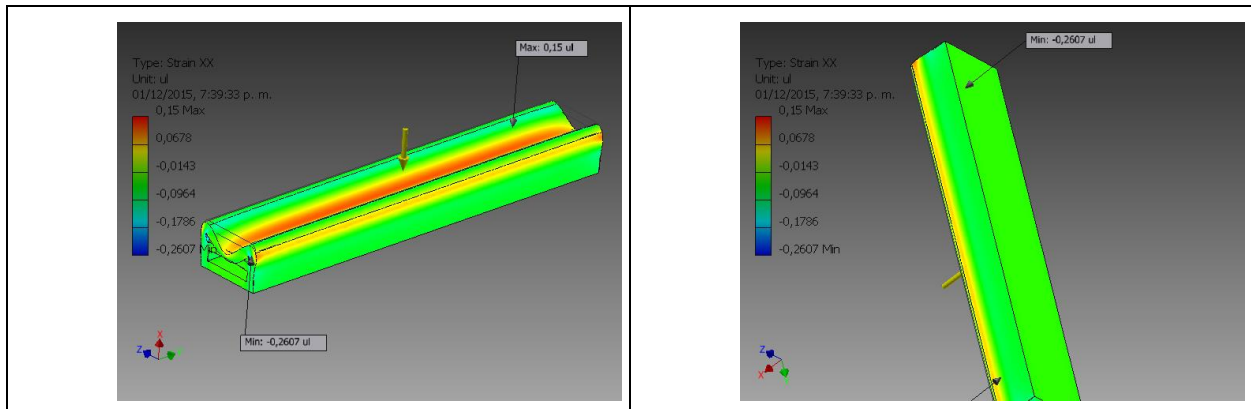
# 1st Principal Strain



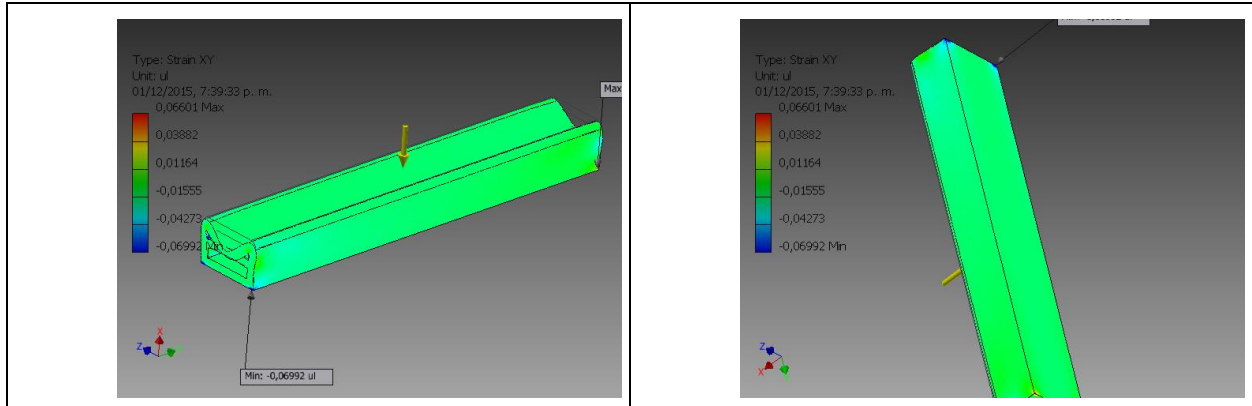
# 3rd Principal Strain



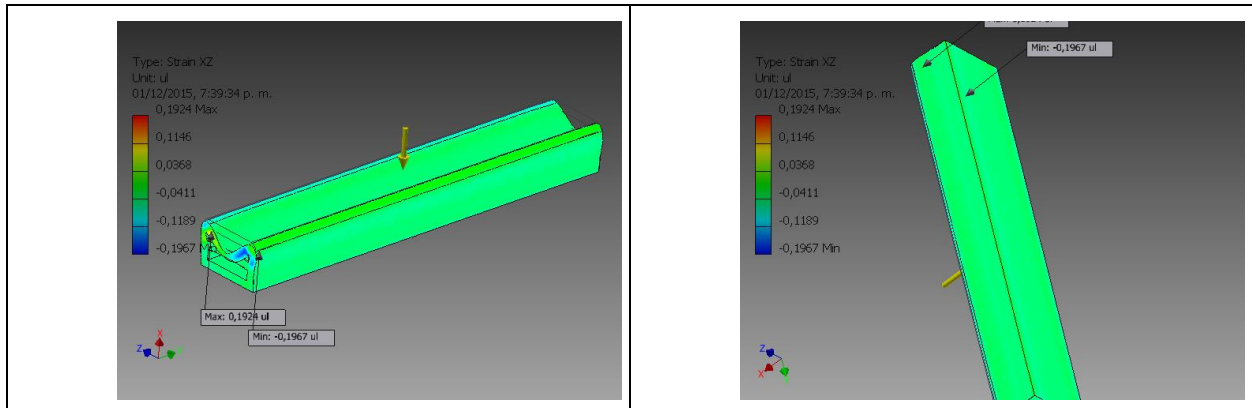
# Strain XX



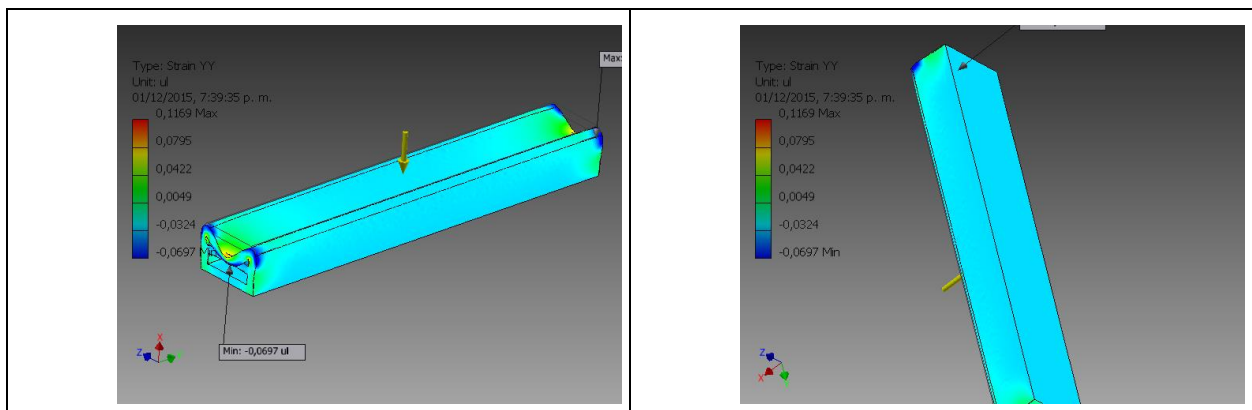
## Strain XY



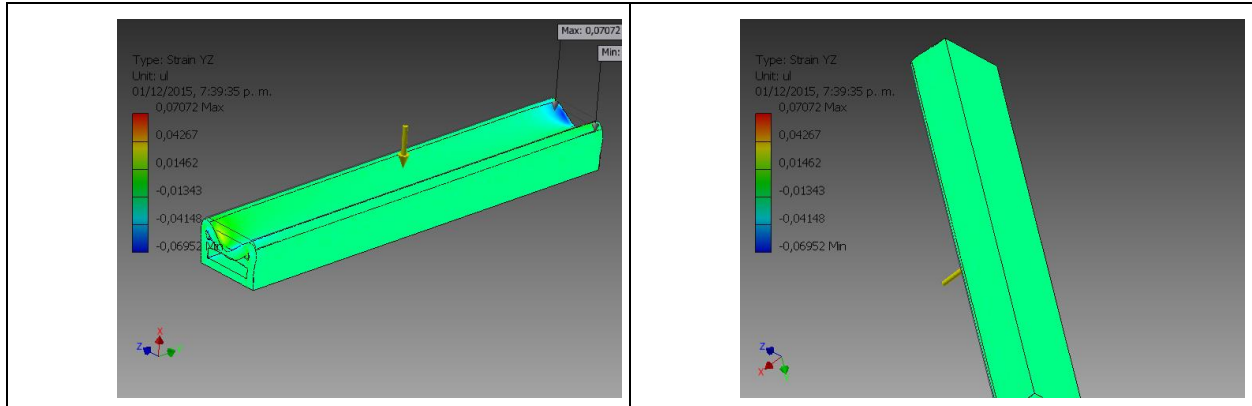
## Strain XZ



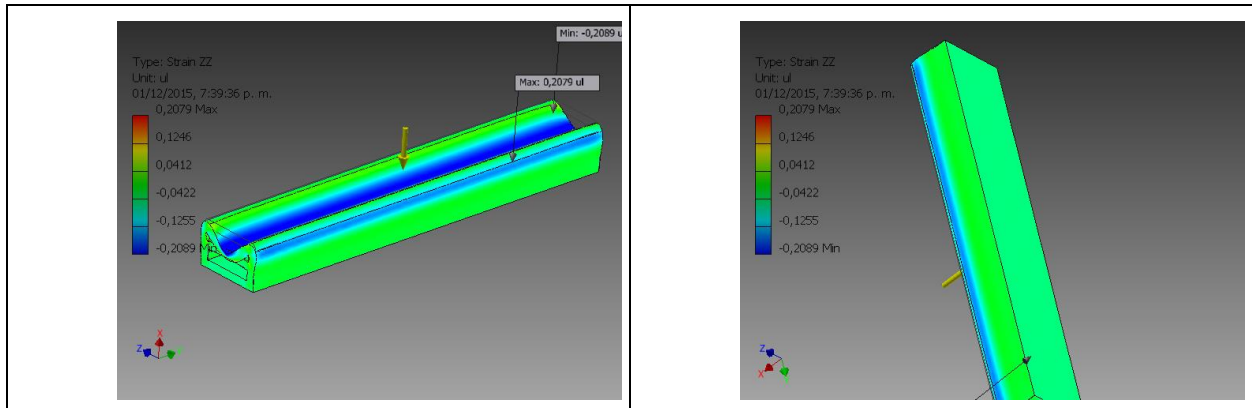
## Strain YY



## Strain YZ



## Strain ZZ



## Análisis cargas verticales

### Stress Analysis Report



Analyzed File:	Pieza1.ipt
Autodesk Inventor Version:	2014 SP1 (Build 180222100, 222)
Creation Date:	01/12/2015, 7:53 p. m.
Simulation Author:	salafah301

## Project Info (iProperties)

### Summary

Author	salafah301
--------	------------

### Project

Part Number	Pieza1
Designer	salafah301
Date Created	01/12/2015

### Status

Design Status	WorkInProgress
---------------	----------------

### Physical

Material	Rubber, Silicone
Density	1,25 g/cm <sup>3</sup>
Mass	1,87866 kg
Area	0,295793 m <sup>2</sup>
Volume	0,00150293 m <sup>3</sup>
Center of Gravity	x=0,0282845 m y=0 m z=0 m

Note: Physical values could be different from Physical values used by FEA reported below.

Simulation:2

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	01/12/2015, 7:49 p. m.
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No

Mesh settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,01
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2

Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	Yes

Material(s)

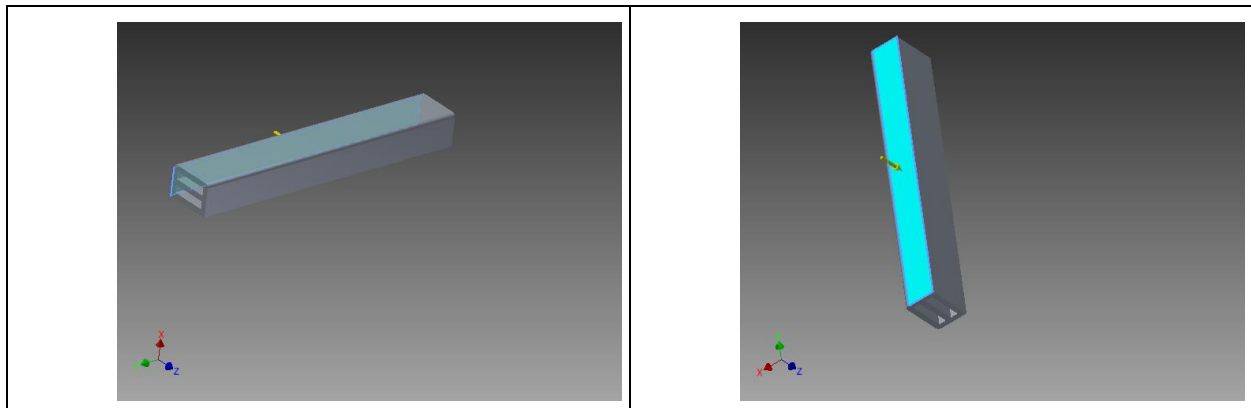
Name	Rubber, Silicone	
General	Mass Density	1,25 g/cm <sup>3</sup>
	Yield Strength	10,34 MPa
	Ultimate Tensile Strength	6,5 MPa
Stress	Young's Modulus	0,003 GPa
	Poisson's Ratio	0,49 ul
	Shear Modulus	0,00100671 GPa
Part Name(s)	Pieza1	

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	980,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	980,000 N

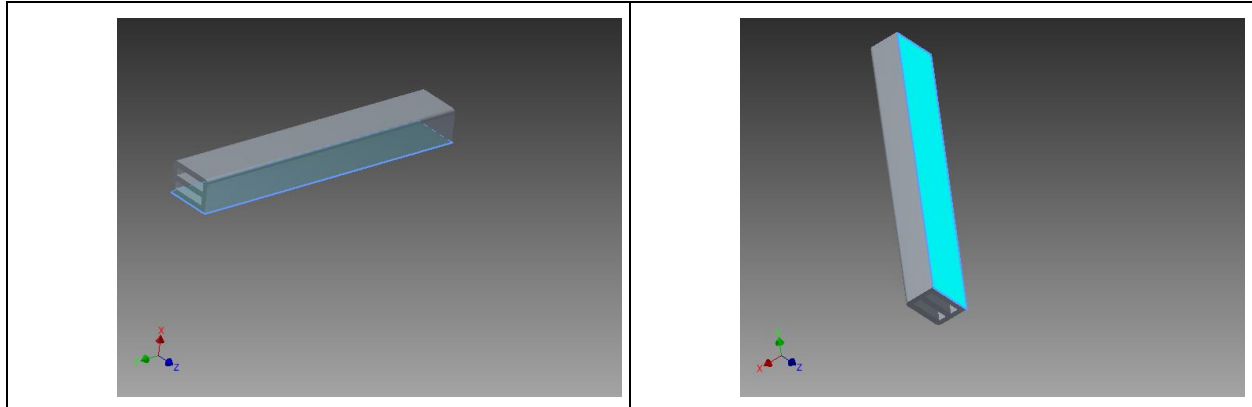
Selected Face(s)



Fixed Constraint:1

Constraint Type	Fixed Constraint
-----------------	------------------

Selected Face(s)



Results

Reaction Force and Moment on Constraints

Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	980 N	0 N	24,2603 N m	0 N m
		0 N		24,2603 N m
		-980 N		0 N m

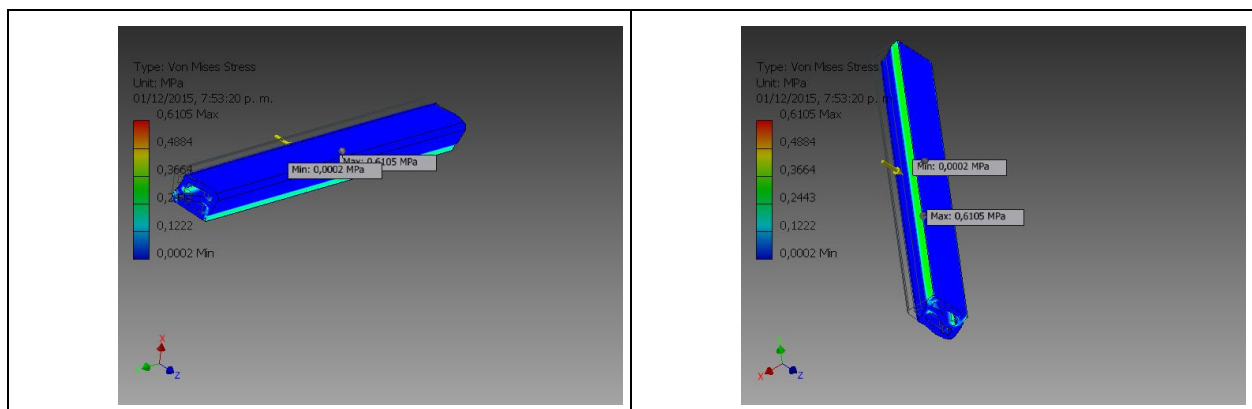
Result Summary

Name	Minimum	Maximum
Volume	1502930 mm <sup>3</sup>	
Mass	1,87866 kg	
Von Mises Stress	0,00016321 MPa	0,610518 MPa
1st Principal Stress	-0,740191 MPa	1,03327 MPa
3rd Principal Stress	-1,24693 MPa	0,683344 MPa
Displacement	0 mm	10,0783 mm
Safety Factor	15 ul	15 ul

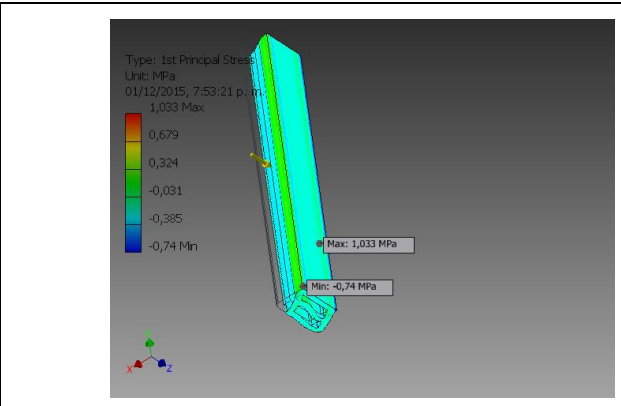
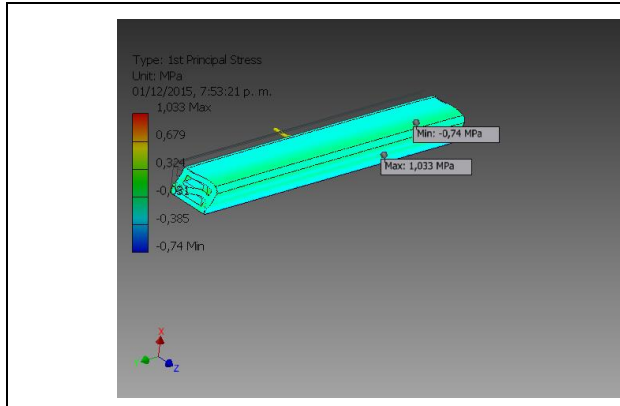
Stress XX	-1,02197 MPa	0,84671 MPa
Stress XY	-0,187764 MPa	0,164259 MPa
Stress XZ	-0,068353 MPa	0,308227 MPa
Stress YY	-0,95943 MPa	0,811039 MPa
Stress YZ	-0,0719731 MPa	0,0711423 MPa
Stress ZZ	-0,97011 MPa	0,811039 MPa
X Displacement	-2,11263 mm	1,91731 mm
Y Displacement	-0,937944 mm	0,937636 mm
Z Displacement	-0,088443 mm	10,0472 mm
Equivalent Strain	0,0000550184 ul	0,202213 ul
1st Principal Strain	0,0000429946 ul	0,164832 ul
3rd Principal Strain	-0,18462 ul	-0,00000836682 ul
Strain XX	-0,147244 ul	0,129796 ul
Strain XY	-0,093256 ul	0,0815821 ul
Strain XZ	-0,0339487 ul	0,153086 ul
Strain YY	-0,052628 ul	0,0682025 ul
Strain YZ	-0,0357466 ul	0,035334 ul
Strain ZZ	-0,136452 ul	0,125613 ul

Figures

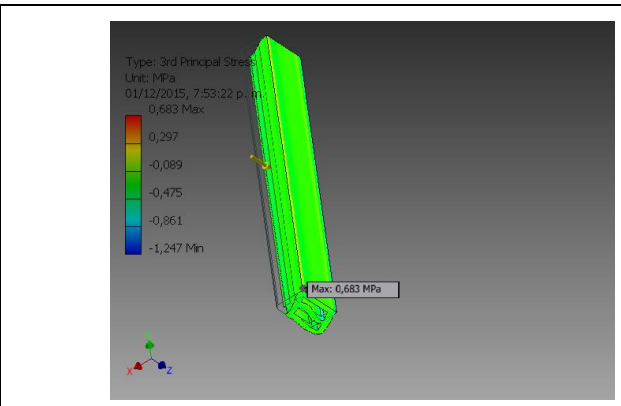
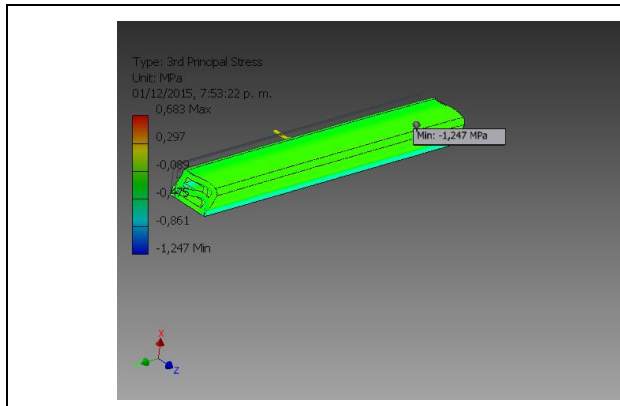
Von Mises Stress



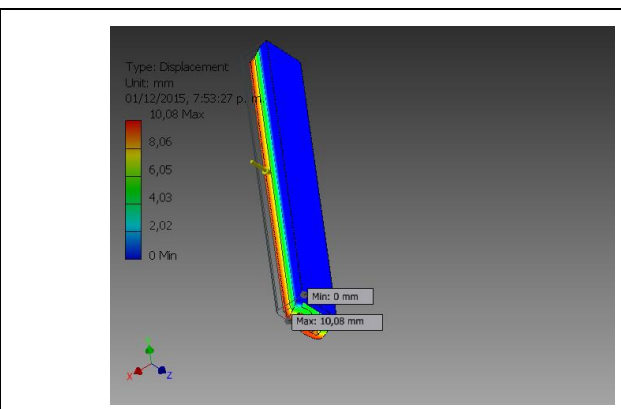
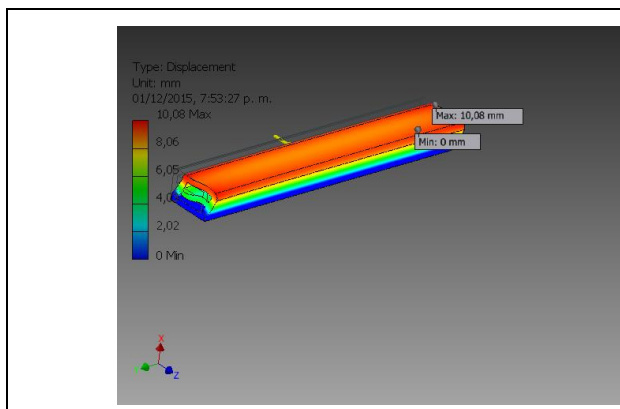
## 1st Principal Stress



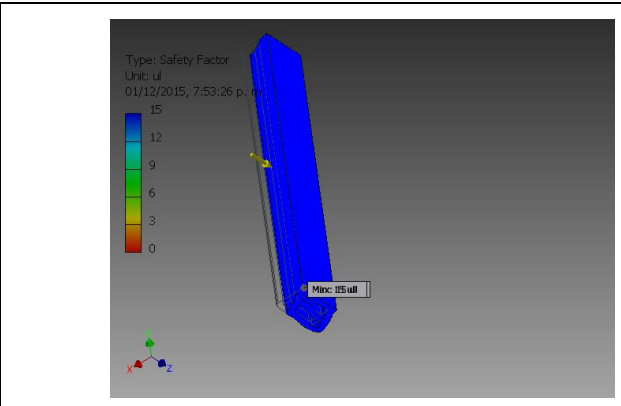
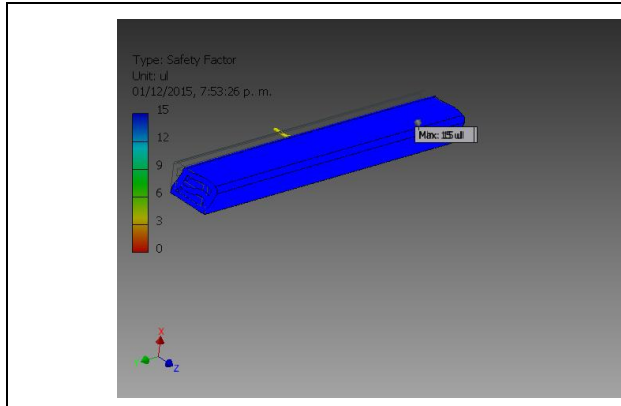
## 3rd Principal Stress



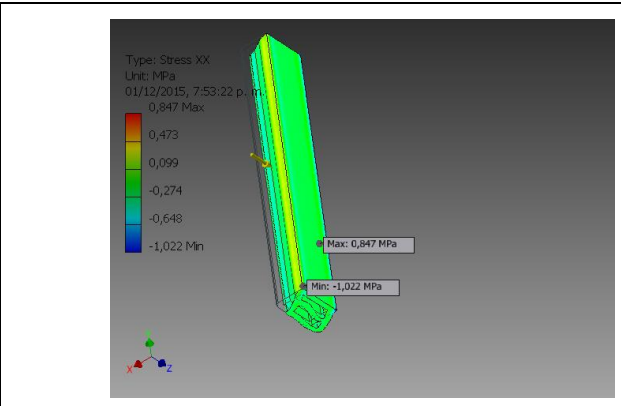
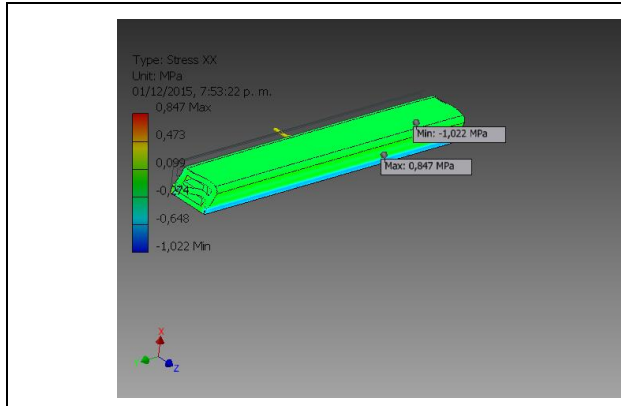
## Displacement



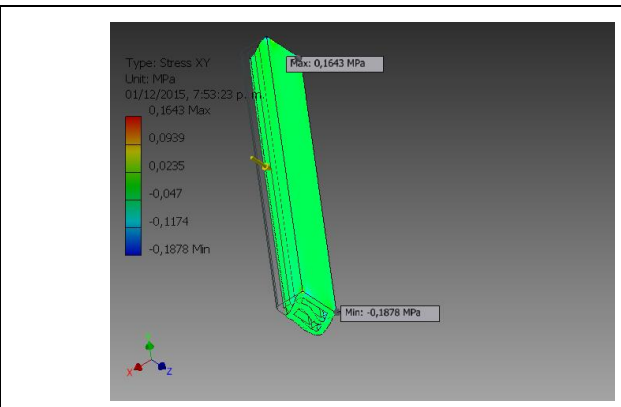
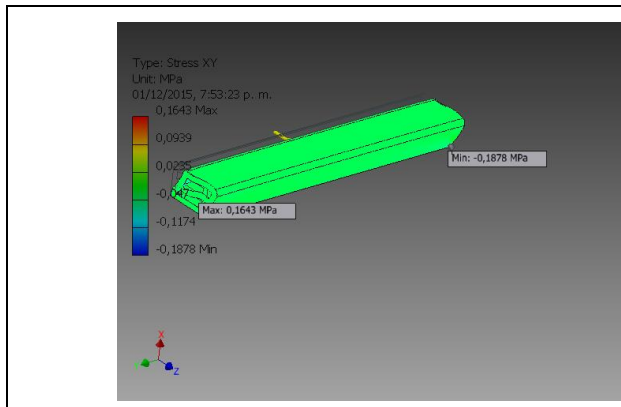
# Safety Factor



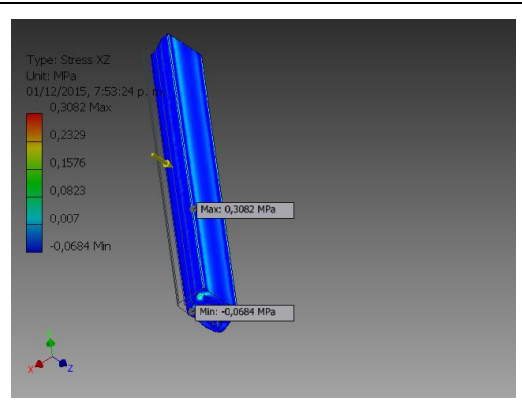
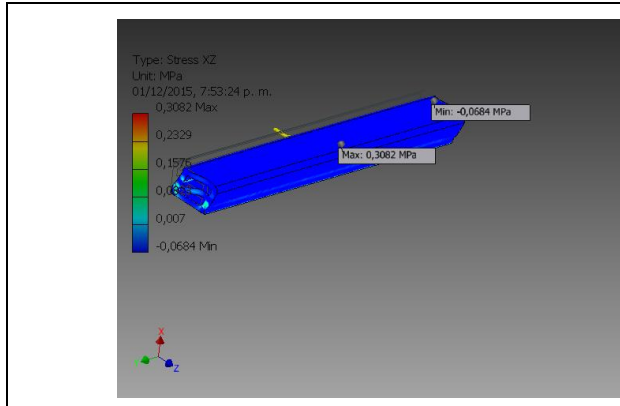
# Stress XX



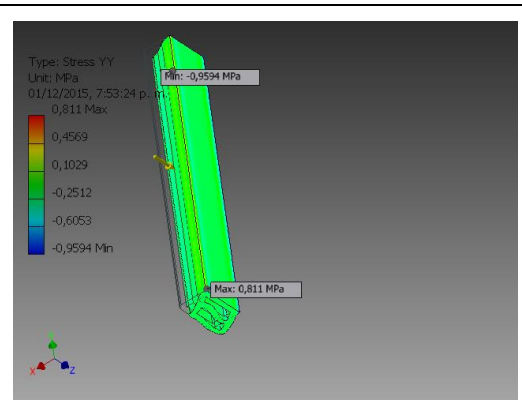
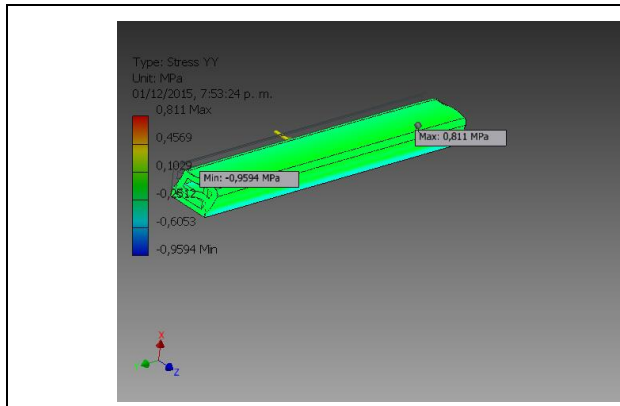
# Stress XY



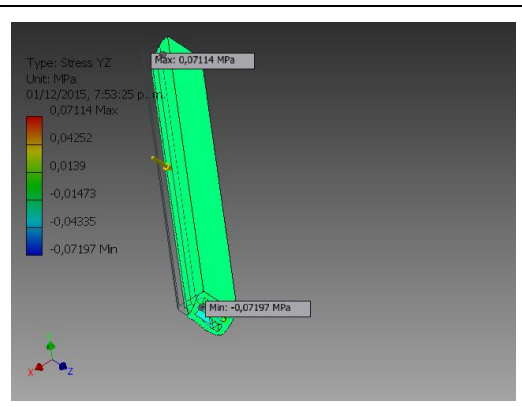
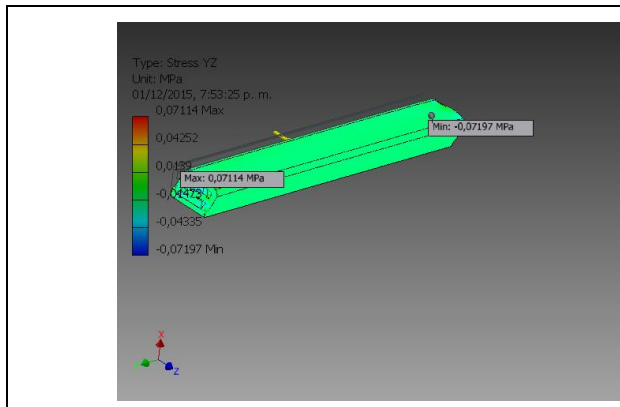
## Stress XZ



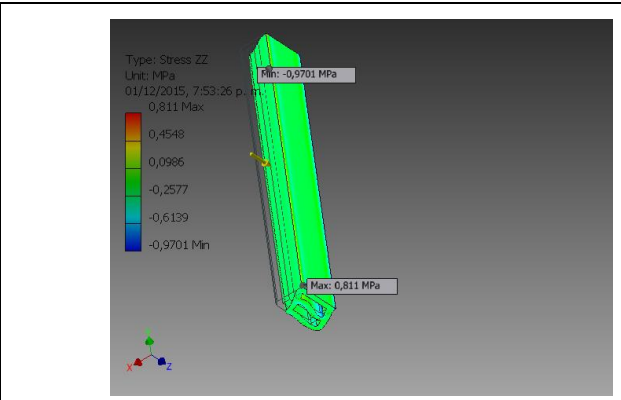
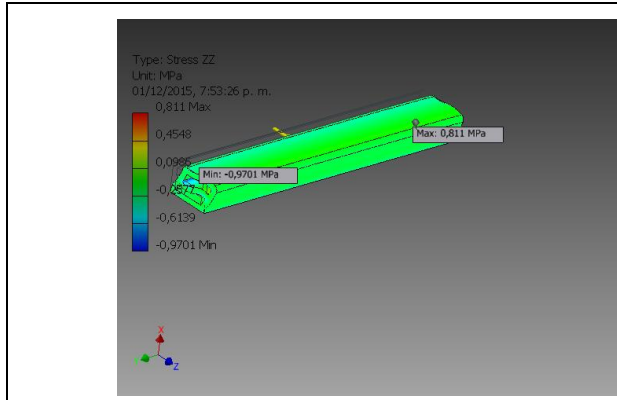
## Stress YY



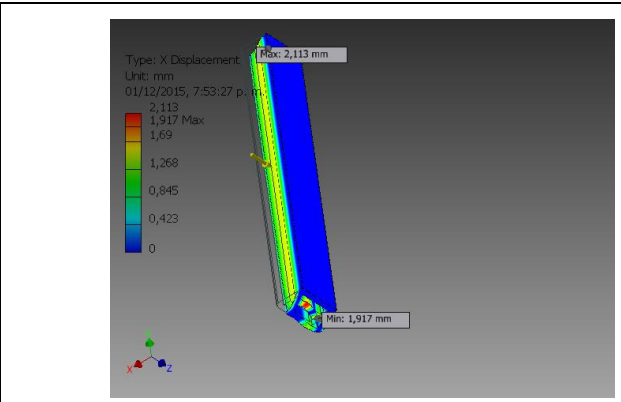
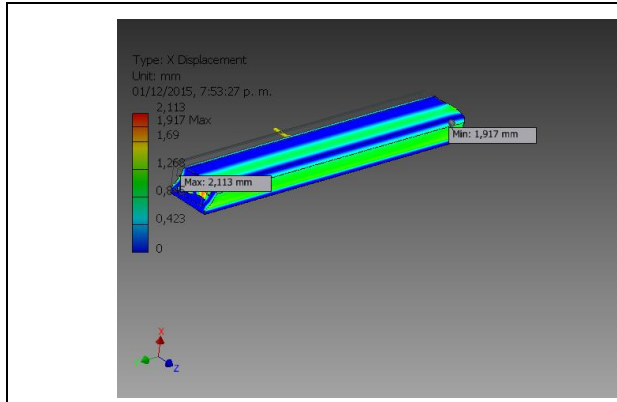
## Stress YZ



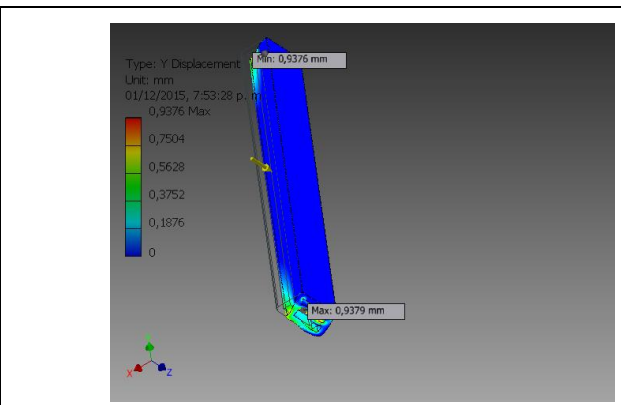
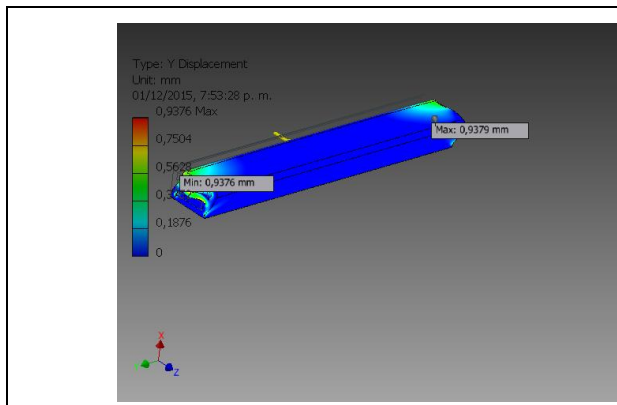
## Stress ZZ



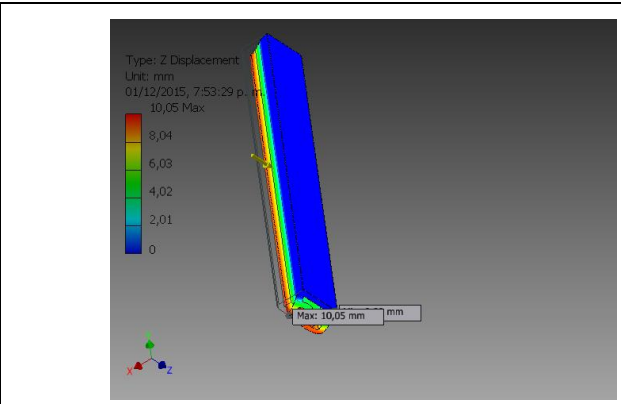
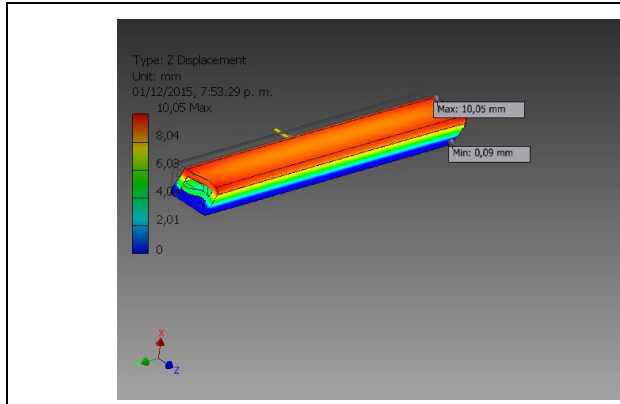
## X Displacement



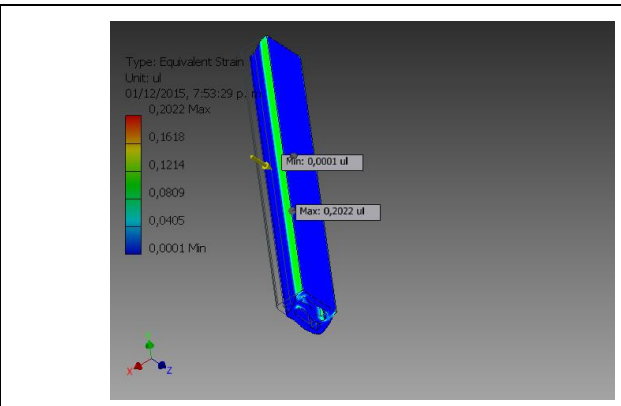
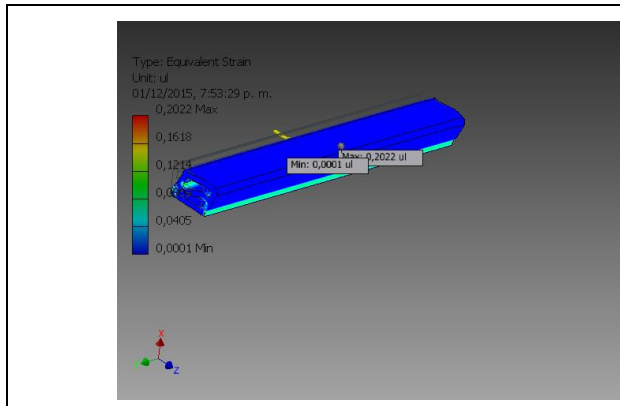
## Y Displacement



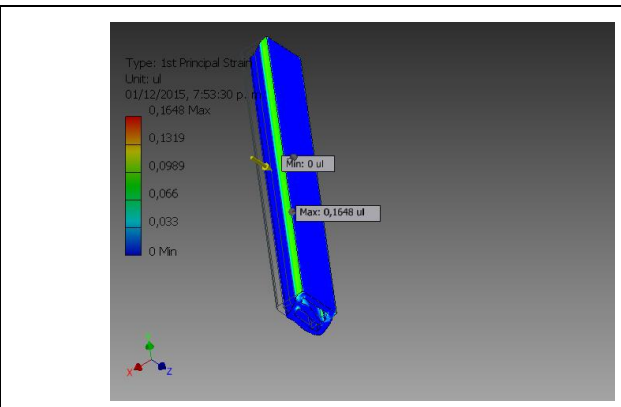
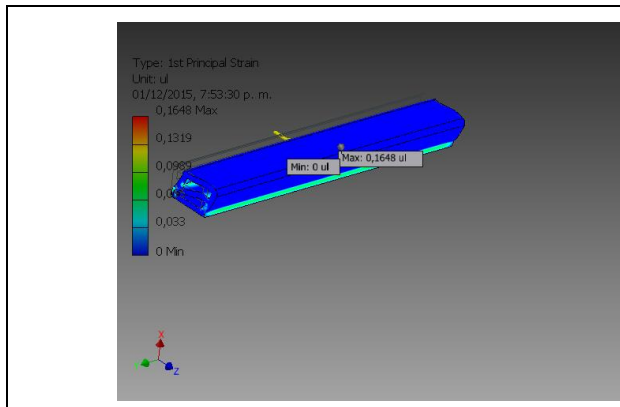
## Z Displacement



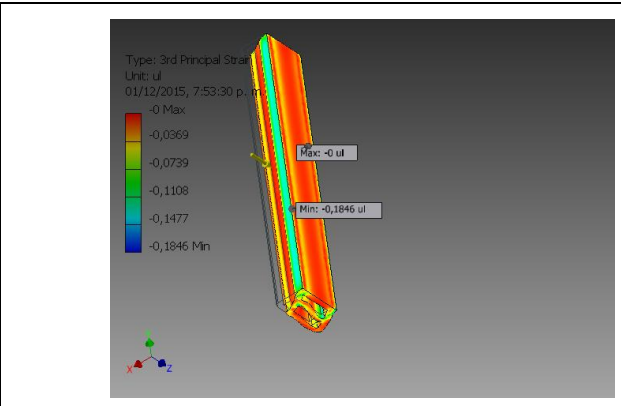
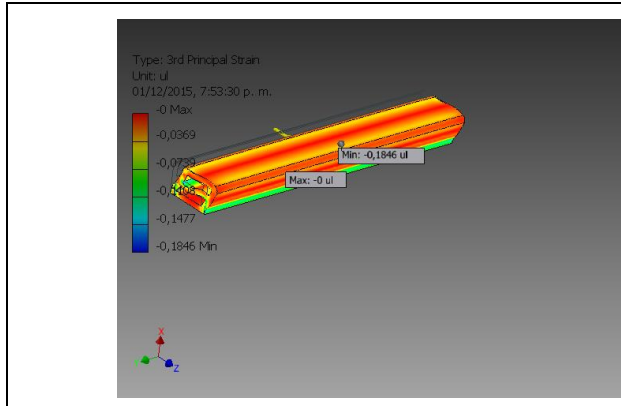
## Equivalent Strain



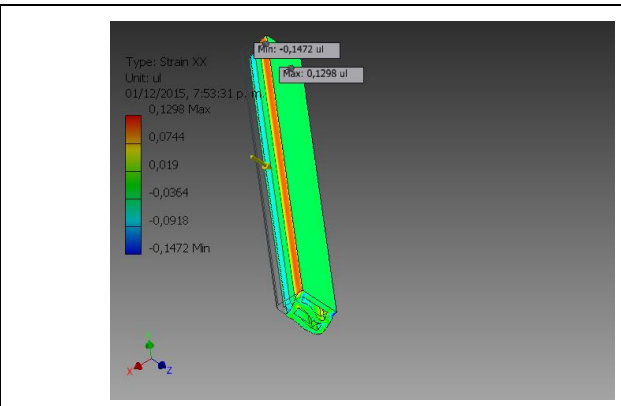
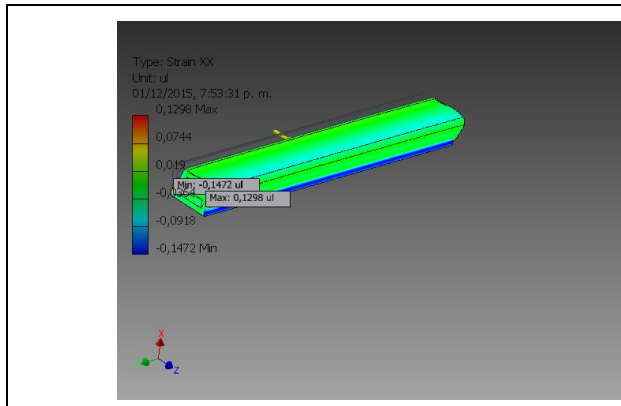
## 1st Principal Strain



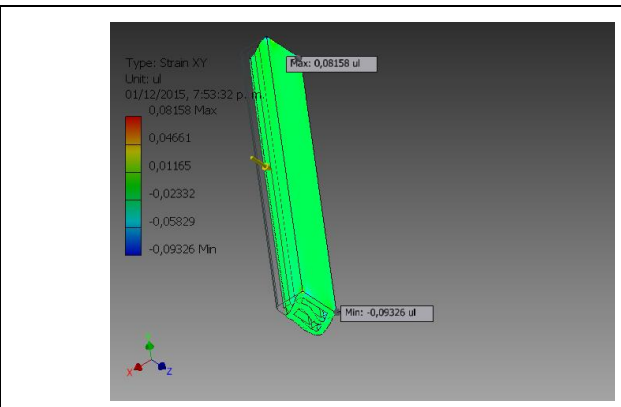
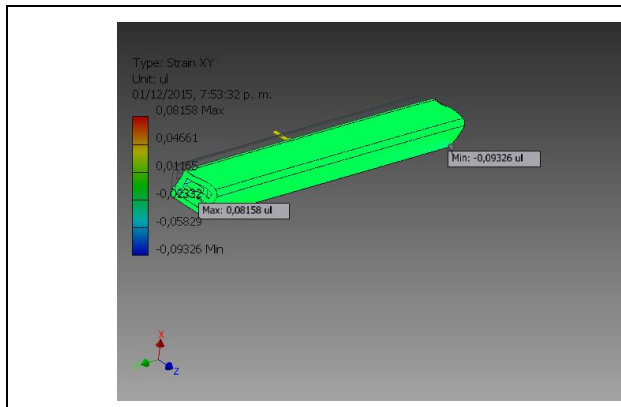
### 3rd Principal Strain



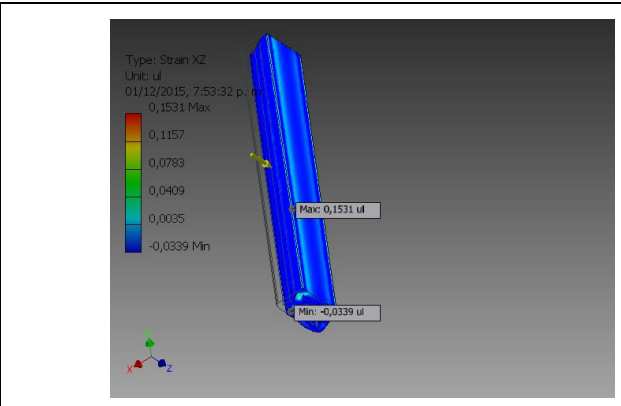
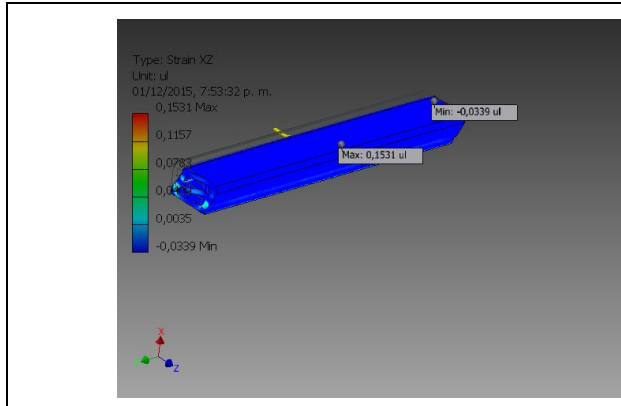
### Strain XX



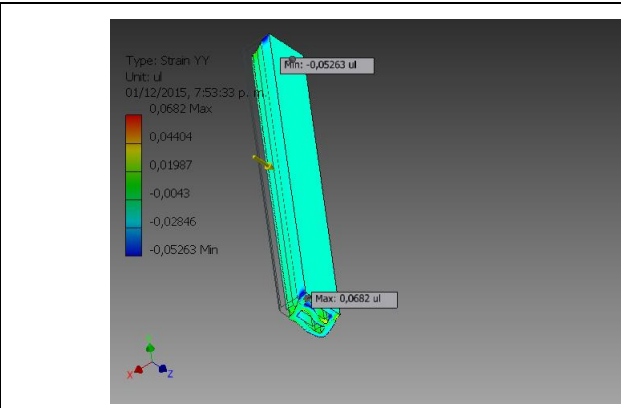
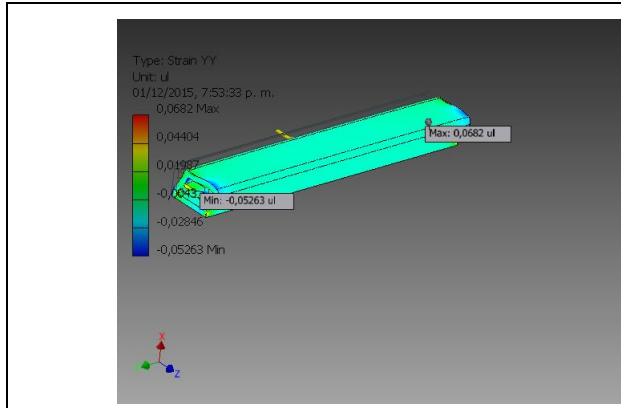
### Strain XY



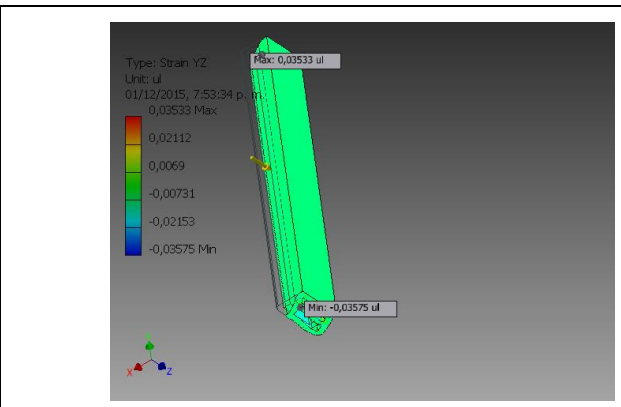
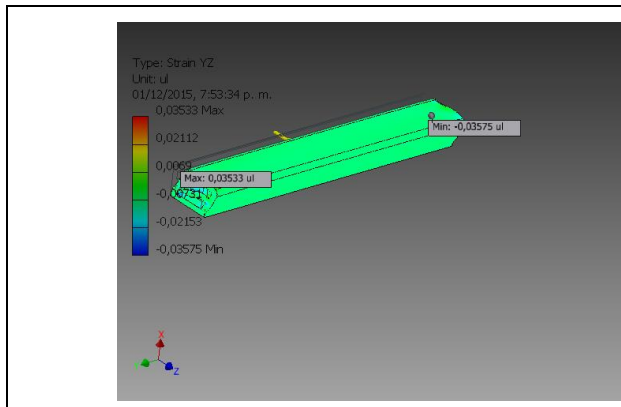
## Strain XZ



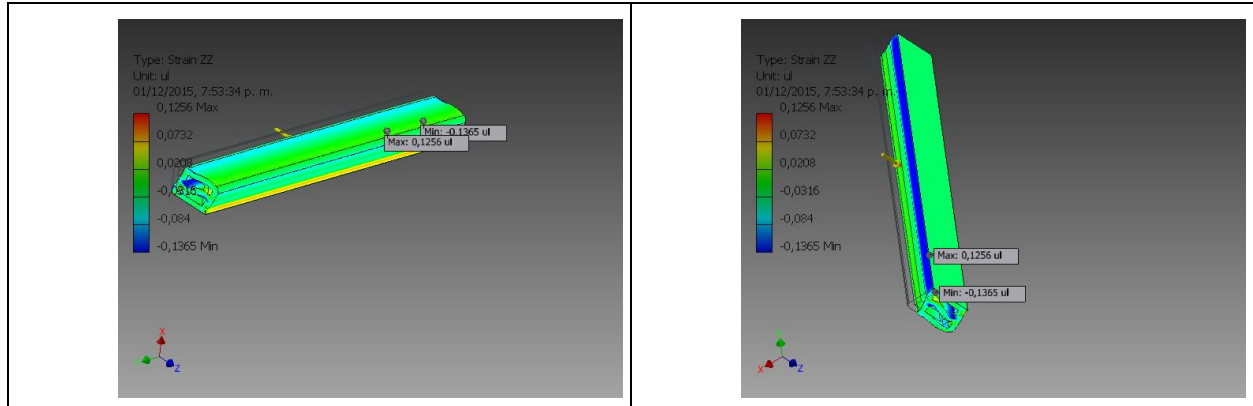
## Strain YY



## Strain YZ



## Strain ZZ



## Conclusiones análisis estructural de elementos finitos

De acuerdo a los resultados obtenidos por medio de la simulación estructural de elementos finitos realizada en el programa Inventor, en el cual se sometió el diseño del dispositivo de seguridad a cargas tanto verticales como horizontales de 980N, o aproximadamente 100kg.

Los análisis demostraron que el producto cuando es sometido a diferentes esfuerzos se comporta de manera adecuada y mantiene su estabilidad, su deformación es reducida, lo que garantiza que el producto se mantenga estable y permita aumentar los niveles de seguridad en las plataformas del Metro al momento de que los usuarios tengan que hacer uso de este.

En el caso de las cargas verticales la máxima deformación obtenida en el análisis es de 10mm al estar sometido a las cargas puntuales para las cuales fue diseñado, límite de deformación que es tolerable y no representa un riesgo significativo para los usuarios y logra evitar de manera satisfactoria que los usuarios puedan sufrir un atascamiento en las plataformas del Metro.

Para el análisis de las cargas horizontales a las que se sometió el producto se tuvo un resultado de compresión del orden de los 16 mm en la cara que estaría en contacto con el tren en caso de que este entrara de lado a la estación y se apoyara directamente sobre el producto, esta deformación horizontal permite que la carrocería del tren no se vaya a dañar en caso de un incidente.

Se considera que la forma del producto está en capacidad de responder con la tarea asignada de forma eficiente y según los requerimientos que se tuvieron en cuenta al momento de desarrollar el diseño del producto.

### **Presupuesto**

Según los requerimientos de la empresa Metro de Medellín se cuenta con un presupuesto de \$1500.000.000, este presupuesto debe contemplar el diseño, producción e instalación del dispositivo en todas las estaciones del sistema.

Inicialmente se realizaron algunas cotizaciones con las primeras propuestas de diseño, sobre todo con la propuesta 8, estas cotizaciones se hicieron teniendo en cuenta que la implementación solo se haría en los sitios donde abren las puertas del tren, en una longitud de tres Metro, algunas de las empresas que cotizaron son las siguientes:

Empaquetaduras y empaques: \$743.350.272 (Sólo el perfil)

Extrusiones: \$1430.016.000 (Perfil + tornillos)

## Fabricación y Producción

### Orden de Producción

El dispositivo de seguridad consta esencialmente de tres piezas, el perfil de soporte, la platina trasera y el soporte espaciador, por lo cual el orden de producción del mismo es el siguiente:

1. Elaboración del perfil por extrusión
2. Fabricación de la platina por medio de fundición
3. Elaboración de perfil en HDPE
4. Ensamble perfil con platina trasera

### Listado de piezas y materiales

MARCA	NOMBRE	CANT	MATERIAL	DIM. mm
1	Perfil soporte	7776	EPDM	500x57x83
2	Platina trasera	7776	Aluminio 6061 T6	500x120x8
3	Soporte espaciador	7776	HDPE	500x60x15
4	Perno de expansión para anclaje en concreto	31104	Acero	

## Procesos y Subprocesos

### 1. Elaboración del perfil por extrusión

Este perfil se debe realizar bajo el proceso de extrusión de caucho tipo EPDM, para esto se utiliza una maquina extrusora que tiene al final un dado que le dará la forma deseada al perfil, este perfil se realiza con una formulación de EPDM adecuada para el uso a la intemperie.

Una vez obtenido el perfil extruido se le hace un proceso de vulcanización para poder garantizar una estabilidad dimensional y estructural, finalizado el proceso de extrusión en la línea se procede al corte del perfil en la longitud requerida.

### 2. Fabricación de la platina por medio de fundición

Al no ser una platina de aluminio con una dimensión comercial estándar, esta se debe fabricar por fundición y vaciado en moldes, para este proceso primero se obtienen los lingotes de aluminio 6061 T6, estos son reducidos a pequeños trozos y puestos en el crisol, donde serán fundidos en un horno a 660° C aproximadamente, una vez fundido el aluminio es vaciado en el molde que se ha hecho anteriormente para esta pieza en especial; el molde generalmente es metálico.

Después de que la pieza está fría se procede con el desmolde y limpieza de rebabas que hayan podido quedar para mejorar la apariencia estética de la misma.

El último proceso después de que la pieza se encuentra lista es el proceso de perforación de los orificios donde se van a poner los tornillos que sujetaran toda la pieza con la estructura en concreto, para un mejor acabado de la pieza los orificios se deben avellanar para poder ocultar el tornillo que va a alojar la pieza.

### 3. Elaboración de perfil en HDPE

Esta pieza también se realiza por medio de un proceso de extrusión, pero con un dado más sencillo que el de perfil, ya que este es un perfil completamente rectangular, se hace por extrusión por encargo especial ya que esta dimensión no se encuentra comercialmente y al ser un pedido tan grande se justifica la inversión de la fabricación de un dado especial para este.

Una vez terminado el proceso de extrusión se cortan las piezas en la dimensión requerida y se procede a realizar las perforaciones para los tornillos, en la misma posición en la que se encuentran las perforaciones de la platina trasera.

### 4. Ensamble perfil con platina trasera

Este ensamble del perfil de soporte y la platina trasera se realizará con la aplicación de un adhesivo industrial de gran resistencia, con base de cianoacrilato, que garantiza una unión perfecta con alta resistencia mecánica y también resistente a la intemperie.

### Costos de fabricación

Al ser un producto elaborado por un tercero y de acuerdo a las cotizaciones que se han realizado anteriormente, el precio por Metro lineal puede tener un entre \$250.000 y \$300.000.

## Conclusiones

Durante el desarrollo de este trabajo de grado que tiene como finalidad diseñar un dispositivo de seguridad para la empresa Metro de Medellín, se alcanzó un nuevo logro en el conocimiento de procesos de producción, nuevos materiales, una visión más integral y profunda del funcionamiento interno de un sistema de transporte masivo, su sistema de trenes y funcionamiento interno.

Se dieron a conocer grandes falencias que se presentan en el ámbito de la seguridad de estos sistemas, como lo son la alta probabilidad de quedar atrapado entre el borde de tren y la plataforma al caer por el espacio que se genera entre estos, llamado galibo de seguridad, algo que normalmente el usuario ve y sabe que existe, pero desconoce del peligro latente que este representa.

Esta fuente de riesgo fue lo que llevó de manera conjunta con el Metro de Medellín a diseñar una solución a este problema, teniendo en cuenta una gran cantidad de variables que se presentaron al momento de afrontar este reto, como la altura del tren, el movimiento horizontal y vertical del mismo, la altura variable del tren con respecto a la carga y las diferentes plataformas de las estaciones, la distancia entre el tren y el borde de la plataforma; entre otras variables que fueron las que guiaron el proceso para poder llegar a la solución final.

Uno de los mayores retos afrontados en la etapa de diseño fue poder hacer algo que fuera resistente y logrará soportar grandes cargas verticales y fuerzas horizontales, pero que a su vez fuera liviano y muy flexible, se empezó buscando referentes de matrices que pudieran dar respuesta a esta restricción, pero se interpretaron de una forma en la que su fabricación se hacía casi imposible, después se llegó a una propuesta con una geometría un tanto compleja que si bien era viable su proceso de fabricación podría resultar bastante costoso, al final se decidió volver al

principio, a las redes, pero en esta ocasión se decidió voltearlas y usarlas de forma longitudinal y no transversalmente como se había hecho anteriormente. Este simple giro permitió tener una geometría más simple, eficiente, de fácil fabricación.

Sin embargo hay una variable que obliga a que la implementación del elemento se vuelve un poco más compleja y es que existe una diferencia de nivel vertical entre el borde de la plataforma y la subestructura de la plataforma, que varía a lo largo de toda la estación y también entre estaciones, esta profundidad es fundamental para poder anclar eficientemente el producto a la estructura, esta dimensión va de 1,5 cm a 3,0 cm, lo que obliga a usar un elemento a la medida en cada tramo, por lo cual se optó por poner un elemento de HDPE que cubra el espacio y le de la resistencia y apoyo necesario al dispositivo.

Aunque el Metro de Medellín tiene en prueba un sistema que puede suplir esta necesidad desde hace cuatro años y funciona de una forma adecuada, se pudo ver una falencia que se quiso afrontar y mejorarla y es que el dispositivo que ellos tienen implementado queda aproximadamente 4 cm. por debajo de la plataforma, lo que genera un escalón y puede ser un elemento que genere un tropiezo adicional, por esta razón se decidió que lo mejor era darle continuidad a la plataforma con el dispositivo que se diseñó, esto logra reducir a la mitad el espacio libre e impide que algo pequeño como la rueda de un coche se quede aprisionado, además como un valor adicional esta continuidad le genera al usuario una mayor sensación de seguridad y confort.

Al final de este proceso se evidenció que el dispositivo antes que ser un elemento que permita reducir la cantidad de incidentes por atrapamiento o las demoras en el servicio, se vuelve un elemento que propende por continuar con la innovación que la empresa Metro de Medellín desarrolla en todos los campos en los que está inmersa, aumentando no solo la calidad de vida de

los usuarios, sino también la de todas las empresas que trabajan alrededor de ella, en la creación de nuevos productos y servicios, en la homologación de componentes que tenían que ser importados o el aumento del conocimiento y desarrollo local.

Esperamos que el producto se pueda implementar y ayudar al crecimiento de la calidad de vida no solo del Metro de Medellín sino de la ciudad entera.

## Bibliografía

METRO DE MDELLÍN, Informe sobre las guías de aproximación en estaciones del sistema

Metro, elaborado por I+D+i, Octubre 17 de 2014.

[www.Metrodemedellin.gov.co](http://www.Metrodemedellin.gov.co)

[www.eymproductostecnicos.com/Guia-aproximacion-estacionamiento](http://www.eymproductostecnicos.com/Guia-aproximacion-estacionamiento)

[www.emtmadrid.es/Home/Accesibilidad.aspx](http://www.emtmadrid.es/Home/Accesibilidad.aspx)

[www.proyectoabedul.es/ferrocarriles.htm](http://www.proyectoabedul.es/ferrocarriles.htm)

[www.proyectoabedul.es/ferrocarriles.htm](http://www.proyectoabedul.es/ferrocarriles.htm)

[japonismo.com/blog/las-lineas-de-mini-shinkansen](http://japonismo.com/blog/las-lineas-de-mini-shinkansen)

[citytransport.info/Access.htm](http://citytransport.info/Access.htm)

[www.google.com.tr/patents/US20100224097](http://www.google.com.tr/patents/US20100224097)

[www.danielbowen.com/2012/page/14/](http://www.danielbowen.com/2012/page/14/)

[www.senseofbelonging.net/](http://www.senseofbelonging.net/)

[www.railgallery.info/photo\\_showcase/v/france/sncf/U25500/interior/RailGallery\\_160910\\_511.jpg.html](http://www.railgallery.info/photo_showcase/v/france/sncf/U25500/interior/RailGallery_160910_511.jpg.html)

[news.asiaone.com/news/singapore/students-leg-stuck-between-train-and-platform-hougang-mrt-station](http://news.asiaone.com/news/singapore/students-leg-stuck-between-train-and-platform-hougang-mrt-station)

[www.danielbowen.com/2012/page/14/](http://www.danielbowen.com/2012/page/14/)

[grahamerobbassociates.wordpress.com/category/vitalsmarts/](http://grahamerobbassociates.wordpress.com/category/vitalsmarts/)

[www.byanina.com/yellow-mellow/](http://www.byanina.com/yellow-mellow/)

[www.thatsyogarbage.com/category/podcast/page/2/](http://www.thatsyogarbage.com/category/podcast/page/2/)

[www.jano.es](http://www.jano.es)

[propol.wordpress.com](http://propol.wordpress.com)

[www.tecnologiaslimpias.org](http://www.tecnologiaslimpias.org)

[en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)

[www2.dupont.com](http://www2.dupont.com)

[www.fapiquim.com.ar](http://www.fapiquim.com.ar)

Universidad de Alicante- depto. De química

[www.psrc.usm.edu](http://www.psrc.usm.edu)

[pslc.ws/spanish](http://pslc.ws/spanish)

Polychloroprene-Dr. Lothar Reif

[flowgasket.com/especificaciones-tecnicas/propiedades-tecnicas-material-neopreno-cr/](http://flowgasket.com/especificaciones-tecnicas/propiedades-tecnicas-material-neopreno-cr/)

Ethylene propylene rubbers - Arnis U. Paeglis

Handbook of Elastomers (EPDM Rubber Technology) - R. Karpeles y A. Grossi

The Vanderbilt Rubber Handbook (Ethylene Propylene Rubbers) - J. Riedel y R. Vander Laan

Encyclopedia of Polymer Science & Engineering (Ethylene Propylene Elastomers) - Gary Ver

Strate

[en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)

[www.buna-ep.com](http://www.buna-ep.com)

[molpaco.com.ar](http://molpaco.com.ar)

[tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2012/03/caucho-etileno-propileno.html](http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2012/03/caucho-etileno-propileno.html)

[www.dupont.com/products-and-services/plastics-polymers-resins/elastomers/articles/guide-to-](http://www.dupont.com/products-and-services/plastics-polymers-resins/elastomers/articles/guide-to-elastomer-properties.html)

[elastomer-properties.html](http://www.dupont.com/products-and-services/plastics-polymers-resins/elastomers/articles/guide-to-elastomer-properties.html)

[www.dupont.com/products-and-services/plastics-polymers-](http://www.dupont.com/products-and-services/plastics-polymers-resins/elastomers/uses%20&%20applications/neoprene-for-construction.html)

[resins/elastomers/uses%20&%20applications/neoprene-for-construction.html](http://www.dupont.com/products-and-services/plastics-polymers-resins/elastomers/uses%20&%20applications/neoprene-for-construction.html)

Publicación Rubber World

Revista del caucho

Tecnología en Elastómeros - Grupo Hulero Mexicano A. C.

Science and Technology of Rubber - Frederick R. Eirich

Revista Iberoamericana de Polímeros

[www.xtimeline.com](http://www.xtimeline.com)

[en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)

[www.chem-world.com](http://www.chem-world.com)

[www.latimes.com](http://www.latimes.com)

[www.interempresas.net](http://www.interempresas.net)

[tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2012/01/vulcanizacion.html](http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2012/01/vulcanizacion.html)

[www.eis.uva.es/~macromol/curso03-04/automovil/paginas/vulcanizado.htm](http://www.eis.uva.es/~macromol/curso03-04/automovil/paginas/vulcanizado.htm)

[www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/consultorio-](http://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/consultorio-)

[contable/Documents/Nota%20de%20clase%2018%20SAS.pdf">contable/Documents/Nota%20de%20clase%2018%20SAS.pdf](#)

## Capítulo II

### Aspectos del modelo y plan de negocios

#### Resumen del proyecto

Con base en la problemática que resulta del espacio que se genera entre el tren y la plataforma del Sistema Metro, surgió la idea de diseñar un dispositivo que disminuya el riesgo de accidentalidad y proporcionar seguridad a los usuarios que están en constante tránsito mientras los trenes se encuentran en servicio.

Este espacio mide 12 centímetros, los cuales 3 centímetros se abarcan por las puertas que abren hacia afuera, por lo tanto se cubrirán de 7 a 8 centímetros en los sectores donde se encuentran las puertas del Metro para disminuir costos, cada tren con 6 vagones tiene 4 puertas a cada lado, lo que indica que son 24 puertas que cuentan con un paso libre de aproximadamente 1,30m cada una.

Ya se implementó una posible solución en el año 2011, la cual reduce el riesgo de accidentes, en su momento resultó ser demasiado costosa y solo se aplicó en la estación San Antonio B.

El dispositivo diseñado será modular de 1 Metro de longitud cada uno, y abarcará 3 Metros en el área donde el METRO realiza sus paradas, reduciendo el riesgo de accidentalidad y evitando cualquier roce con los trenes para evitar daños en los mismos.

## Oportunidad de negocio

Al desarrollar el plan tecnológico para la empresa METRO se vio la oportunidad de desarrollar una empresa que cubra las necesidades de otras con problemáticas similares, la empresa ORMA velará por el buen diseño y realizará las cotizaciones pertinentes con terceros para informarle a los clientes sobre cómo será la fabricación del producto.

## Descripción de la actividad

La actividad principal será la asesoría integral para los productos que necesite la empresa que acuda a ORMA, se realizaran investigaciones para obtener y brindar los diseños apropiados que cubran las necesidades de los clientes.

## Descripción del producto y servicio

Los productos serán los requeridos por los cliente, en este primer caso se diseñó una guía de aproximación para evitar algún tipo de accidente, pero en general se velará por realizar asesorías y diseños para cubrir las necesidades y solicitudes que exijan los clientes.

## Presentación del equipo promotor

Ana María Ortiz Arias, estudiante de último semestre de Ingeniería de Diseño Industrial en el Instituto Tecnológico Metropolitano, con conocimientos en Creo Parametrics, Solid Edge, Corel Draw, Office.

Milton Darío Ramírez Velázquez, delineante de arquitectura y profesional 2 en la empresa METRO de Medellín, estudiante de último semestre de Ingeniería de Diseño Industrial en el

Instituto Tecnológico Metropolitano, con conocimientos en Autocad, 3D Max, Adobe Illustrator, Photoshop, Office, After Effects.

**Modelo CANVAS aplicado al proyecto (modelo de negocio)**

ORMA Diseño y asesoría				
ALIADOS	RECURSOS	PROPUESTA DE VALOR	RELACIONES	CLIENTES
Cauchos Malaca	EQUIPO HUMANO. Conocimiento de software, office.	Contribuimos a la cadena de valor de las empresas, ofreciendo productos y asesoría en las actividades de apoyo relacionadas con el diseño y la innovación	En la actualidad: relación de asesores comerciales y consultores en la utilización de espacios y manejo de mercancías.	Personas y empresas que requieran productos y servicios desde el diseño y la innovación
Extrusiones S.A	Oficina con puestos de trabajo			pequeñas y medianas empresas ubicadas en la ciudad de Medellín y el área metropolitana
Sistema METRO de Medellín	ACTIVIDADES	PRODUCTO	CANALES	
	<b>Compras:</b> Computadores, Escritorios, Impresora, Papelería, Software. <b>Ventas:</b> punto de venta, visitas. <b>Logística:</b> Almacenamiento, entregas y despachos. <b>Facturación y cobranza.</b>	Para la empresa Metro se diseño dispositivo de seguridad para evitar accidentes en las plataformas, cada empresa tendra un tipo de requerimiento difente	DE COMUNICACION Teléfono, página web, facebook, You-tube, Voz a voz, volantes, vallas.  DE DISTRIBUCION Punto de venta ORMA Venta directa a empresas	Personas que requieran el diseño de productos específicos
COSTOS		Ofrecemos soluciones efectivas desde el diseño	INGRESOS	
Costos de compras.			Venta de productos	
Costos comerciales y administrativos			Prestacion de servicios (asesorias)	
Costos logísticos				

Tabla 37 Modelo Canvas

## **Resumen proyecto productivo**

### **Antecedentes información general del proyecto**

Nombre del proyecto

ORMA asesorías y diseño

Resumen del proyecto

Con base en la problemática que resulta del espacio que se genera entre el tren y la plataforma del Sistema Metro, surgió la idea de diseñar un dispositivo que disminuya el riesgo de accidentalidad y proporcionar seguridad a los usuarios que están en constante tránsito mientras los trenes se encuentran en servicio.

Este espacio mide 12 centímetros, los cuales 3 centímetros se abarcan por las puertas que abren hacia afuera, por lo tanto se cubrirán de 7 a 8 centímetros en los sectores donde se encuentran las puertas del METRO para disminuir costos, cada tren con 6 vagones tiene 4 puertas a cada lado, lo que indica que son 24 puertas que cuentan con un paso libre de aproximadamente 1,30m cada una.

Ya se implementó una posible solución en el año 2011, la cual reduce el riesgo de accidentes, en su momento resultó ser demasiado costosa y solo se aplicó en la estación San Antonio B.

El dispositivo diseñado será modular del Metro de longitud cada uno, y abarcará 3 Metros en el área donde el METRO realiza sus paradas, reduciendo el riesgo de accidentalidad y evitando cualquier roce con los trenes para evitar daños en los mismos.

## Nombres de los Participantes del proyecto

Ana María Ortiz Arias

Milton Darío Ramírez Velásquez

## Presentación del equipo promotor

Ana María Ortiz Arias, estudiante de último semestre de Ingeniería de Diseño Industrial en el Instituto Tecnológico Metropolitano, con conocimientos en Creo Parametrics, Solid Edge, Corel Draw, Office.

Milton Darío Ramírez Velásquez, delineante de arquitectura y profesional 2 en la empresa METRO de Medellín, estudiante de último semestre de Ingeniería de Diseño Industrial en el Instituto Tecnológico Metropolitano, con conocimientos en Autocad, 3D Max, Adobe Illustrator, Photoshop, Office, After Effects.

## Oportunidad de negocio

Gracias al estudio e investigación realizados para la empresa METRO se vio la oportunidad de emprender con ORMA Diseño y Asesoría, para encaminar otras empresas con cuellos de botella o requerimientos en sus diferentes áreas y llegar a soluciones que se puedan implementar.

La empresa ORMA velará por el buen diseño y realizará las cotizaciones pertinentes con terceros para informarle a los clientes sobre cómo será la fabricación del producto.

### Descripción de la actividad

Tomar las peticiones de las empresas y desarrollar planes de soluciones factibles para que estas puedan implementarlas y desarrollarlas en sus áreas, con el fin de no solo desarrollar productos si no también solucionar problemáticas internas desde el diseño.

La actividad principal será la asesoría integral para los productos que necesite la empresa que acuda a ORMA, se realizaran investigaciones para obtener y brindar los diseños apropiados que cubran las necesidades de los clientes.

### Descripción del producto y servicio

Los productos de ORMA Diseño y Asesoría serán los requeridos por los clientes, en este primer caso se diseñó un dispositivo de seguridad (guía de aproximación) para evitar algún tipo de accidente en las estaciones del sistema METRO, pero en general se velará por realizar asesorías y diseños para cubrir las necesidades y solicitudes que exijan los clientes.

## **Plan de negocio**

### Presentación

La empresa ORMA diseño y asesoría se encargará de solucionar problemáticas que enfrenten las empresas en cualquier tipo de área, esto desde el diseño.

La empresa está conformada por Milton Darío Ramírez Velázquez y Ana María Ortiz Arias.

### Definición del negocio

ORMA diseño y asesoría ofrecerá asesoramiento, planificación y diseño para solucionar problemáticas desde la investigación a las empresas, estas podrán participar en el diseño y creación de los productos que se realizaran, con el fin de tener un buen servicio al cliente y la satisfacción de los mismos.

### Actividad

- Asesorías
- Diseño
- Publicidad
- Cotizaciones
- Subcontrataciones

## Descripción del equipo promotor

Ana María Ortiz Arias, estudiante de último semestre de Ingeniería de Diseño Industrial en el Instituto Tecnológico Metropolitano, con conocimientos en Creo Parametrics, Solid Edge, Corel Draw, Office.

Milton Darío Ramírez, delineante de arquitectura y profesional 2 en la empresa Metro de Medellín, estudiante de último semestre de Ingeniería de Diseño Industrial en el Instituto Tecnológico Metropolitano, con conocimientos en Autocad, 3D Max, Adobe Illustrator, Photoshop, Office, After Effects.

Iniciando el proceso con la creación del plan tecnológico descubriendo la problemática que se presentó en el Sistema Metro del espacio que se genera entre el tren y la plataforma, luego en el proceso de diseño de producto, desde la generación y bocetación de las ideas, modelado en programas de diseño hasta la manipulación y transformación del caucho.

Con contactos en la Empresa Metro ya que Milton Ramírez labora en este lugar proporcionándole a él la información necesaria para el desarrollo del producto y mejora de la prueba piloto ya instalada en la estación San Antonio B.

Además el contacto con algunas de las principales empresas de Medellín en la elaboración de moldes y cauchos como Cauchos Malaca y Extrusiones S.A.

Los objetivos que comparten con la creación de la empresa ORMA diseño y asesoría, son lograr que la empresa crezca y sea conocida, iniciando con la empresa METRO desde el diseño e investigación para lograr la mejor solución a la problemática presentada y a partir de allí intervenir a otras empresas.

## Marketing

El primer producto ofrecido por la empresa será un dispositivo para disminuir el riesgo de accidentes de los usuarios del sistema Metro, este permitirá minimizar el espacio entre el tren y la plataforma, con esto la empresa ORMA realizó un trabajo de investigación y vigilancia tecnológica que permitió concluir el diseño final, de esta manera otras empresa podrán acudir a ORMA con el fin de buscar soluciones e inconvenientes.

Los clientes son empresas ubicadas en Medellín y en Colombia que requieras de asesorías desde el diseño, cuando un producto esté terminado dependiendo de la cantidad, se hará la entrega por medio de empresas de envíos o alquiler de automóviles.

La competencia son empresas y entidades que realicen asesorías a empresas con problemáticas.

ORMA se dará a conocer por medio de sitios web, vallas, volantes y redes sociales.

## Producto y servicio

El producto a desarrollar es un dispositivo que permita a los usuarios subir y bajar del tren con mayor seguridad y reducir la cantidad de accidentes que se dan por el atrapamiento de miembros inferiores en el espacio que se genera entre el tren y el borde de la plataforma, este espacio ha sido un problema de seguridad para los usuarios y la empresa METRO generando un gran número de accidentes y atrasos en la prestación del servicio

El producto inicial será dicho dispositivo, los productos siguientes dependerán de las empresas que acudan a ORMA con el fin de buscar una solución con buen diseño y calidad, con aspectos como:

- Innovación
- Mejor calidad
- Diseño
- Interacción con el cliente para el desarrollo.
- Durabilidad
- Exclusividad

Servicios:

- Asesoramiento previo a la realización de un producto.
- Estudio previo para comprender la necesidad.
- Personal calificado.
- Responsabilidad.
- Puntualidad.
- Elaboración de propuestas y presupuestos.
- Búsqueda, contratación y gestión de los proveedores necesarios.
- Control y gestión presupuestaria del proyecto.
- Servicio al cliente.
- Envíos.
- Seguridad.
- Evaluación del lugar donde se adaptará el diseño.
- Contratación de profesionales colaboradores que participen en la producción y fabricación del producto.

- Contratación de profesionales para la instalación del producto.

#### Mercado

Empresas ubicadas en la ciudad de Medellín, dándoles a conocer el servicio de ORMA para que compartan sus inquietudes y realicen sus solicitudes.

Realizar reuniones con empresas para solicitarles si desean una evaluación en sus procesos o productos para realizar una mejor respectiva.

#### Público objetivo:

- Empresas grandes y medianas ubicadas en el área Metropolitana.
- Personas con intención de desarrollar un nuevo producto.
- Personas o entidades con intención de mejorar un producto

El dispositivo a desarrollar en este caso tiene un cliente específico y también un mercado cerrado, en Colombia sólo existe un sistema de Transporte masivo tipo METRO por lo que en el mercado local sólo se beneficiaría a la empresa de Transporte masivo del Valle de Aburrá, sin embargo eso no limita que este pueda ser implementado en otras empresas del mundo, puesto que en la mayoría de estos se presenta el mismo espacio que es reglamentario para poder garantizar la libre movilidad de los trenes.

Existe un mercado alternativo donde este se podría implementar y es en los sistemas BTR (Buses de Tránsito Rápido), los cuales están implementados en varias ciudades de Colombia tales como Bogotá, Cali, Pereira, Cartagena, Medellín, entre otras. En estos sistemas se puede implementar no para llenar el espacio sino como guía de aproximación que proteja la carrocería de los buses.

## Competencia

Empresas que realicen asesorías de diseño para brindar soluciones personalizadas y realización de estudio e investigación previa a realizar el diseño.

A nivel local son aquellas empresas que se dedican a la producción de elementos de caucho y tienen una larga experiencia en el campo, estas empresas en muchas ocasiones han sido proveedores de muchas partes de los elementos del Metro que están homologando para Colombia.

Se ha podido encontrar que existe una empresa en Australia que es especialista en la producción de elementos de seguridad y técnicos para los sistemas de trenes en el mundo, ellos han desarrollado un elemento llamado PGF (Profile Gap Filler) que precisamente cubre la necesidad que se está analizando, este es un producto que se ha implementado en varios países del mundo con excelentes resultados.

## Precio

El precio del producto está limitado a un presupuesto que tiene la empresa Metro para su producción e implementación en todas las estaciones, pero sólo en el área de las puertas de los trenes, cubriendo una longitud de tres metros por puerta, según estas dimensiones se tienen que cubrir 3888 metros, cada metro de producto a \$266.000 para un total de \$1.034.208.000.

Nuestro primer producto costará alrededor de \$300.000

Determinación del precio: según la empresa donde se realice el contrato se estipulara el precio y se aumentarán las utilidades.

## Distribución

El envío de los productos diseñados será por medio de empresas que realicen este tipo de servicios.

Este dispositivo se realizará exclusivamente para la empresa METRO de Medellín que es para la cual se adapta esta solución.

La entrega de estos se realizarán por medio de la flota de camiones que se tenga la empresa que elabora el producto y este deberá ser entregado en las instalaciones del METRO

## Promoción

- Redes sociales
- Sitio web
- Vallas
- Volantes
- Folletos
- Correos electrónicos
- Prensa y revistas
- Radio
- Visitas a posibles clientes

## Previsiones de ventas

Las ventas de productos serán según las peticiones de los clientes, como cada empresa tiene requerimientos y necesidades diferentes los productos diseñados serán siempre diferentes.

ORMA se encargará de brindar asesoría personalizada para cada empresa y obtener un producto exclusivo e innovador.

Identidad corporativa – Logo



Producción y calidad

El producto a ofrecer se dará luego de la previa investigación y estudio de los factores que llevan al diseño, con lo que requiere todo proceso de diseño para determinar si el producto es viable o no.

Es importante realizar reuniones constantes con los clientes para que ellos vean la evolución del proceso de diseño y realizar los cambios pertinentes antes de elaborar cotizaciones y métodos de fabricación.

ORMA diseño y asesoría, se encargará de diseñar y cubrir las necesidades de los clientes que acudan con ciertos requerimientos específicos para su empresa.

#### Producción y prestación de servicios

La tecnología con la que se cuenta para realizar las asesorías y diseños serán computadores y programas de diseño para modelar y simular los productos para los clientes.

Los inventarios serán de papelería, computadores, impresoras.

#### Calidad

Realizar comparaciones con la competencia para diseñar productos mejores y duraderos, además de encuestas periódicas a clientes sobre qué es lo que quieren de un producto para mejorarlo en materiales, forma y uso.

- Evaluar previamente la solicitud del cliente.
- Asignaremos los recursos necesarios para cada situación.
- Contratar profesionales y proveedores más adecuados para cada producto.
- Dedicarse a cada proyecto desarrollado como si de un proyecto propio se tratara.
- Mantener una comunicación continua y fluida con el cliente.
- Registrar todas las incidencias y las analizarlas, previendo soluciones para futuras ocasiones.
- Después de cada proyecto, enviaremos un cuestionario a las personas de contacto de clientes y proveedores para que valoren nuestro trabajo y propongan las mejoras necesarias.

## Equipos e infraestructura

**Local:** Oficina con unos 50 m2, sin bodegas ni particiones internas, con instalación eléctrica y de telefonía, con baño y lavado, el alquiler sería menor a \$1.000.000 mensuales

**Mobiliario:** 3 puestos de trabajo iniciales con 3 sillas, para la atención al cliente se necesitaran aproximada mente 6 sillas, 2 por cada puesto de trabajo del diseñador y asesor.

**Maquinaria:** 3 computadores de mesa, 1 impresora, 1 teléfono inalámbrico.

**Transporte:** Se realizaran contrataciones a empresas de envíos.

Muebles (escritorio, sillas, etc.)			
Escritorio	3	\$450.000	\$1.350.000
Sillas escritorio	3	\$180.000	\$540.000
Sillas auxiliares	6	\$130.000	\$780.000
Mesa de reunión	1	\$600.000	\$600.000
Biblioteca	1	\$300.000	\$300.000
Archivador	1	\$350.000	\$350.000
Papeleras	3	\$20.000	\$60.000
Equipos de cómputo (impresora, red)	3	\$2.200.000	\$6.600.000
Computadores diseño	2	\$2.500.000	\$5.000.000
Computador auxiliar	1	\$1.200.000	\$1.200.000
Impresora multifunción	1	\$400.000	\$400.000
Cableado de red	1	\$800.000	\$800.000
Televisor	1	\$1.200.000	\$1.200.000

Teléfono	1	\$170.000	\$170.000
Software Adobe (Anual)	2	\$1.068.000	\$2.136.000
Software Paquete Rhino/Flamingo/Penguin/Bongo	2	\$1.386.000	\$2.772.000
Software Autocad LT	2	\$3.360.000	\$6.720.000
Software Microsoft Office 365 Home (Anual)	1	\$200.000	\$200.000
Otros	1	\$1.000.000	\$1.000.000

*Tabla 38 Equipos*

#### Seguridad en el trabajo y medio ambiente

ORMA velará por el cuidado del medio ambiente promoviendo el reciclaje y evitando la contaminación ambiental.

Los empleados de la empresa contarán con todas prestaciones sociales.

#### Organización y gestión

El objetivo de ORMA es trabajar con los clientes para brindar soluciones personalizadas y adecuadas a las necesidades, ofreciendo compromiso para proporcionar satisfacción y calidad de servicio.

Se fomentará cultura de innovación y experiencia técnica cubriendo un amplio abanico de sectores del mercado gracias al trabajo usando las nuevas tecnologías, como el CAD o la animación 3D, ofreciendo también un servicio de modelos a escala dándole participación al cliente en el proceso de diseño.

## Planificación y temporalización

Planes estratégicos para alcanzar los objetivos:

- Mejorar el desempeño: ser ágiles, rápidos y efectivos en la elaboración de las tareas.
- Incrementar el éxito de la empresa gracias a la excelente atención y desempeño.
- Adaptación en el entorno (No sesgarse a trabajar con cierto tipo de empresas)
- Aprovechar el tiempo
- Trabajar individual y grupalmente.
- Innovar con los productos diseñados.
- Tener compromiso y ser puntuales con los clientes.

Nuestro principal objetivo es dar solución a las necesidades, porque ORMA está comprometido con los clientes para proporcionarles la máxima satisfacción y calidad de servicio.

Crecer ofreciendo de manera continua servicios significativos, dando soluciones efectivas a los clientes, además extender nuestro mercado hacia nuevas áreas que puedan construirse con nuestra capacidad, conocimiento e interés por nuestros clientes, para ofrecer productos que sean diferentes en el mercado.

Ver los cambios en el mercado como una oportunidad para crecer, ofrecer servicios y soluciones que satisfagan las necesidades crecientes de nuestros clientes.

- Contratar más personal luego de un año de trabajo.
- Actualizar las campañas publicitarias cada 3 meses.
- Realizar encuestas luego de cada entrega.
- Implementar sistema de seguridad.
- Visitar clientes para aumentar ventas y servicios.

- Contrato fijo con proveedores y fabricantes específicos

### Organización

Inicialmente el personal encargado de llevar las actividades de ORMA, serán Ana María Ortiz Arias y Milton Darío Ramírez Velázquez, quienes son los que llevan el mando de las actividades y tareas de la empresa, ambos encargados de asesorar, diseñar e investigar lo pertinente para el desarrollo de producto, además evaluar y supervisar para cumplir los objetivos de la empresa.

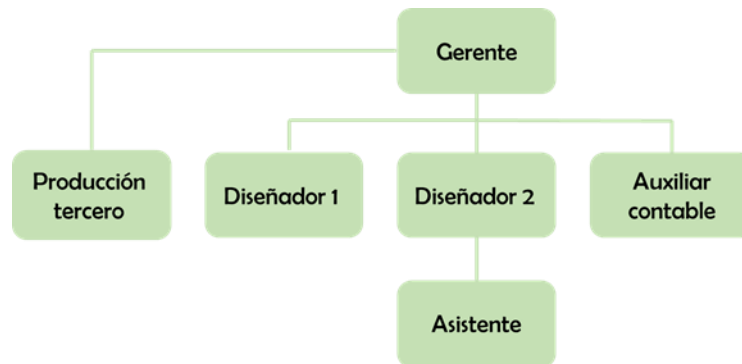
- Puntualidad en la entrega de producto máximo 2 meses luego de realizar el previo estudio y proceso de diseño.
- Distribuir el tiempo
- Evaluación de productos
- Trabajo en equipo

### Gestión de personal

Inicialmente serán 3 diseñadores, se contratarán personas como apoyo según la cantidad de trabajo, ORMA solo se basará en diseño y asesoría, por lo cual es necesario acudir a terceros para la fabricación de los productos.

A futuro se contratarán personas para ampliar el sistema organizacional de la empresa.

## Organigrama



*Imagen 41 Organigrama*

Aspectos legales (registros, patentes, fiscales, contrataciones)

Determinación de la forma jurídica

ORMA Diseño y Asesoría estará constituida por dos personas: Milton Ramírez Velázquez y Ana María Ortiz Arias los cuales conformaran una Sociedad por Acciones Simplificada (SAS)

El costo de la empresa asciende a \$ 30.000.000.

Se determinó Sociedad Por Acciones Simplificada porque:

Es una sociedad comercial de capital, innovadora en el derecho societario Colombiano, estimula el emprendimiento debido a las facilidades y flexibilidades que posee para su constitución y funcionamiento.

Fue creada por la ley 1258 de 2008, además del decreto 2020 de Junio de 2009.

Basándose en la antigua ley de emprendimiento (1014 de 2006).

Una sociedad por acciones simplificadas puede constituirse por una o varias personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, su naturaleza es comercial, pero puede hacer actividades tanto comerciales como civiles, se crea por documento privado y nace después del registro en la cámara de comercio, a menos de que los aportes iniciales incluyan bienes inmuebles se requiere de escritura pública. Según el artículo 5 de la ley 1258; por regla general, SAS se constituye por Documento Privado donde consta:

- Nombre, documento de identidad y domicilio de los accionistas
- Razón Social seguida de las letras “SAS”
- El domicilio principal de la sociedad y las sucursales.
- Término de duración, puede ser a término indefinido
- Enunciación clara de las actividades, puede ser indefinido para realizar cualquier actividad lícita
- Capital Autorizado, Suscrito y Pagado. Número y clase de acciones, términos y formas en que se pagarán
- Forma de administrar, con documentos y facultades de los administradores.

Cuanto menos un Representante Legal Sin embargo, cuando se donen bienes que necesiten como formalidad legal (escritura pública), la constitución debe elevarse a escritura pública también.

Los estatutos de la sociedad fijarán los órganos necesarios y sus respectivas funciones, cuando menos un representante legal. En caso de ser un solo accionista, éste ostentará todas las funciones y obligaciones que la ley le confiere. Cabe destacar que no deberá tener revisor fiscal al menos que supere los topes reglamentados por la ley 43 de 1990.

Los accionistas responderás sólo hasta el límite de sus aportes. Sin importar la causa de la obligación, laboral, fiscal etc. Puede desestimarse su personalidad jurídica en caso de probarse que fue constituida para defraudar, dicha estimación la da las Supersociedades.

La única limitación de la SAS es la de negociar sus valores en el mercado público de valores. Cabe destacar que el pago de las acciones suscritas no puede exceder de 2 años.

#### SOCIEDAD ANÓNIMA SIMPLIFICADA.

SAS puede emitir cualquiera de los tipos de acciones, especificando sus derechos y formas de negociación. Respetando siempre ante todo, la ley. Otras Disposiciones Cualquier sociedad puede transformarse a SAS cuando el 100% de los socios así lo decidan Existe la fusión abreviada, cuando una sociedad detente más del 90% de las acciones de una SAS En materia tributaria, SAS funcionará como una SA Se deliberará con por lo menos la mitad más una de las acciones suscritas. Se determinará con la mitad más una de las presentes.

#### Aspectos laborales del emprendedor

Ana María Ortiz Arias y Milton Ramírez Velásquez tendrán relación laboral de socios y en la empresa ORMA diseño y asesoría actuaran como empleados, socios y contratantes.

#### Aspectos laborales y seguridad social de los trabajadores

Las personas a contratar en ORMA Asesorías y Diseño serán:

Secretaria asistente que realice tareas que los diseñadores le encarguen, contacte empresas y sea la puerta de entrada de los futuros empleados.

El contrato será un contrato de prestación de servicios con 1 año de duración -susceptible de pasar a indefinido, a jornada completa y dentro del régimen general de la seguridad social.

La retribución de este trabajador se compondrá de catorce pagas del salario mínimo mensual actual \$644.350 aproximadamente.

La jornada laboral será de 5 días semanales con 15 días de vacaciones anuales y los días festivos establecidos en el calendario laboral de aplicación.

Diseñador 3 tendrá contrato por prestación de servicios o FreeLancer depende del grado de trabajo que tenga la empresa.

#### Obligaciones fiscales

##### Pago de impuestos:

- Impuesto de renta
- Impuesto al Valor Agregado (IVA)
- Impuesto de industria, avisos y tableros (ICA)
- Retención en la fuente

#### Permisos, licencias y documentación oficial

##### Se requiere obtener licencias para:

- Verificar disponibilidad del nombre
- Documento de Registro y Matrícula
- Escritura Pública
- Obtención del NIT
- Registro Mercantil
- Registro Único de Proponentes
- Registro Único Tributario

- Registro de Industria y Comercio
- Registro de uso del suelo

Además la documentación oficial como los libros fiscales contables y actas y registro de socios.

#### Cobertura de responsabilidades

- Seguros de responsabilidad civil, que son los que cubren los daños ocasionados a terceros.
- Seguros de contenido, que cubren los elementos que puedas tener dentro del local (mobiliario, ordenadores, etc.).
- Pólizas de cumplimiento
- Seguros todo riesgo daño material

#### Patentes, marcas y otros tipos de registros

- Solicitud de registro de marca colectiva
- Marca de certificación
- Pago de la tasa oficial

Aspectos económicos y financieros – (flujo de caja proyectado)

Costos Fijos

COSTOS FIJOS MENSUALES PROYECTO:						
No.	DETALLE / CUENTAS	Cantidad Requerida	Valor Unitario	Costo Mensual	Saldo Acumulado (Presupuesto Mes)	Costo Fijo Anual
	<b>Saldo Inicial (Presupuesto Mensual)</b>				<b>\$ 21,789,123</b>	
1	Mano de Obra Admón y Ventas Gerente	1	\$ 3,000,000	\$ 3,000,000	\$ 3,000,000	\$ 36,000,000
2	Seguridad Social Admón y Ventas Gerente	1	\$ 1,539,900	\$ 1,539,900	\$ 4,539,900	\$ 18,478,800
3	Mano de Obra Admón y Ventas Diseñador	1	\$ 3,000,000	\$ 3,000,000	\$ 7,539,900	\$ 36,000,000
4	Seguridad Social Admón y Ventas Diseñador	1	\$ 1,539,900	\$ 1,539,900	\$ 9,079,800	\$ 18,478,800
5	Mano de Obra de Auxiliar de Diseño	1	\$ 1,500,000	\$ 1,500,000	\$ 10,579,800	\$ 18,000,000
6	Seguridad Social Admón y Ventas Auxiliar de Diseño	1	\$ 769,950	\$ 769,950	\$ 11,349,750	\$ 9,239,400
7	Mano de Obra de Secretaria	1	\$ 800,000	\$ 800,000	\$ 12,149,750	\$ 9,600,000
8	Seguridad Social Admón y Ventas Secretaria	1	\$ 410,640	\$ 410,640	\$ 12,560,390	\$ 4,927,680
9	Servicios Contables	1	\$ 644,650	\$ 644,650	\$ 13,205,040	\$ 7,735,800
10	Arrendamiento Local	1	\$ 1,000,000	\$ 1,000,000	\$ 14,205,040	\$ 12,000,000
11	Servicios Públicos Energía	1	\$ 600,000	\$ 600,000	\$ 14,805,040	\$ 7,200,000
12	Solicitud de patente	1	\$ 172,250	\$ 172,250	\$ 172,250	\$ 2,067,000
13	Publicidad	1	\$ 635,000	\$ 635,000	\$ 807,250	\$ 7,620,000
14	Servicios Públicos Telecomunicaciones	1	\$ 480,000	\$ 480,000	\$ 1,287,250	\$ 5,760,000
15	Papelaría	1	\$ 200,000	\$ 200,000	\$ 1,487,250	\$ 2,400,000
17	Mantenimiento de Equipos	1	\$ 500,000	\$ 500,000	\$ 1,987,250	\$ 6,000,000
18	Compras de Activos Fijos	1	\$ 2,048,167	\$ 2,048,167	\$ 4,035,417	\$ 24,578,000
19	Seguro Multirisgo	1	\$ 200,000	\$ 200,000	\$ 4,235,417	\$ 2,400,000
20	Depreciación de AF	1	\$ 605,333	\$ 605,333	\$ 4,840,750	\$ 7,264,000
21	Aseo y cafetería	1	\$ 150,000	\$ 150,000	\$ 4,990,750	\$ 1,800,000
22	Imprevistos	1	\$ 500,000	\$ 500,000	\$ 5,490,750	\$ 6,000,000
23	Préstamo Bancario	1	\$ 833,333	\$ 833,333	\$ 6,324,083	\$ 10,000,000
24	Costo financiero Préstamo Bancario	1	\$ 100,000	\$ 100,000	\$ 6,424,083	\$ 1,200,000
25	Industria y Comercio	1	\$ 160,000	\$ 160,000	\$ 6,584,083	\$ 1,920,000
26	Registro de Marca	1	\$ 400,000	\$ 400,000	\$ 6,984,083	\$ 4,800,000
	<b>TOTAL COSTOS FIJOS MENSUALES</b>	<b>25</b>	<b>\$ 21,789,123</b>	<b>\$ 21,789,123</b>	<b>\$ 14,805,040</b>	<b>\$ 261,469,480</b>

Tabla 39 Costos fijos

## Costos Variables

Dispositivo de Seguridad Estaciones Metro Medellín				
Detalle Materias Primas	Unidad de medida	Cantidad Requerida	Costo Unitario	Subtotal
Caucho epdm extrusión	kl	7.5	\$ 573.64	\$ 4,302.32
Aluminio	kl	2.6	\$ 20,000.00	\$ 52,000.00
Tornillos hexagonal 1/4 x 1" + tuerca + arandela	und	10	\$ 533.33	\$ 5,333.33
Caucho hdpe soporte dilatador	kl	0.85	\$ 3,800.00	\$ 3,230.00
Chazo expansivo 3/8" x 1" 7/8	und	6	\$ 499.00	\$ 2,994.00
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
<b>Subtotal Materias Primas por Unidad</b>		<b>26.95</b>	<b>\$ 25,405.98</b>	<b>\$ 67,859.66</b>
Detalle CIF (Insumos)	Unidad de medida	Cantidad Requerida	Costo Unitario	Subtotal
Servicio terceros Suministro Dispositivo de seguridad, extrusión	metro	1	\$ 254,689.60	\$ 254,689.60
Transporte	und	2	\$ 10,000.00	\$ 20,000.00
				\$ -
				\$ -
<b>Subtotal CIF (Insumos)</b>		<b>3</b>	<b>\$ 264,689.60</b>	<b>\$ 274,689.60</b>
Costo Mano de Obra por Unidad		Cantidad Requerida	Costo Unitario	Subtotal
SMLV		2	\$ 800,000.00	\$ 1,600,000.00
Auxilio de Transporte		2	\$ 74,000.00	\$ 148,000.00
Seguridad Social + Prestaciones Sociales		2	\$ 448,624.20	\$ 897,248.40
			<b>Valor Mes</b>	<b>\$ 2,645,248.40</b>
			<b>Valor Día (8 Horas)</b>	<b>\$ 88,174.95</b>
			<b>Valor Hora</b>	<b>\$ 11,021.87</b>
			<b>Valor Minuto</b>	<b>\$ 183.70</b>
<b>Tiempo Requerido en Hora</b>		<b>30</b>	<b>\$ 183.70</b>	<b>\$ 5,510.93</b>
<b>Total Costo Variable Unitario</b>				<b>\$ 348,060.19</b>

Tabla 40 Costos variables 1



## Margen de Contribución y punto de equilibrio

ASPECTOS FINANCIEROS DEL PN - CLASIFICACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS PROYECTO:				
Costos / Detalles Subcuentas	Dispositivo de Seguridad Estaciones Metro Medellín	Servicio de Instalación del DSEMM	Subtotales	% de CVU (Flujo de Caja)
<b>Presupuesto "Unidades" a producir en el mes</b>	<b>1,344</b>	<b>1,344</b>	<b>2,688</b>	
<b>COSTOS VARIABLES UNITARIOS</b>				
Materiales Directos por Unidad prod. <b>(MP*U)</b>	\$ 67,859.66	\$ -	\$ 67,860	16.49
Mano de Obra Directa por Unidad Prod. <b>(MOD*U)</b>	\$ 5,510.93	\$ 5,510.93	\$ 11,022	2.68
Costos Indirectos de Fabricación por Unidad prod. <b>(CIF*U)</b>	\$ 274,689.60	\$ 58,000.00	\$ 332,690	80.83
<b>Total Costo Variable Unitario</b>	<b>\$ 348,060.19</b>	<b>\$ 63,510.93</b>	<b>\$ 411,571.13</b>	<b>100.00</b>
<b>Costos Fijos Totales (Anexo CFM)</b>	<b>\$ 21,789,123</b>			
<b>Precio de venta unidad</b>	<b>\$ 469,881</b>	<b>\$ 85,740</b>		
<b>Margen de Contribución Unitario (PVU menos CVU)</b>	<b>\$ 121,821</b>	<b>\$ 22,229</b>		
<b>Total Productos (Presupuesto "Unidades" a producir en el mes)</b>	<b>2,688</b>		<b>TOTALES DE VERIFICACIÓN</b>	
<b>% Participación por línea</b>	<b>50.0</b>	<b>50.0</b>	<b>100</b>	
<b>Margen de Contribución Ponderado Total</b>	<b>60,911</b>	<b>11,114</b>	<b>72,025</b>	
<b>Unidades mínimas a producir (Punto de Equilibrio unidades)</b>	<b>151.26</b>	<b>151.26</b>	<b>302.52</b>	
<b>Punto de Equilibrio en Pesos (Precio de Venta por Unidades en P E)</b>	<b>\$ 71,074,684</b>	<b>\$ 12,969,077</b>	<b>\$ 84,043,761</b>	
<b>Total Costos Variables en P E</b>	<b>\$ 52,647,914</b>	<b>\$ 9,606,724</b>	<b>\$ 62,254,638</b>	
<b>Ventas Totales Proyectadas (100%)</b>	<b>\$ 831,520,411</b>	<b>\$ 115,234,239</b>	<b>\$ 746,754,650</b>	

Tabla 42 Margen de contribución y punto de equilibrio

## Flujo de caja proyectado

FLUJO DE CAJA													
PROYECTO: <b>Nombre</b>													
Proyección Ventas (%)		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Altas													
Medias		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Bajas													
Consolidado		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
DETALLE / SUBCUENTAS	Base 100% Periodo "0"	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Ingresos por Venta	84,043,761	84,043,761	84,043,761	84,043,761	84,043,761	84,043,761	84,043,761	84,043,761	84,043,761	84,043,761	84,043,761	84,043,761	84,043,761
<b>COSTOS VARIABLES UNITARIOS</b>	<b>62,254,638</b>	<b>62,254,638</b>	<b>62,254,638</b>	<b>62,254,638</b>	<b>62,254,638</b>	<b>62,254,638</b>	<b>62,254,638</b>	<b>62,254,638</b>	<b>62,254,638</b>	<b>62,254,638</b>	<b>62,254,638</b>	<b>62,254,638</b>	<b>62,254,638</b>
Materiales Directos por Unidad prod. (MP*U)	10,264,516	10,264,516	10,264,516	10,264,516	10,264,516	10,264,516	10,264,516	10,264,516	10,264,516	10,264,516	10,264,516	10,264,516	10,264,516
Mano de Obra Directa por Unidad Prod. (MOD*U)	1,667,178	1,667,178	1,667,178	1,667,178	1,667,178	1,667,178	1,667,178	1,667,178	1,667,178	1,667,178	1,667,178	1,667,178	1,667,178
Costos Indirectos de Fabricación por Unidad prod. (CIF*U)	50,322,944	50,322,944	50,322,944	50,322,944	50,322,944	50,322,944	50,322,944	50,322,944	50,322,944	50,322,944	50,322,944	50,322,944	50,322,944
<b>COSTOS FIJOS MENSUALES PROYECTO:</b>	<b>19,795,790</b>	<b>19,795,790</b>	<b>19,795,790</b>	<b>19,795,790</b>	<b>19,795,790</b>	<b>19,795,790</b>	<b>19,795,790</b>	<b>19,795,790</b>	<b>19,795,790</b>	<b>19,795,790</b>	<b>19,795,790</b>	<b>19,795,790</b>	<b>19,795,790</b>
Mano de Obra Admón y Ventas Gerente	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000
Seguridad Social Admón y Ventas Gerente	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900
Mano de Obra Admón y Ventas Diseñador	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000
Seguridad Social Admón y Ventas Diseñador	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900	1,539,900
Mano de Obra de Auxiliar de Diseño	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000
Seguridad Social Admón y Ventas Auxiliar de Diseño	769,950	769,950	769,950	769,950	769,950	769,950	769,950	769,950	769,950	769,950	769,950	769,950	769,950
Mano de Obra de Secretaria	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000
Seguridad Social Admón y Ventas Secretaria	410,640	410,640	410,640	410,640	410,640	410,640	410,640	410,640	410,640	410,640	410,640	410,640	410,640
Servicios Contables	644,650	644,650	644,650	644,650	644,650	644,650	644,650	644,650	644,650	644,650	644,650	644,650	644,650
Arrendamiento Local	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
Servicios Públicos Energía	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000
Solicitud de patente	172,250	172,250	172,250	172,250	172,250	172,250	172,250	172,250	172,250	172,250	172,250	172,250	172,250
Publicidad	635,000	635,000	635,000	635,000	635,000	635,000	635,000	635,000	635,000	635,000	635,000	635,000	635,000
Servicios Públicos Telecomunicaciones	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000
Papelería	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
Mantenimiento de Equipos	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
Compras de Activos Fijos	2,048,167	2,048,167	2,048,167	2,048,167	2,048,167	2,048,167	2,048,167	2,048,167	2,048,167	2,048,167	2,048,167	2,048,167	2,048,167
Seguro Multirisgo	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
Depreciación de AF	605,333	605,333	605,333	605,333	605,333	605,333	605,333	605,333	605,333	605,333	605,333	605,333	605,333
Aseo y cafetería	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
Imprevistos	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
Préstamo Bancario	833,333	833,333	833,333	833,333	833,333	833,333	833,333	833,333	833,333	833,333	833,333	833,333	833,333
Costo financiero Préstamo Bancario	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Industria y Comercio	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000
Registro de Marca	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
SALDO DEL MES	1,993,333	1,993,333	1,993,333	1,993,333	1,993,333	1,993,333	1,993,333	1,993,333	1,993,333	1,993,333	1,993,333	1,993,333	1,993,333
<b>SALDO ACUMULADO</b>		<b>1,993,333</b>	<b>3,986,667</b>	<b>5,980,000</b>	<b>7,973,333</b>	<b>9,966,667</b>	<b>11,960,000</b>	<b>13,953,333</b>	<b>15,946,667</b>	<b>17,940,000</b>	<b>19,933,333</b>	<b>21,926,667</b>	<b>23,920,000</b>

Tabla 43 Flujo de caja proyectado

## Activos fijos

MAQUINARIA Y EQUIPOS						
TIPO DE ACTIVO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	BASE DEPRECIACIÓN (AÑOS)	DEPRECIACIÓN ANUAL	DEPRECIACIÓN MENSUAL
			\$ -	10	\$ -	\$ -
<b>TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO</b>			\$ -	<b>Subtotal Depreciaciones</b>	\$ -	\$ -
EQUIPOS DE COMPUTO						
TIPO DE ACTIVO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	BASE DEPRECIACIÓN (AÑOS)	DEPRECIACIÓN ANUAL	DEPRECIACIÓN MENSUAL
Computadores diseño	2	\$2,500,000	\$ 5,000,000.00	3	\$ 1,666,666.67	\$ 138,888.89
Computador auxiliar	1	\$1,200,000	\$ 1,200,000.00	3	\$ 400,000.00	\$ 33,333.33
Impresora multifunción	1	\$400,000	\$ 400,000.00	3	\$ 133,333.33	\$ 11,111.11
Cableado de red	1	\$800,000	\$ 800,000.00	3	\$ 266,666.67	\$ 22,222.22
Televisor	1	\$1,200,000	\$ 1,200,000.00	3	\$ 400,000.00	\$ 33,333.33
Teléfono	1	\$170,000	\$ 170,000.00	3	\$ 56,666.67	\$ 4,722.22
Software Adobe (Anual)	2	\$1,068,000	\$ 2,136,000.00	3	\$ 712,000.00	\$ 59,333.33
Software Paquete Rhino/Flamingo/Penguin/	2	\$1,386,000	\$ 2,772,000.00	3	\$ 924,000.00	\$ 77,000.00
Software Autocad LT	2	\$3,360,000	\$ 6,720,000.00	3	\$ 2,240,000.00	\$ 186,666.67
Software Microsoft Office 365 Home (Anual)	1	\$200,000	\$ 200,000.00	3	\$ 66,666.67	\$ 5,555.56
			\$ -	3	\$ -	\$ -
			\$ -	3	\$ -	\$ -
<b>TOTAL EQUIPOS DE COMPUTO</b>			\$ 20,598,000.00	<b>Subtotal Depreciaciones</b>	\$ 6,866,000.00	\$ 572,166.67
MUEBLES Y ENSERES						
TIPO DE ACTIVO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	BASE DEPRECIACIÓN (AÑOS)	DEPRECIACIÓN ANUAL	DEPRECIACIÓN MENSUAL
Escritorio	3	\$ 450,000.00	\$ 1,350,000.00	10	\$ 135,000.00	\$ 11,250.00
Sillas escritorio	3	\$ 180,000.00	\$ 540,000.00	10	\$ 54,000.00	\$ 4,500.00
Sillas auxiliares	6	\$ 130,000.00	\$ 780,000.00	10	\$ 78,000.00	\$ 6,500.00
Mesa de reunión	1	\$ 600,000.00	\$ 600,000.00	10	\$ 60,000.00	\$ 5,000.00
Biblioteca	1	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00	10	\$ 30,000.00	\$ 2,500.00
Archivador	1	\$ 350,000.00	\$ 350,000.00	10	\$ 35,000.00	\$ 2,916.67
Papeleras	3	\$ 20,000.00	\$ 60,000.00	10	\$ 6,000.00	\$ 500.00
			\$ -	10	\$ -	\$ -
<b>TOTAL MUEBLES Y ENSERES</b>			\$ 3,980,000.00	<b>Subtotal Depreciaciones</b>	\$ 398,000.00	\$ 33,166.67
VEHÍCULOS						
TIPO DE ACTIVO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	BASE DEPRECIACIÓN (AÑOS)	DEPRECIACIÓN ANUAL	DEPRECIACIÓN MENSUAL
			\$ -	5	\$ -	\$ -
<b>TOTAL VEHÍCULOS</b>			\$ -	<b>Subtotal Depreciaciones</b>	\$ -	\$ -
TERRENOS (NO APLICA LA DEPRECIACIÓN)						
TIPO DE ACTIVO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	BASE DEPRECIACIÓN (AÑOS)	DEPRECIACIÓN ANUAL	DEPRECIACIÓN MENSUAL
			\$ -	0	NA	NA
<b>TOTAL VEHÍCULOS</b>			\$ -	<b>Subtotal Depreciaciones</b>	#¡REF!	#¡REF!
<b>TOTAL ACTIVOS FIJOS CON DEPRECIACIÓN</b>			\$ 24,578,000.00	<b>DEPRECIACIÓN TOTAL</b>	\$ 7,264,000.00	\$ 605,333.33

Tabla 44 Activos fijos

## Sistema de cobros

El sistema general de cobro a los clientes será el pago fraccionado del importe total del servicio en dos plazos. Un 50% del importe del servicio a realizar en un primer pago al confirmar la realización del servicio; y un segundo plazo a pagar el día anterior a la fecha del acto a organizar.

De igual manera todo dependerá del tipo que negociación que se realice con cada empresa.

## Sistema de pagos

Los proveedores directos de nuestra empresa serán profesionales y también freelance, que trabajan por su cuenta. La media de pago en el sector es de 2 a 3 semanas a partir de la realización de la asesoría, pero dado el sistema de cobro establecido podemos reducir este tiempo a una semana, con lo que podemos tener satisfechos a nuestros proveedores por encima de lo que les satisface la competencia.

Sin embargo, este sistema de pago está condicionado por nuestro objetivo de ofrecer el mejor servicio al cliente, por lo que negociaremos y conseguiremos acuerdos con los principales proveedores del sector para obtener de ellos, por un lado, un servicio óptimo y, por otro, unas tarifas que garanticen que, contratando sus servicios a través de nuestra empresa ORMA diseño y asesoría, nuestros potenciales clientes van a obtener mejores precios.

### Inversión

La inversión oscila por los \$15.000.000 cada uno de los participantes de la empresa ORMA Diseño y Asesoría, aportará la mitad de este valor.

La inversión inicial es financiada por recursos externos, (préstamos a bancos)

### Valoración

Análisis de puntos fuertes y débiles

*Tabla 45 Matriz DOFA*

<b>MATRIZ DOFA</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Personal con experiencia</li><li>○ Atención al cliente</li><li>○ Diseño e innovación</li><li>○ Tarifas competitivas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Capital para la inversión</li><li>○ Falta de personal</li></ul>

<p style="text-align: center;"><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Crecimiento de ventas</li> <li>○ Aumento de oferta de servicios para los clientes</li> <li>○ Adquisición de nueva tecnología</li> <li>○ Capacitación del personal</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>ESTRATEGIAS (FO)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Brindar capacitación al personal para mejorar diseño e innovación</li> <li>○ Brindar tarifas competitivas</li> <li>○ Mejorar la atención y asesorías a los clientes para aumentar las ventas.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>ESTRATEGIAS (DO)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contratación de personal y capacitaciones</li> <li>○ Realizar préstamos para adquirir tecnologías y asegurar el crecimiento de la empresa</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aparición de nuevos negocios</li> <li>○ Que los posibles clientes no sientan confianza por el servicio</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>ESTRATEGIAS (FA)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ofrecer el mejor servicio para fidelizar clientes y obtener nuevos.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>ESTRATEGIAS (DA)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aprovechar la presencia de otros negocios para mejorar nuestros servicios</li> </ul>