

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DISEÑO CONCURRENTES Y FABRICACIÓN DE UN POSTE DELINEADOR  
VIAL CON RETRORREFLEXIÓN**

PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE  
**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

POR EL BACHILLER

**LABORIO, JOSÉ A.**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

CARACAS, 2015

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DISEÑO CONCURRENTES Y FABRICACIÓN DE UN POSTE DELINEADOR  
VIAL CON RETORREFLEXIÓN**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. José Gregorio La Riva

PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE  
**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
POR EL BACHILLER  
**LABORIO, JOSÉ A.**  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO**

CARACAS, junio de 2015



## ACTA

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado Examinador designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller:

*José Ángel Labori Ochoa*

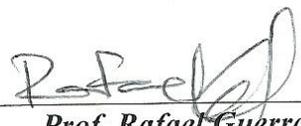
Titulado

*“Diseño Concurrente y Fabricación de un Poste  
Delineador Vial con Retroreflexión”*

Consideran que el mismo cumplió con los requisitos exigidos por el Plan de Estudios conducente al Título de Ingeniería Mecánica.

Acta se levanta en la ciudad de Caracas, a los doce días del mes de junio del año dos mil quince.

  
Prof. Antonio Barragán  
Jurado

  
Prof. Rafael Guerra  
Jurado

  
Prof. José Gregorio La Riva  
Tutor



## **DEDICATORIA**

A mi madre Yolinda Ochoa, que con su constante apoyo e inspiración para ser mejor cada día me ha impulsado a alcanzar mis metas.

A mi padre José Benito Labori, que con su cariño y alegría me ha recordado siempre lo importante de disfrutar el camino.

A mis hermanas Irene y Greg-cilia, que con el ejemplo en cuanto a perseverancia e inconformismo han sido mis maestras en la vida.

A mis amigos: Isaura Goncalves por su prudencia, José Ramón Pérez por su excelencia y a Ramsés Hernández por su alegría.

A mis amigas y amigos quienes me han ayudado a nunca olvidar el disfrute y la felicidad en la búsqueda de la realización.

A mis tutores, profesores, primos, familiares, alumnos y compañeros quienes han enriquecido mi formación como ingeniero de manera integral, humana y profesional.

Esto es gracias a todos ustedes.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Central de Venezuela, por ser la cuna donde me han brindado los conocimientos, principios y oportunidades para convertirme en un profesional.

A mi tutor José Gregorio La Riva por su ayuda, apoyo y motivación.

Al Profesor Rafael Guerra por su interés y consejos.

Al Profesor Antonio Barragán por su prudencia y rectitud.

A todo el cuerpo técnico de MaJo Industrial que contribuyeron en el proyecto tanto en su fabricación como en mi crecimiento como ingeniero.

A los siguientes profesores, sin los cuales mi formación como profesional no hubiera sido posible: Raffaele D'Andrea, Crisanto Villalobos, Vicente Soto, E. Avilán, José Luis Quintero, H. Kalustian, J. Acosta, G. Bruzual, G. Ramírez, J. D. Cruz, J. Ruilova, F. Baduy, J. Soto, P. Cadenas, A. Carrillo, J. Rodríguez, J. Areyan y F. Flores.

Labori, O. José A.

## **DISEÑO CONCURRENTE DE UN POSTE DELINEADOR VIAL CON RETROREFLEXIÓN**

**TUTOR ACADÉMICO:** Prof. José Gregorio La Riva. **TESIS. U.C.V. FACULTAD DE INGENIERÍA. ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA, CARACAS, 2015. 151 P.**

**Palabras clave:** Fabricación, Poste Delineador, Delineador de Barandillas, Retroreflexión, Mercado.

### **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo es diseñar y fabricar un poste delineador vial con retroreflexión que aumente la visibilidad de la vía. El mismo no necesita material retroreflectante, tiene características para ser visible en la noche y en condiciones climáticas como lluvia y niebla y fue hecho en base a las normativas nacionales como las internacionales. También fue diseñada una variante del mismo que puede ser instalado en estructuras fijas como barreras de seguridad llamado delineador de barandillas. Se llegó a una propuesta final mediante una metodología en la que la fabricación y el diseño convergieron en una propuesta. Para la fabricación del prototipo del poste delineador se utilizaron máquinas-herramientas convencionales y ensamblaje obteniendo un dispositivo que cumple con los requerimientos de calidad y diseño propuestos inicialmente; además, se fabricó con la ayuda de una impresora 3D un prototipo del delineador de barandillas. Finalmente, se realizó un análisis económico para la concepción de la fabricación en serie del producto, así mismo se estudió la posibilidad de emprender el proyecto solamente produciendo el delineador de barandillas, de modo que se obtuvo una tasa interna de retorno para el proyecto de fabricación de los postes delineadores viales de 28%, en el caso de producir delineadores de barandillas la TIR fue de 73% y en ambos casos el Valor Presente Neto fue positivo, corroborándose la viabilidad de las propuestas.

Labori, O. José A.

**CONCURRENT DESIGN AND FABRICATION OF A DELINEATOR POST WITH  
RETROREFLECTION**

**ACADEMIC ADVISOR:** José Gregorio La Riva. **THESIS. U.C.V. FACULTY OF  
ENGINEERING. MECHANICAL ENGINEERING SCHOOL, CARACAS, 2015. 150  
P.**

**Key words:** Fabrication, Delineator Post, Railing Delineator, Retroreflection, Market.

**ABSTRACT**

The main objective of that investigation is to design and fabricate a delineator post with retroreflection that increases road visibility. The delineator post made does not need retroreflective material. It is visible even during rain or fog. It was made based on national and international regulations. Also, was designed a variant that could be installed in safety barriers called railing delineator. It was made a final proposal with a decision matrix and a methodology in which manufacturing and design keep together. The delineator post prototype was made with conventional tool-machines and manual assembling. With a 3D printer was made the railing delineator prototype. Finally, an economical analysis was made thinking in a factory focused in a quantity production of the product with manufacturing processes like injection and extrusion. In addition, it was studied the option of a project only producing the railing delineator. The delineator post project internal return rate was 28% and the railing delineator project internal return rate was 73%. The net present value of both projects was positive, for that reason their viability was proven.

## Glosario

**Berma:** Es un espacio llano, cornisa o barrera elevada que separa dos zonas.

**Calzada:** Parte de la calle o de la carretera destinada a la circulación de vehículos.

**Delineador de barandillas:** Dispositivo que se coloca en barandas y barreras de seguridad al costado de la calzada en rutas, que cumple una función de demarcación vial para conductores

**Demarcación:** Símbolo, palabra o marca, de preferencia longitudinal o transversal, sobre la calzada, para guiar el tránsito de vehículos y/o peatones

**Línea de tierra:** Línea imaginaria horizontal en el poste delineador el cual, cuando es instalado correctamente, está nivelado con el suelo o con el tope de una barrera de seguridad en la cual ha sido instalado.

**Luces altas:** Luz que proyectan los focos delanteros del vehículo en forma paralela a la calzada, permitiendo visualizar obstáculos a una distancia no inferior a 150 metros.

**Poste delineador:** Según la norma BS EN 12899-3-2007 (Señales de tráfico verticales y fijas – Parte 3- Postes delineadores y retrorreflectores) es una señal colocada al borde de la calzada empleada para la alineación del camino y/o alertar sobre algún peligro en condiciones diurnas. (Nota: los postes delineadores pueden ser equipados con uno o más retrorreflectores).

**Producto de prueba:** Producto (poste delineador o retrorreflector) en tamaño y diseño original, o parte de este preparado por el fabricante o el proveedor, que será sujeto a un test..

**Retrorreflector:** Según la norma BS EN 12899-3-2007 (Señales de tráfico verticales y fijas – Parte 3- Postes delineadores y retrorreflectores) es un dispositivo hecho utilizando cualquier tecnología disponible, el cual retrorreflecta la luz incidente

(Nota: Los retrorreflectores pueden ser instalados en postes delineadores y en delineadores de barandillas).

**Retrorreflexión:** Es la capacidad que tienen algunas superficies que por su estructura pueden reflejar la luz de vuelta a la fuente, sin que importe el ángulo de incidencia original.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág
ACTA.....	iii
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
GLOSARIO.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>2</b>
1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 El Problema.....	3
1.2 Objetivos de la investigación.....	5
1.2.1 Objetivo General.....	5
1.2.2 Objetivos Específicos de la investigación.....	6
1.3 Justificación.....	6
1.4 Alcances.....	7
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>8</b>
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Postes delineadores: Antecedentes.....	9
2.2 Materiales involucrados: Plásticos, tipos y procesos de manufactura.....	10
2.2.1 Historia del plástico.....	10
2.2.2 Tipos de plásticos.....	12
2.2.2.1 Termoplásticos.....	13
2.2.2.2 Plásticos termoestables.....	16
2.2.2.3 Elastómeros.....	17
2.2.3 Procesos de conformado de plástico.....	18
2.2.3.1 Extrusión.....	18
2.2.3.2 Moldeo por soplado.....	19
2.2.3.3 Fundición de plástico.....	19
2.2.3.4 Moldeo rotacional.....	20
2.2.3.5 Inmersión.....	21

2.2.3.6 Moldeo por compresión.....	21
2.2.3.7 Calandrado.....	21
2.2.3.8 Termoformado.....	22
2.2.3.9 Moldeo por inyección.....	25
2.2.3.9.1 Procesos y equipo.....	26
2.2.3.9.2 El molde.....	28
2.2.3.9.3 Máquinas de moldeo por inyección.....	31
2.2.3.9.4 Contracción.....	33
2.2.3.9.5 Defectos.....	35
2.3 Consideraciones en el diseño de productos plásticos.....	36
2.3.1 Consideraciones generales.....	37
2.3.2 Partes moldeadas.....	38
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>40</b>
<b>3. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>41</b>
3.1 Metodología del diseño.....	41
3.2 Análisis de la necesidad.....	45
3.3 Restricciones preliminares.....	55
3.4 Sesión de generación de ideas.....	55
3.5 Matriz de decisión.....	61
3.6 Análisis de la propuesta elegida.....	64
3.7 Selección del material.....	69
3.8 Descripción del diseño final.....	70
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>78</b>
<b>4. PROCESO DE FABRICACIÓN.....</b>	<b>79</b>
4.1 Proceso de fabricación.....	79
4.2 Línea de producción.....	82
4.3 Fabricación del prototipo.....	87
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>90</b>
<b>5. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO.....</b>	<b>91</b>
5.1 Estudio del mercado.....	91
5.1.1 Análisis de la demanda.....	91

5.1.2 Análisis de la oferta.....	92
5.1.3 Análisis del precio.....	93
5.2 Publicidad y promoción.....	99
5.3 Tamaño y localización de la planta.....	100
5.4 Valor Presente Neto (VPN).....	104
5.5 Tasa interna de retorno (TIR).....	107
Conclusiones.....	109
Recomendaciones.....	110
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>114</b>
<b>PLANOS.....</b>	<b>142</b>

## INTRODUCCIÓN

Uno de los medios de transporte usados con mayor frecuencia por las personas de todo el mundo es el automóvil. Por tal motivo, la ingeniería ha dedicado un amplio campo de estudio a su uso óptimo no solamente en cuanto a su utilidad, manufacturabilidad, eficiencia, estética y costo, si no en la seguridad o falta de la misma que pueden sentir los individuos que lo usen.

En cuanto a la falta de seguridad mientras se es trasladado en automóvil, esta puede manifestarse en accidentes e incidentes por diversos factores como somnolencia del conductor, que el mismo conduzca bajo estado de ebriedad, fallas e irregularidades en la superficie de la vía, distracciones usando el teléfono celular, escasa pericia al conducir por la asignación no merecida del permiso de conducir, condiciones climáticas adversas como niebla, lluvia y vientos huracanados además de falta de visibilidad de la vía.

Esta última requiere especial atención, ya que es uno de los aspectos en los que puede intervenir la ingeniería mecánica con soluciones varias como la manufactura de dispositivos y la aplicación de la retrorreflectividad en elementos como las tachas (también llamados “ojos de gato”). Sin embargo, dichos productos pierden funcionalidad al haber charcos o existir condiciones ambientales de gran intensidad como las mencionadas anteriormente. Por tal motivo, sería oportuno recurrir a dispositivos que cumplan su función a pesar de tales adversidades, como por ejemplo, los postes delineadores, los cuales se conciben como una solución en expansión en el mundo que inevitablemente va adentrándose en el territorio venezolano, abriendo paso para el emprendimiento de un proyecto en el que no solamente se persiga lucro y desarrollo tecnológico, sino que se le brinde un mayor cuidado al ser humano.



## *CAPÍTULO I*

### *Fundamentos de la Investigación*

“Miremos a nuestro alrededor. Los bienes y servicios de que disfrutamos son, en realidad, productos acabados procedentes de varias actividades industriales... incluyendo el resultado directo de una investigación” (Vaughn, 1988).

En este, el primer capítulo, se desglosará el problema a tratar en la investigación, se describirá la falta de visibilidad en la vía y sus consecuencias, planteando luego el objetivo general de la investigación, sus objetivos específicos y una justificación de su elección como propósito de estudio, dando así una visualización del proyecto en cuanto a su influencia en la sociedad, dejando claro lo que se quiere perseguir en el proyecto y explicando la importancia de su estudio en el campo de la ingeniería mecánica.

## Capítulo I

### 1. Fundamentos de la Investigación

#### 1.1 El Problema

Para todo aquel que se traslade en un vehículo en horas de la noche y/o con condiciones climáticas adversas como lluvia o niebla, el campo de visibilidad se reduce de manera notable, aumentando así la posibilidad de sufrir un accidente de tránsito. Los accidentes de tránsito representan una problemática en el mundo entero. Un estudio emitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013) señala que ocurren 1,26 millones de muertes en promedio cada año y más de 15 millones de heridos a causa de tales accidentes; así mismo indica que para el 2030 serán la tercera causa de inhabilitación humana, con todo lo que ello implica en pérdida de productividad. Si se observan cifras de Venezuela, se acrecienta la atención que debe prestársele, ya que nuestro país ocupa el quinto lugar mundial en cuanto a tasa de mortalidad consecuencia de accidentes de tránsito con 21,3 por cada 100.000 habitantes, Lituania tiene la más alta, con 25,9 por cada 100.000 habitantes y luego se encuentran El Salvador, Guyana Francesa y Tailandia (Ministerio del Poder Popular para la Salud, 2008).

El tema ha preocupado a expertos en el problema de violencia y salud pública. Los accidentes de tránsito constituyen la segunda causa de muertes violentas en el país, sólo superada por los homicidios. Las cifras en esta categoría han ido en constante aumento sobre todo en el estado Miranda, ya que es la entidad con mayor número de dichos sucesos. Entre enero y octubre del año 2014, 1.314 accidentes de tránsito se registraron en las principales vías y carreteras del estado Miranda, mientras que en este mismo período de 2013 se reportaron 853, lo que se traduce en un incremento del 54%. De estos 1.314 accidentes, 215 ocurrieron en la Carretera Panamericana, 170 en la Autopista Gran Mariscal de Ayacucho, 101 en la Troncal 9 (vía Oriente), 70 a la Regional del Centro, 44 en la Autopista Francisco Fajardo, 41 en la Local y 673 en otras arterias viales del tramo Miranda (Centro Estatal de Prevención y Atención de Desastres del estado Miranda, 2014).

El hecho de que en el país se registren tal cantidad de accidentes y decesos da pie a analizar las principales causas de los accidentes de tránsito, las cuales, (además de incluir la

escasa educación vial al momento de entregar licencias sin los procedimientos pertinentes), incluyen la disminución de las aptitudes del conductor por conducir bajo influencia alcohólica, la distracción del mismo al conducir usando un teléfono celular, la somnolencia de los conductores influida por la monotonía del recorrido y las condiciones ambientales adversas entre las que se pueden nombrar la neblina, la lluvia y los vientos huracanados, condiciones que además de disminuir las condiciones de maniobra, dificultan la visibilidad del camino (Instituto Nacional de Tránsito Terrestre, 2012). Las últimas causas mencionadas tienen una característica común: Disminución de la visibilidad de la vía.

Tal característica puede ser solventada con la demarcación de la vía y la implantación de dispositivos como los ojos de gato. No obstante, al presentarse la combinación de los factores de riesgo anteriormente mencionados (por ejemplo, un conductor somnoliento manejando en una noche lluviosa), el problema debe ser afrontado con mayor intensidad con ayuda de algún dispositivo llamativo, fabricable y funcional que resista ambientes hostiles y que cumpla su función tanto de día como de noche; dichos requerimientos asoman la posibilidad de manufacturar un poste delineador vial.

Los postes delineadores viales son señales colocadas al borde de la calzada empleadas para la alineación del camino y/o alertar sobre algún peligro en la vía. Estos pueden ser equipados con un dispositivo retrorreflector que refleja la luz incidente de los faros de los automóviles dando a los conductores un camino con luminosidad y vistosidad.

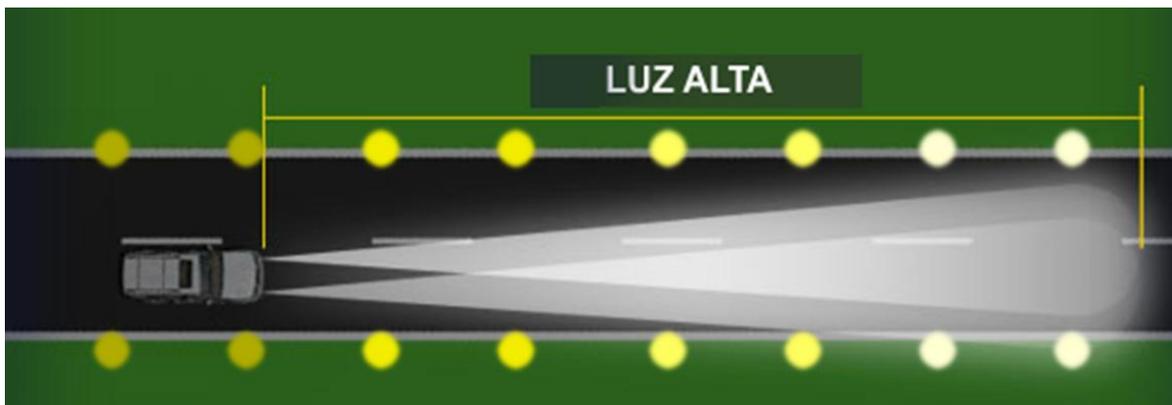


Figura 1: Ejemplo de la luminosidad descrita anteriormente. Imagen tomada de: <http://www.educacionvial.cl/diccionario-vial.html> [Consulta: 2015, enero 6]

La altura de estos dispositivos varía según el fabricante, aunque el retroreflector o catadióptrico debe ser montado a aproximadamente 1 metro por encima del borde más cercano de la calzada; también, normalmente son instalados a lo largo de la vía espaciados cada 30 m de distancia y deben poder reflejar la luz de carretera de un carro estándar desde unos 300 metros de distancia (INTT, 2011). En este proyecto de tesis serán desarrollados requerimientos y características de estos productos, cumpliendo las etapas del diseño y encaminando una propuesta de fabricación completa que sirva como solución viable al problema planteado.



Figura 2: Ejemplo de una curva con delineadores. Imagen tomada de: <http://d2dtl5nnlpfr0r.cloudfront.net/tti.tamu.edu/documents/0-4052-1.pdf> [Consulta: 2015, enero 6]

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo General**

Diseñar y fabricar un poste delineador vial con retroreflexión.

### **1.2.2 Objetivos específicos de la investigación**

Diseñar un poste delineador con retrorreflexión que:

- ✓ Sea notablemente visible en la noche y en condiciones climáticas como lluvia y niebla.
- ✓ Resalte el borde de la vía con retrorreflexión sin necesitar revestimiento autorreflectante.
- ✓ El dispositivo debe poder ser instalado en estructuras fijas como barreras de seguridad y barandillas.
- ✓ Sea hecho en base a las normas nacionales apoyándose en estándares internacionales.

Seleccionar la opción más adecuada de diseño según los parámetros establecidos y ponderados por medio de una matriz de decisión.

Estudiar las dimensiones del prototipo, sus partes y los materiales que compongan a cada una de ellas.

Construir un prototipo del poste delineador incluyendo su dispositivo retrorreflector.

Elaborar las instrucciones para su instalación y mantenimiento.

Estudiar la línea de producción del producto visualizando su reproducción en serie.

Analizar la factibilidad económica del proyecto.

### **1.3 Justificación**

El estudio de una solución que contribuya al aumento de la visibilidad de la vía con miras a disminuir los accidentes de tránsito constituye, para toda aquella persona que transite en carreteras, un aporte en su seguridad vial. De modo que es necesario satisfacer las necesidades de ese gran grupo de individuos con la aplicación de avances ingenieriles como los postes delineadores con retrorreflexión; contribuyendo a la demarcación de las vías constituyendo una ayuda efectiva para la conducción nocturna inclusive cuando la vía

está mojada o hay neblina (INTT, 2011) considerando también como una de las motivaciones principales la gama de clientes ya existentes en el mercado de estos productos como por ejemplo diversas empresas constructoras y organismos gubernamentales.

En otro orden de ideas, se puede decir que la ingeniería es responsable en gran parte del avance de una sociedad ya que, con el diseño y fabricación de dispositivos apropiados para cada situación, es capaz de aportar soluciones a los problemas que cada día la deterioran. Por tal motivo, es vital el hecho de impulsar la aplicación de dichas soluciones en problemáticas tan importantes como la seguridad vial, ya que se afronta la visibilidad vial asociada a los fatales accidentes de tránsito en nuestro país con la ayuda de un diseño donde concurren el criterio ingenieril para la creación de un producto con la tecnología de producción usada posteriormente para su fabricación.

#### **1.4 Alcances**

Elaboración de los planos de las partes con el uso de la herramienta CAD AutoDesk Inventor® realizando el ensamble de las mismas.

Seleccionar el material adecuado (o los materiales adecuados) para la óptima fabricación, funcionamiento y comercialización del producto.

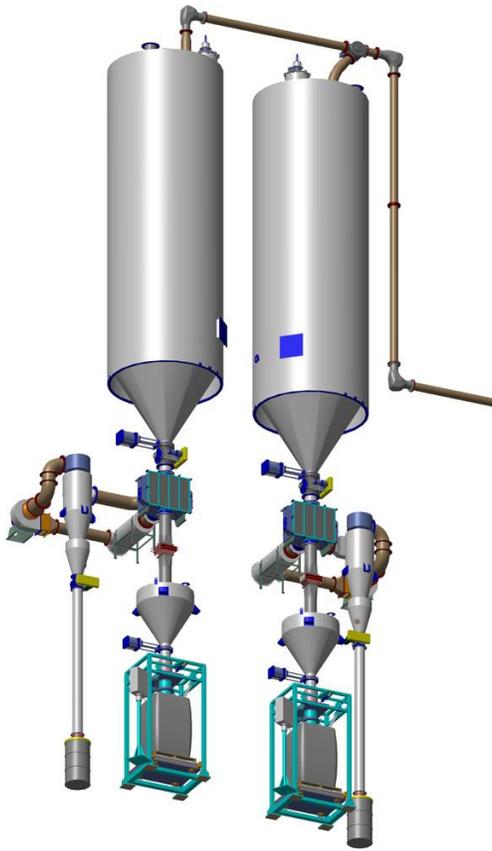
Fabricación de un prototipo de las piezas y armado del dispositivo.

Elaborar un manual de ensamblaje, instalación y mantenimiento del poste delineador

Proponer recomendaciones para la normativa nacional basadas en la norma británica *BS EN 12899-3:1997 Fixed, vertical road traffic signs – Part 3: Delineator posts and retroreflectors*.

Diseñar una línea de producción en serie del producto.

Realizar un estudio de factibilidad económica de dicha línea de producción enfocado en la producción en serie y un análisis de riesgo de la inversión.



## *CAPÍTULO II*

### *Marco Teórico*

“La importancia tecnológica y comercial de los procesos de conformado del plástico deriva del creciente valor de los materiales que se procesan. Las aplicaciones de los plásticos se han incrementado mucho más rápidamente que para los metales o los cerámicos durante los últimos 50 años. En realidad, muchas partes hechas anteriormente de metal se hacen ahora de plástico y de compuestos de plásticos.” (Groover, 1997)

En el capítulo II de la investigación se presentará un apartado teórico en el que primero se tendrá una visión general de los antecedentes de los productos de demarcación vial para después desarrollarse la historia del plástico, sus tipos y los procesos de conformado del mismo, ahondando en la ingeniería detrás de este importante material, desarrollando las técnicas para su manufactura y abriendo paso para la fabricación del producto propuesto en el presente trabajo de investigación.

## Capítulo II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1 Postes delineadores: Antecedentes

Las iniciativas en cuanto a dispositivos de vialidad representan seguridad, lucro y calidad. Este sector ha ido creciendo notablemente en la sociedad, ya que el incremento de la población eleva día a día la cantidad de conductores y se han tenido que incrementar las formas de reducir los accidentes de tránsito. El uso de los postes delineadores, también llamados *post-mounted delineators* ha sido promovido por empresas de talla mundial como 3M (*Minnesota Mining and Manufacturing Company*) y *Safe-Hit*.

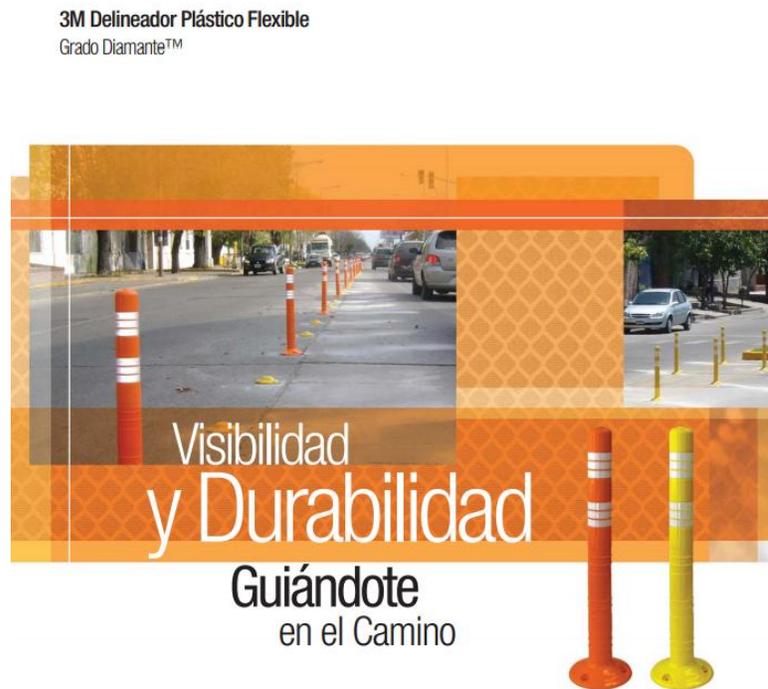


Figura 3: Portada del flyer de los delineadores viales plástico flexible marca 3M. Imagen tomada de: [http://solutions.3m.com.ar/wps/portal/3M/es\\_AR/Seguridadvial/hom](http://solutions.3m.com.ar/wps/portal/3M/es_AR/Seguridadvial/hom) [Consulta: 2015 febrero 11]

Así mismo, ha sido aceptado por diversas instituciones estadounidenses reconocidas a nivel mundial como la Administración Federal de Carreteras (FHWA), el Instituto de Ingenieros de Transporte y la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales de Transporte (*Texas Transportation Institute*, 2004), por lo que puede decirse que estos

productos son recomendados por todo el Sistema Interestatal de los Estados Unidos. También se pueden mencionar, estándares internacionales que tratan de estos dispositivos, como la norma británica *BS EN 12899-3:1997 Fixed, vertical road traffic signs – Part 3: Delineator posts and retrorreflectors*” (British Standards, 2008).

En Venezuela, aún en la primera mitad del 2014, la llegada de dispositivos con la tecnología de los postes delineadores se ha hecho esperar. No obstante, cada vez crece más el interés por los dispositivos con retrorreflexión con la instalación de dispositivos de demarcación vial como ojos de gato, la colocación de retrorreflectores simples en las barandillas de los puentes así como en las barreras de seguridad de cemento, entre otras innovaciones. En cuanto a la normativa nacional, el Instituto Nacional de Transporte Terrestre (INTT) posee el Manual Venezolano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito el cual, en su Capítulo 3, trata las demarcaciones y en su punto 7 expone detalladamente las características y requerimientos de los delineadores (INTT, 2011).

Con todo lo anteriormente mencionado, se tiene una visión del dispositivo a diseñar como un producto aceptado socialmente cuya expansión mundial ha sido fomentada poco a poco hasta verse como algo inminente en Venezuela y cuya tecnología ha estado desarrollándose, aplicándose y promoviéndose en nuestro país.

## **2.2 Materiales involucrados: Plásticos, tipos y procesos de manufactura**

### **2.2.1 Historia del plástico**

El plástico surge cuando se descubre que las resinas naturales se podían utilizar en la elaboración de objetos y materiales de uso práctico. En muchos sitios de la tierra se produce un material llamado hule o caucho que tradicionalmente ha servido para generar un conjunto de materiales y pegamento. Sin embargo, este material natural también presentaba muchos inconvenientes en su producción y moldeo que restringían su uso. Por ello, al igual que la adición de carbono al hierro condujo a un material de calidad superior llamado acero, los primeros intentos exitosos de modificación del caucho condujeron al proceso de su “vulcanización” mediante la incorporación de azufre a la estructura natural y la

copolimeración resultante. Cabe destacar que sólo después de muchos años de investigación fue que se obtuvieron resinas semisintéticas, o totalmente sintéticas, mediante procesos físico-químicos bastante elaborados (De Garmo, 2002).

La primera resina semisintética fue obtenida en el año 1839 por el Sr. Charles Goodyear, el cual hizo reaccionar la resina de caucho caliente con azufre y el producto resultante lo llamó hule vulcanizado (De Garmo, 2002).



Figura 4: Charles Goodyear, precursor del plástico en la empresa Goodyear. Imagen tomada de: <https://books.google.co.ve/books?id=m2swZYTsrVIC&pg=PA3&dq> [Consulta: febrero 10]

En Estados Unidos surgió el primer plástico comercial, gracias a un concurso el cual consistía en encontrar un material sustituto del marfil que era utilizado en la fabricación de las bolas de billar. Los hermanos Gyatt utilizando ideas de Alexander Parkes, sustituyeron el aceite de ricino por alcanfor y el producto obtenido lo llamaron Celuloide, el cual de podía utilizar para la producción de varios artículos como bolas de billar, peines y películas fotográficas (ob. cit.).

Otro plástico semisintético desarrollado en 1897 por el Srs. Kische y Spitteler, surgió por la demanda de pizarrones blancos en las escuelas alemanas. Este material estaba hecho a base de caseína, que es una proteína extraída de la leche al hacerla reaccionar con formaldehído. En 1899 Leo H. Baeklan, descubrió una resina considerada totalmente sintética, “la baquelita”, la cual se obtiene mediante la reacción del fenol con formaldehído (ob. cit.).

El siglo XX puede considerarse como el inicio de “La era del plástico”. Uno de los plásticos más populares desarrollados durante este período es el metacrilato de metilo

polimerizado, conocido como plexiglás. Este material tiene unas propiedades ópticas excelentes; puede utilizarse para gafas y lentes, o en el alumbrado público o publicitario.

Las resinas de poliestireno, comercializadas alrededor de 1937, se caracterizan por su alta resistencia a la alteración química y mecánica a bajas temperaturas y por su muy limitada absorción de agua. Estas propiedades hacen del poliestireno un material adecuado para aislamientos y accesorios utilizados a bajas temperaturas, como en instalaciones de refrigeración y en aeronaves destinadas a los vuelos a gran altura. El PTFE (politetrafluoretileno), sintetizado por primera vez en 1938, se comercializó con el nombre de teflón en 1950 (ob. cit.).

Otro descubrimiento fundamental en la década de los 30 fue la síntesis del nylon, el primer plástico de ingeniería macromolecular de alto rendimiento. El nylon se convirtió en una de las fuentes principales de fibras textiles. Durante los años de la posguerra se mantuvo un ritmo elevado de los descubrimientos y desarrollos de la industria de los plásticos, en especial los avances de los plásticos técnicos tales como los policarbonatos, los acetatos y las poliamidas. La década de los setenta se distinguió porque se lograron fabricar algunos plásticos mediante nuevos procesos, aumentando de manera considerable el número de materiales disponibles. Dentro de este grupo destacan las llamadas “resinas reactivas” como: Resinas Epoxi, poliésteres insaturados y principalmente poliuretanos.

En los años siguientes, el desarrollo se enfocó a la investigación química sistemática, con atención especial a la modificación de plásticos ya conocidos mediante espumación, cambios de estructura química, copolimerización, mezcla con otros polímeros y con elementos de carga y de refuerzo. En los años 70 y 80 se inició la producción de plásticos de altas propiedades como la polisulfona, poliaril-eter-cetonas y polímeros de cristal líquido (ob. cit.).

### **2.2.2 Tipos de plásticos**

Hoy en día se pueden clasificar los plásticos en tres importantes grupos: Termoplásticos, plásticos termoestables y los elastómeros.

**2.2.2.1 Termoplásticos:** Al calentarse se pueden moldear para darles forma y al enfriarse se vuelven a endurecer. Entre ellos tenemos: Polietileno, Poliestireno, Policloruro de vinilo, Acrílicos, Poliamidas y el Policarbonato.

1. Polietileno (PE) existen tres tipos:

*PE de alta densidad*, es un plástico incoloro, inodoro, no tóxico, fuerte, resistente a golpes y a productos químicos. Su temperatura de ablandamiento es de 120°C, se utiliza para fabricar distintos tipos de envases, tuberías flexibles, prendas textiles, contenedores de basura, etc. Todos ellos son muy resistentes al esfuerzo físico y a los ataques de productos químicos.



*PE de mediana densidad*, se emplean en la fabricación de tuberías subterráneas de gas natural, los cuales son fáciles de identificar por su color amarillo.



*PE de baja densidad*, es un plástico incoloro, inodoro, no tóxico, más blando y flexible que el de alta densidad pero, en consecuencia, menos resistente. Se ablanda a partir de los 85°C. Representa, en general, un buen aislante. Lo podemos encontrar bajo las formas de transparentes y opaco. Se utiliza para bolsas y sacos de los empleados en comercios y supermercados, tuberías flexibles, aislantes para conductores eléctricos, juguetes, entre otros productos que requieren de flexibilidad.



Figura 5: Distintas aplicaciones del polietileno. . Imagen tomada de: <https://books.google.co.ve/books?id=m2swZYTsrVIC&pg=PA3&dq>  
[Consulta: febrero 10]

2. Poliestireno (PS), es un plástico más frágil, se puede colorear y posee una buena resistencia mecánica y a los golpes. Su presentación usual es la laminar y se utiliza para fabricar envases, tapaderas de bisutería, componentes electrónicos y otros elementos que impliquen poco peso. La forma esponjosa también se le llama PS expedito con el nombre de anime o corcho blanco, el cual se utiliza para fabricar embalajes y envases de protección; también es utilizado para aislamientos térmicos y acústicos en techos y paredes como en instalaciones de calefacción.



Figura 6: Aplicación del poliestireno en envases de alimentos . Imagen tomada de: <https://books.google.co.ve/books?id=m2swZYTsrVIC&pg=PA3&dq> [Consulta: febrero 10].

3. Policloruro de Vinilo (PVC), es el material plástico más versátil que puede ser fabricado con muchas características, añadiéndole aditivos que se las proporcionen, es muy estable, duradero y resistente. Se ablanda y deforma a baja temperatura además de ser muy resistente a líquidos corrosivos. El PVC es su presentación más rígida la cual se emplea para fabricar tuberías de agua, tubos aislantes y de protección, canalones, revestimientos exteriores, ventanas, puertas y escaparates, conducciones y cajas de instalaciones eléctricas.

4. Acrílicos. En general se trata de polímeros en forma de gránulos preparados para ser sometidos a distintos procesos de fabricación. Uno de los más conocidos es el POLIMETACRILATO DE METILO que suele denominarse también con la

abreviatura PMMA. Tiene buenas características mecánicas y se puede pulir con facilidad. Por esta razón se utiliza para fabricar objetos de decoración. También se emplean como sustitutivo del vidrio para construir vitrinas, dada su resistencia a los golpes.

5. Poliamidas (PA), La aplicación más conocida es el NYLON. Se presenta de diferentes formas pero las dos más conocidas son la rígida y la fibra; es muy duro y resistente al rozamiento, al desgaste y a los agentes químicos. Su presentación rígida es utilizada para la fabricación de piezas de transmisión de movimiento tales como todo tipo de ruedas, tornillos, piezas de maquinarias, electrodomésticos, herramientas y utensilios caseros. Su presentación como fibra, debido a su capacidad de formar hilos, se utiliza en la industria textil, para la fabricación de medias, cuerdas, tejidos y otros elementos flexibles.



Figura 7: Tornillos y piezas de poliamida Imagen tomada de: <https://books.google.co.ve/books?id=m2swZYTsrVIC&pg=PA3&dq> [Consulta: febrero 10].

6. Policarbonato: Es notable por sus excelentes propiedades mecánicas que incluyen alta tenacidad y buena resistencia a la termofluencia. Es uno de los mejores termoplásticos por su resistencia al calor; puede usarse a temperaturas cercanas a los 250 °F (125°C). Además, es transparente y resistente al fuego. Sus aplicaciones incluyen partes moldeadas de maquinaria, impulsores de bombas y cascos de seguridad.

**2.2.2.2 Plásticos termoestables:** Son aquellos que una vez moldeados no pueden ser reblandecidos con el calor, ya que experimentan una transformación química llamada “fraguado”. En este proceso las moléculas se enlazan permanentemente y el polímero queda rígido. Los productos termoestables son líquidos pastosos o sólidos antes del fraguado, estos productos tienen la capacidad de adquirir la forma adecuada mediante la aplicación de calor y presión. Este tipo de plástico, una vez fraguado, no es posible modificar su forma, ni someterlos a altas temperaturas ya que sus moléculas se degradan con el calor. Los principales plásticos termoestables comerciales son:

Baquelita (PF), también se conoce como FENOL-FORMALDEHIDO y con la denominación de FENOPLASTOS. Fue uno de los primeros plásticos que se obtuvieron, es un plástico oscuro, duro y frágil, brillante y con aspecto metálico. Por lo general, las piezas de baquelita se confunden con piezas metálicas. También tienen propiedades aislantes por lo que son empleadas en la fabricación de elementos eléctricos y electrónicos (interruptores, enchufes, placas soporte para circuitos, etc.). Al no ablandarse por el calor y para aprovechar sus propiedades aislantes, tanto térmicas como eléctricas, la baquelita también se emplea para mangos de utensilios y aparatos sometidos al calor, aparatos de mandos eléctricos y tapones.

La Melanina (MF), también conocida como MELANINA-FORMALDEHÍDO, posee propiedades muy parecidas a la baquelita y además tiene propiedades resistentes al impacto y posibilidades refractarias que lo hacen más apropiadas para el uso doméstico en cocinas y como recubrimiento por sus cualidades estéticas. Es un plástico muy duro y ligero el cual se puede colorear, se utiliza en la fabricación de vajillas, tableros de madera, contrachapados o madera aglomerada.

Urea-Formaldehído (UF), polímero incoloro que se puede colorear más fácilmente que la baquelita. Es más duro que ésta y se resalta por ser un magnífico aislante térmico y eléctrico, empleándose para la fabricación de aparatos de mando y control, elementos de circuitos eléctricos, decorativos, carcasas de pequeños aparatos, entre otros.

Poliéster (RP), también llamado RESINA-POLIÉSTER o fibra de vidrio, su principal característica es que polimeriza a temperatura ambiente con ayuda de un elemento químico endurecedor. Este tipo de plástico es rígido, duro y frágil. Se emplea en la fabricación de fibras sintéticas textiles. El poliéster mejora sus características mecánicas al reforzarse con fibra de vidrio, lo que lo convierte en un material muy resistente empleado para la fabricación de depósitos, contenedores, bidones y piscinas. También se emplea en la aeronáutica, en la construcción de carrocerías en la industria automotriz así como en la tapicería y accesorios de vehículos.

**2.2.2.3 Elastómeros:** Se destacan en su elasticidad y su adherencia, entre los más importantes tenemos:

**Caucho Natural y Sintético:** Se extrae de la savia del árbol del caucho, su principal utilidad es en la fabricación de las ruedas para los automóviles, por medio del proceso de vulcanizado, el cual consiste en adicionar azufre y calentar el caucho a 140°C.

**Neopreno:** Muy parecido al caucho sintético pero con más propiedades extraordinarias; se utiliza en la fabricación de trajes.

**Silicona:** Plástico de gran elasticidad, hidrófobo e inalterable a agentes químicos, por sus propiedades dermatológicas se utiliza en la fabricación de cosméticos y prótesis mamarias entre multitud de otros productos.



Figura 8: Aplicaciones de los plásticos elastómeros Imagen tomada de: <https://books.google.co.ve/books?id=m2swZYTsrVIC&pg=PA3&dq> [Consulta: febrero 10]..

### 2.2.3 Procesos de conformado de plástico

Las técnicas empleadas para conseguir la forma final y el acabado de los plásticos dependen de tres factores: tiempo, temperatura y fluencia. La naturaleza de muchos de estos procesos es cíclica. Una de las operaciones más comunes es la extrusión. Una máquina de extrusión consiste en un aparato que bombea el plástico a través de un molde con la forma deseada. Los productos extruidos, como por ejemplo los envases, tienen una sección llamada matriz con la forma del envase que se desea fabricar.

Otros procesos utilizados son el moldeo por compresión en el que la presión fuerza al plástico a adoptar una forma concreta, y el moldeo por transferencia, en el que un pistón introduce el plástico fundido a presión en un molde. El calandrado es otra técnica mediante la cual se forman láminas de plástico. Algunos plásticos, y en particular los que tienen una elevada resistencia a la temperatura, requieren procesos de fabricación especiales.

2.2.3.1 Extrusión: Es un proceso de compresión con adición de calor, en el cual se forma el material, por medio de un tornillo alimentador continuo, a fluir a través del orificio de un dado el cual genera un producto largo y continuo que adopta la forma del orificio del dado. Este procedimiento se aplica generalmente en termoplásticos y elastómeros, pero muy poco en termoestables. Con este proceso se pueden obtener diferentes productos como tubos, ductos, mangueras, láminas, recubrimientos de cables y otros. Como es un proceso continuo el producto extruído se corta a las dimensiones deseadas.

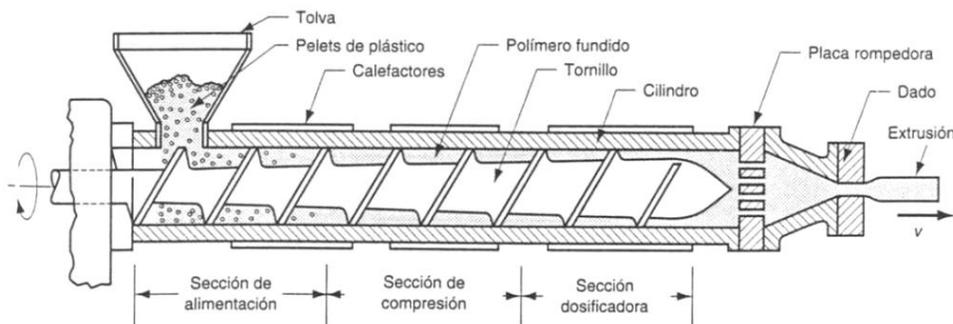


Figura 9: Componentes y características de un extrusor para plásticos y elastómeros. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14]

2.2.3.2 - Moldeo por soplado: Este procedimiento se utiliza para hacer partes huecas sin costuras, principalmente se utiliza para la producción en masa de recipientes pequeños. Este proceso utiliza la presión del aire para hacer las formas huecas inflando el plástico suave dentro de la cavidad de un molde, para luego adoptar la forma del mismo con paredes delgadas. Por lo general se utiliza para la producción de botellas y envases. El moldeo por soplado se realiza en dos pasos, el primero es la fabricación de un tubo plástico fundido inicial (llamado parison) y por último se sopla el tubo a la forma final deseada.

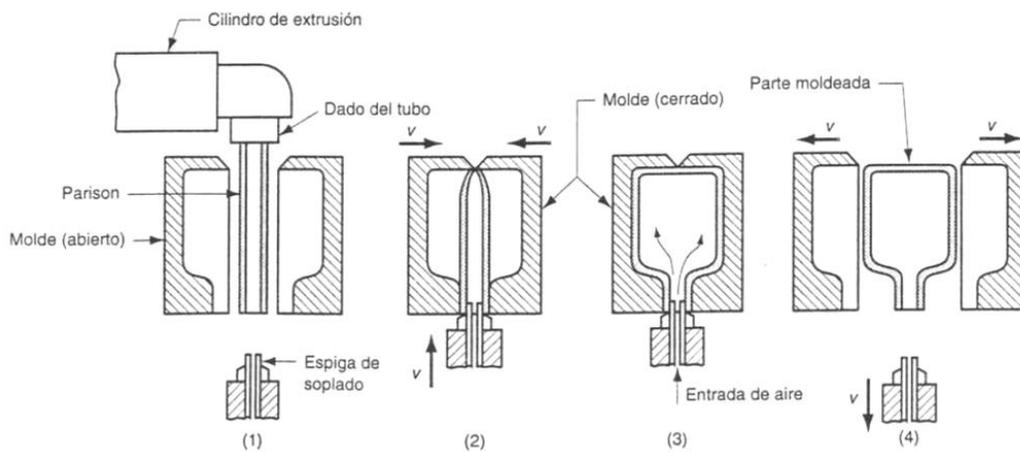


Figura 10: Moldeo por soplado y extrusión: (1) Extrusión del parison; (2) cuando se cierran las dos mitades del molde, el parison se oprime en la parte superior y se sella en la parte inferior alrededor de una espiga de soplado; (3) el tubo se sopla y toma la forma de la cavidad del molde; y (4) se abre el molde para retirar la parte solidificada. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14]

2.2.3.3 Fundición de plástico: En el conformado de polímeros, la fundición o colado del plástico implica vaciar una resina líquida en un molde, usando la fuerza de gravedad para llenar la cavidad y dejando que el polímero endurezca. Tanto los termoplásticos como los termofijos se funden. Ejemplos de los primeros son los acrílicos, el poliestireno, las poliamidas (nylon) y los vinilos (PVC). La conversión de la resina líquida en un termoplástico endurecido puede realizarse de varias maneras, las cuales incluyen: 1) Calentamiento de la resina termoplástica a un estado altamente fluido, de manera que fluya fácilmente y llene la cavidad del molde, dejándola enfriar y solidificar en el molde; 2) Por

polimerización de un prepolímero de peso molecular bajo (o monómero) en el molde para formar un termoplástico de peso molecular alto y 3) Por vaciado de un plastisol (una suspensión líquida de finas partículas de resina termoplástica, como PVC en un plastificante) en un molde caliente para que forme un gel y solidifique.

2.2.3.4 Moldeo rotacional: Llamado también rotomoldeo, principalmente utilizado en termoplásticos y termoestables, este proceso utiliza la gravedad dentro de un molde rotatorio. Consta de cuatro pasos, inicialmente se introduce cierta cantidad de polvo del polímero en la cavidad del molde hundido; luego el molde se calienta y se hace girar simultáneamente sobre dos ejes perpendiculares, el polvo choca contra todas las paredes internas del molde formando gradualmente una capa fundida de espesor uniforme; luego el molde se enfría de manera que la capa de plástico se solidifique; y finalmente se abre el molde y se retira el moldeo. A diferencia del soplado, los moldes son más simples y menos costosos, este procedimiento se adapta a piezas de gran tamaño y a cantidades de producción más bajas que en el proceso de soplado.

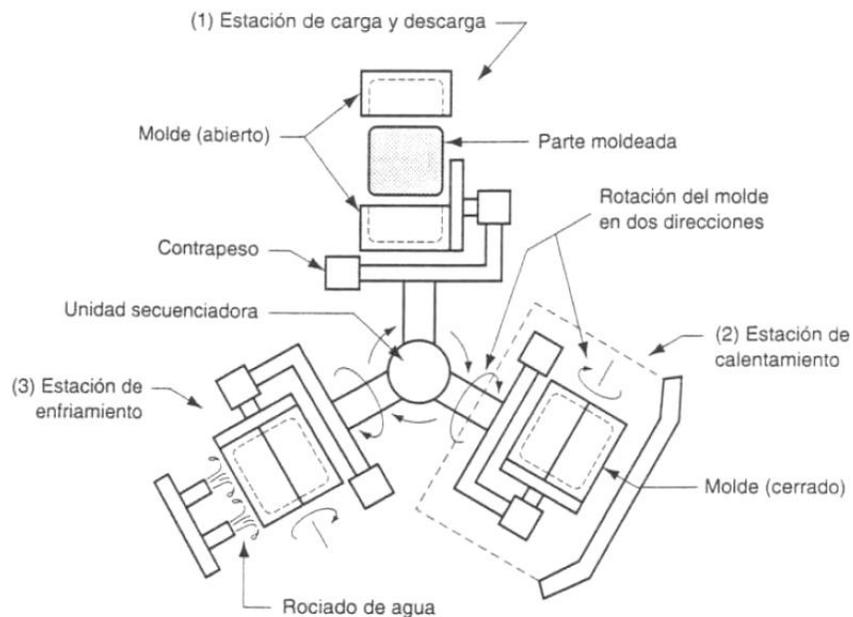


Figura 11: Ciclo de moldeo rotacional realizado en una máquina secuenciadora de tres estaciones: (1) Estación de carga y descarga, (2) calentamiento y rotación del molde y (3) enfriamiento del molde. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14]

2.2.3.5- Inmersión: Es un proceso de recubrimiento en el cual un objeto se sumerge en un baño apropiado de solución de polímero, aplicando un enfriado o secado inmediato. Es decir, es la aplicación de una capa de polímero a un objeto en su contorno.

2.2.3.6 - Moldeo por compresión: Es uno de los procesos más antiguos, generalmente utilizado en termoestables. Consta de cuatro pasos, inicialmente se coloca una cantidad fija (llamada carga) de polímero en el fondo de un molde calentado; después se unen las dos mitades del molde para comprimir la carga y forzarla a tomar la forma de la cavidad; luego se calienta la carga a través del molde para que polimerice y cure el material, transformándolo en una pieza sólida; y finalmente se abre el molde y se retira la parte de la cavidad. Este proceso es muy utilizado en la fabricación de discos, llantas de hule y varios compuestos en matriz de polímero.

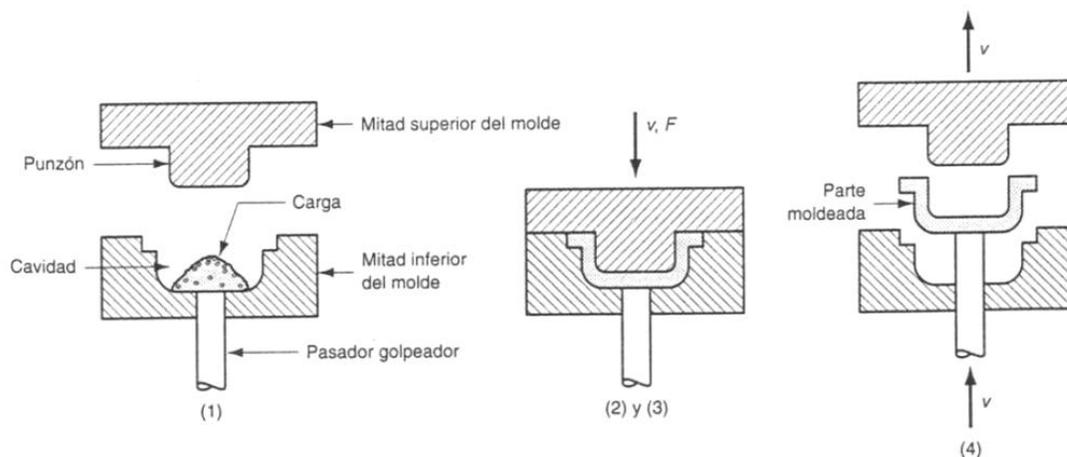


Figura 12: Moldeo por compresión para plásticos termofijos: (1) Se pone la carga, (2) y (3) la carga se comprime y cura, y (4) la parte se expulsa y se retira (se omiten algunos detalles). Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0I37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14]

2.2.3.7 - Calandrado: Es un proceso que se utiliza para producir hojas y películas de hule, consiste en hacer pasar el material inicial a través de una serie de rodillos que trabajan el material y reducen su espesor al calibre deseado, el equipo es muy costoso y requiere un estrecho control sobre la temperatura de los rodillos, presiones y velocidades de rotación. Se caracteriza por un excelente acabado superficial y una alta precisión de calibración de la

película, se utiliza generalmente para la producción de cubiertas de PVC para pisos, cortinas de baño, botes inflables, juguetes y otros.

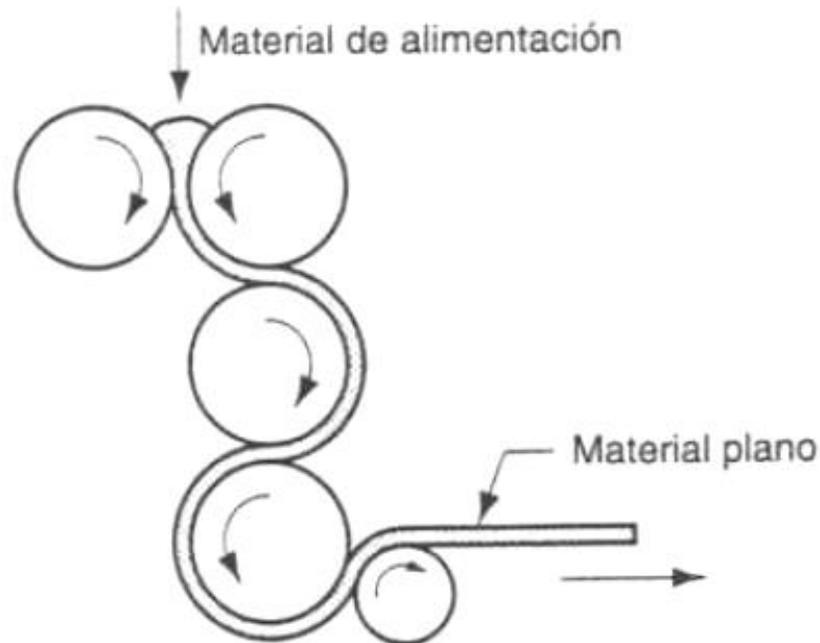


Figura 13: Configuración típica de los rodillos en calandrado. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14]

2.2.3.8 - Termoformado: Es un proceso mediante el cual se utiliza una lámina plana de material termoplástico, que por medio de un calentamiento, la lámina va adoptando la forma del molde. Se inicia con un ciclo de calentamiento el cual debe ser suficiente para ablandar la lámina (esto depende del polímero, espesor y color del mismo) y dependiendo del tipo de termoformado cada uno tiene su procedimiento. Son tres tipos;

*Termoformado al vacío*, este proceso utiliza la presión negativa para adherir la lámina precalentada al molde.

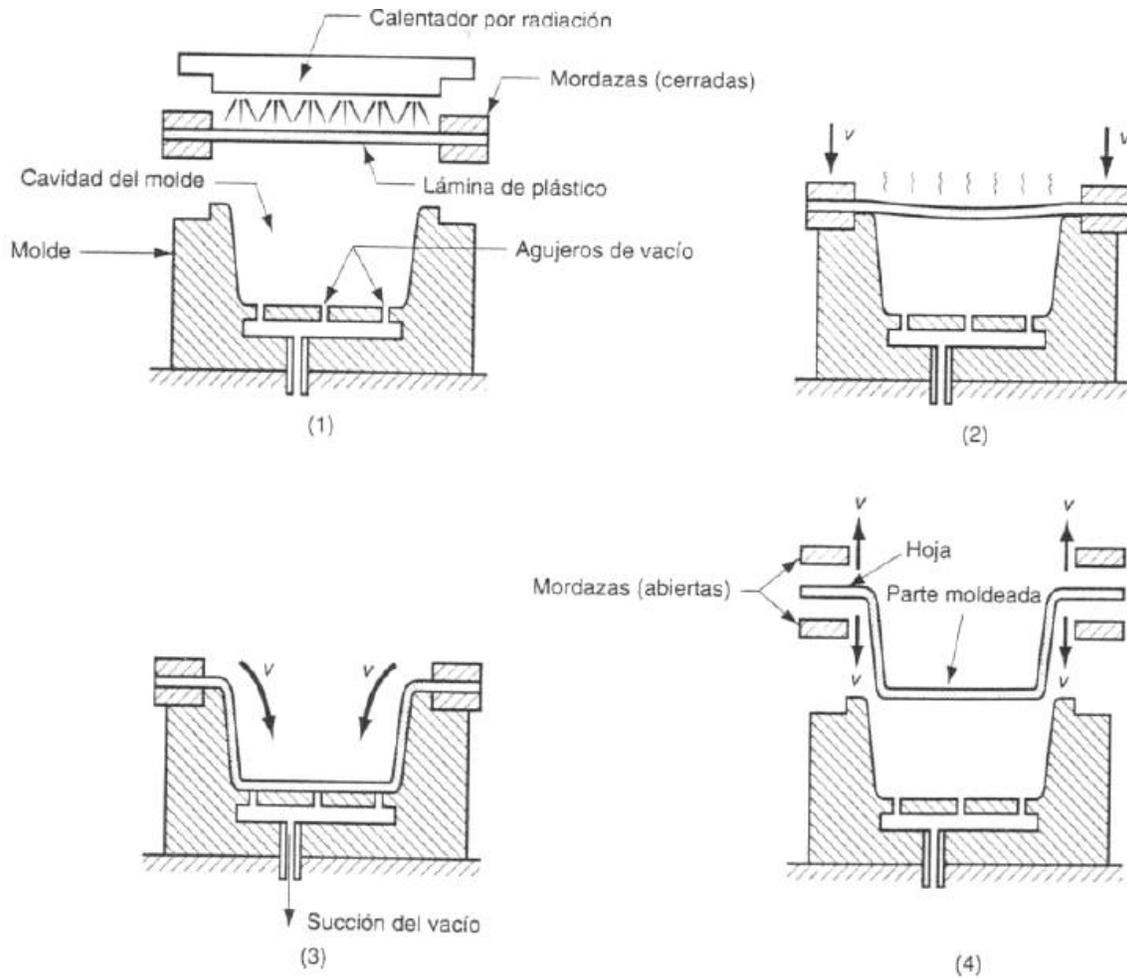


Figura 14: Termoformado al vacío: (1) Se suaviza una lámina plana de plástico por calentamiento; (2) se coloca sobre la cavidad de un molde cóncavo; (3) el vacío atrae la lámina hacia la cavidad, y (4) el plástico se endurece al contacto con la superficie fría del molde, la parte se retira y luego se recorta de la hoja. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14].

*Termoformado a presión*, es un proceso igual al anterior con la diferencia que la lámina es presionada desde arriba hacia la cavidad del molde.

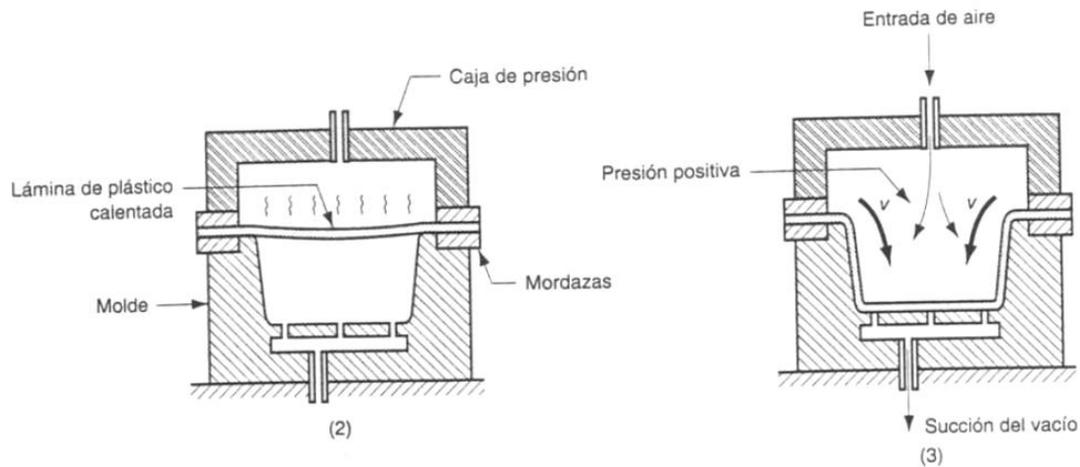


Figura 15: Termoforado a presión. La secuencia es similar a la de la figura anterior; la diferencia está en (2), la lámina se coloca sobre una cavidad del molde y en (3) la presión positiva fuerza a la lámina dentro de la cavidad. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14].

*Termoforado mecánico*, en este procedimiento se utiliza un par de moldes, los cuales se aplican a la lámina forzándola a asumir su forma.

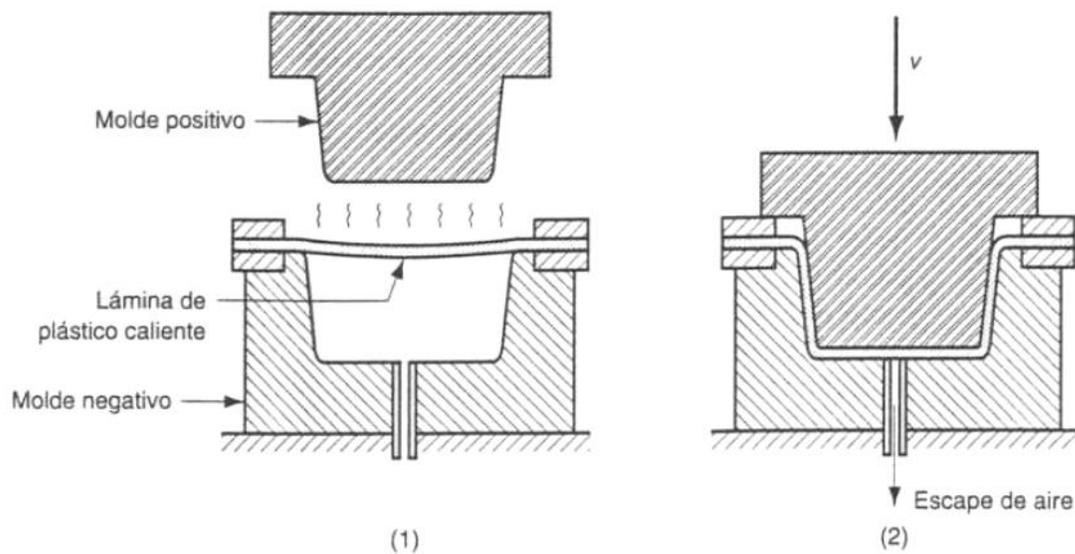


Figura 16: Termoforado mecánico: (1) La lámina caliente de plástico se coloca sobre el molde negativo y (2) se cierra el molde para conformar la lámina. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14].

### 2.2.3.9 Moldeo por inyección

El moldeo por inyección es un proceso en el que un polímero se calienta hasta un estado altamente plástico y se hace fluir bajo alta presión dentro de la cavidad de un molde donde solidifica. La parte moldeada, llamada modelo, se remueve entonces de la cavidad. El proceso produce componentes separados o discretos que son casi siempre formas netas. La duración del ciclo típico de producción es de 10 y 30 segundos, aunque no son raros los ciclos de un minuto o mayores.

El molde también puede tener más de una cavidad, de manera que se pueden producir múltiples piezas moldeadas en cada ciclo. El moldeo por inyección puede producir formas intrincadas y complejas. La limitación es la capacidad de fabricar un molde cuya cavidad tenga la misma forma que la pieza; además, el molde debe propiciar la remoción de la pieza. Los tamaños pueden variar de unas pocas onzas hasta 50 lb; el límite superior está representado por componentes como puertas de refrigerador y defensas de automóviles. El molde de inyección es la herramienta especial que determina la forma y el tamaño de la pieza. Para partes grandes y complejas puede costar varios cientos de dólares. Para partes pequeñas puede construirse con múltiples cavidades, pero también es costoso. El moldeo por inyección sólo es económico para producción a gran escala.

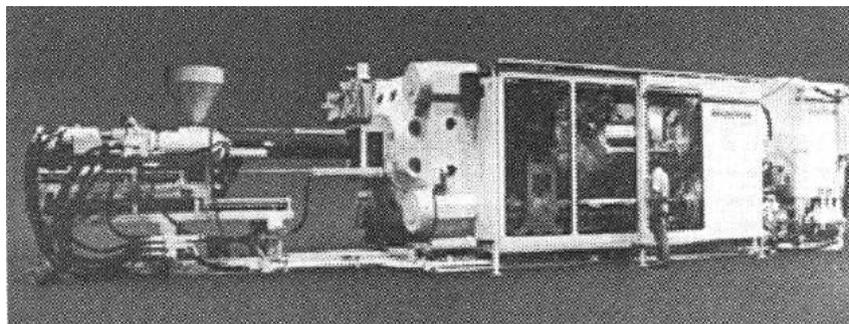


Figura 17: Una máquina de moldeo por inyección con 3000 toneladas de capacidad. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14].

El moldeo por inyección es el proceso más ampliamente usado para los termoplásticos en serie. Algunos moldes para inyección de elastómeros o termofijos

permiten el encadenamiento transversal de estos materiales con modificaciones en el equipo y en los parámetros de operación.

### 2.2.3.9.1 Procesos y equipo

El equipo para el moldeo por inyección evolucionó a partir de la fundición de metales en dados. Una máquina de moldeo por inyección cuenta con dos componentes principales: 1) la unidad de inyección del plástico y 2) la unidad sujetadora del molde. La unidad de inyección se parece mucho a un extrusor. El sistema está formado por un cilindro conectado, en uno de sus extremos, a una tolva de alimentación que contiene una provisión de pelets de plástico. Dentro del cilindro hay un tornillo cuya operación supera a la del tornillo de extrusión en el sentido de que además de girar para mezclar y calentar el polímero, también actúa como un émbolo que mueve rápidamente el plástico fundido hacia adelante para inyectarlo en el molde. Una válvula de no retorno, montada cerca de la punta del tornillo, previene que la fusión fluya hacia atrás a lo largo de la rosca del tornillo. Al final del ciclo de moldeo el émbolo vuelve a su posición original. Debido a esta acción dual se le llama “tornillo recíprocante”, cuyo nombre identifica al tipo de máquina.

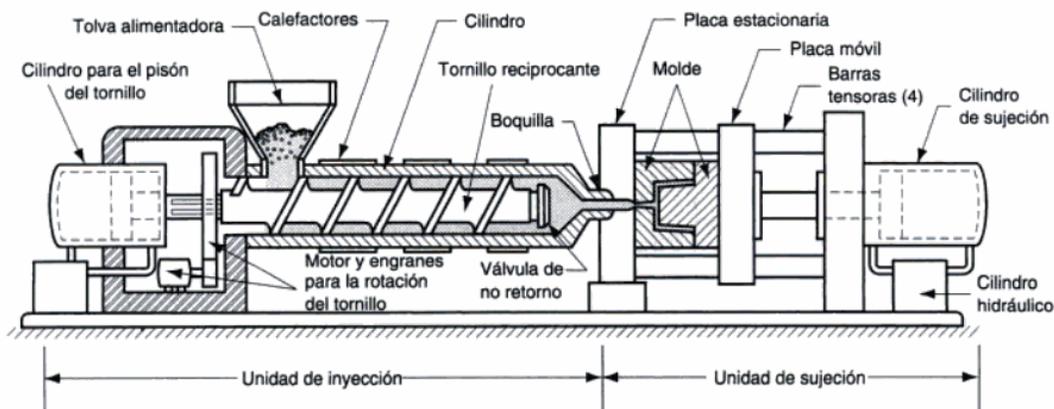


Figura 18: Diagrama de una máquina de moldeo por inyección de tornillo recíprocante. Algunos detalles mecánicos están simplificados. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14].

Las máquinas antiguas de moldeo por inyección usaban un émbolo simple (sin la hélice del tornillo), pero actualmente la superioridad del diseño del tornillo recíprocante ha llevado a extender su utilización en las plantas de moldeo. Para resumir, las funciones de la unidad de inyección son 1) fundir y homogeneizar el polímero y 2) inyectar la fusión en la cavidad del molde.

La unidad de sujeción tiene que ver con la operación del molde. Sus funciones son: 1) Mantener las dos mitades del molde alineadas correctamente entre sí, 2) mantener cerrado el molde durante la inyección aplicando una fuerza de sujeción suficiente para resistir la fuerza de inyección y 3) abrir y cerrar el molde en los momentos apropiados dentro del ciclo de moldeo. La unidad de sujeción consiste en dos placas, una fija y otra móvil, y un mecanismo para accionar la placa móvil. El mecanismo es una prensa de potencia operada por un pistón hidráulico o por dispositivos mecánicos articulados de varios tipos. Las máquinas grandes pueden generar fuerzas de sujeción de varios miles de toneladas.

El ciclo de inyección por moldeo de polímeros termoplásticos procede según la secuencia de la figura 19, que puede ser descrita así: La acción empieza con el molde abierto y la máquina lista para iniciar un nuevo ciclo de moldeo. (1) Se coloca el molde y se sujeta. (2) Una porción de la fusión a temperatura y viscosidad correctas, obtenida por calentamiento y trabajo mecánico en el tornillo, se inyecta a alta presión en la cavidad del molde. El plástico se enfría al contacto con la superficie fría del molde y empieza a solidificar. La presión del émbolo se mantiene para compactar la fundición adicional en la cavidad y compensar así la contracción durante el enfriado. (3) El tornillo gira y se retrae con la válvula de no retorno abierta, para permitir que fluya el polímero fresco a la siguiente porción del cilindro, mientras tanto, el polímero en el molde se ha solidificado completamente. (4) El molde se abre y expulsa la parte moldeada.

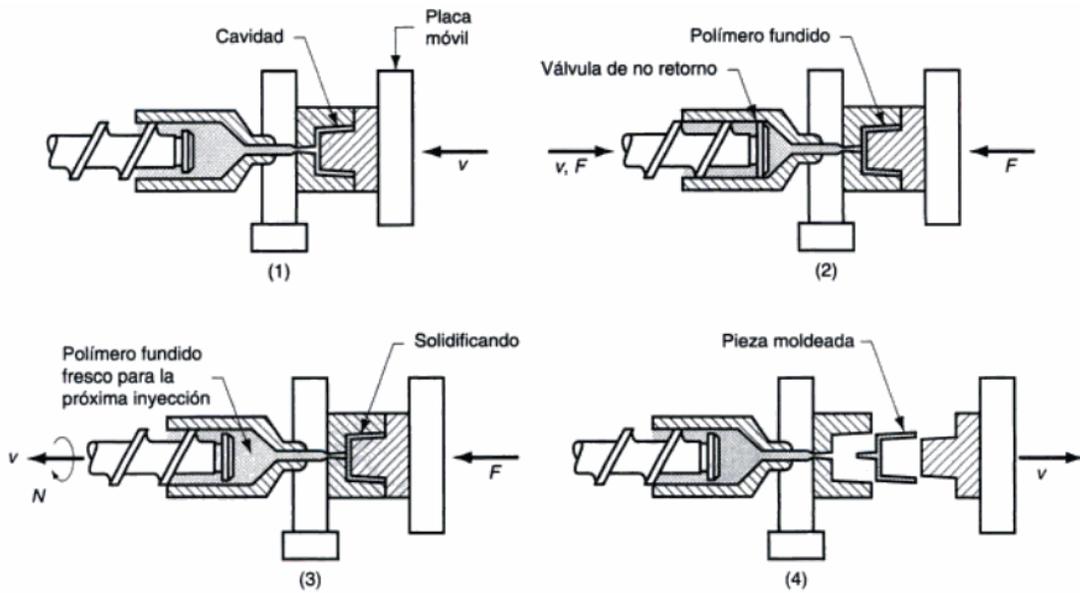


Figura 19: Ciclo típico de moldeo: (1) molde cerrado, (2) la fusión se inyecta en la cavidad, (3) el tornillo se retrae y (4) el molde se abre y se retira la pieza. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0I37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14].

### 2.2.3.9.2 El molde

El molde es la herramienta especial del moldeo por inyección, se diseña y fabrica a la medida de la pieza a producir. Cuando termina la corrida de producción de la parte, el molde se reemplaza por otro nuevo para la parte siguiente. Los distintos moldes para inyección son:

Molde de dos placas: El molde de dos placas convencional se ilustra en la figura 20. Consiste en dos mitades sujetas a dos placas de la unidad de sujeción de la máquina. Cuando la unidad de sujeción se abre, las dos mitades del molde también se abren como se muestra en (b). Los moldes pueden contener una sola cavidad o múltiples cavidades para producir más de una pieza en cada ciclo. La figura muestra un molde con dos cavidades. Las superficies de separación (o plano de separación en una vista de la sección del molde) son las partes donde se abre el molde para remover la pieza.

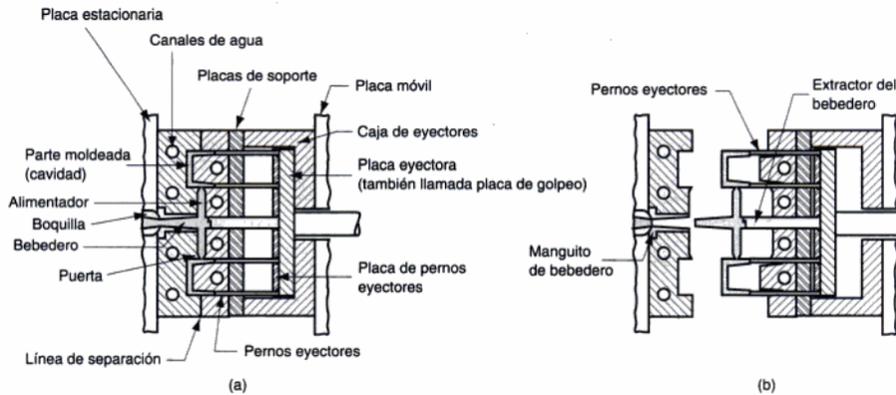


Figura 20: Detalles de un molde de dos placas para moldeo por inyección de termoplásticos: (a) cerrado y (b) abierto. El molde tiene dos cavidades para producir dos partes en forma de copa (se muestra la sección transversal). Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14].

Además de la cavidad, otras características del molde tienen funciones indispensables durante el ciclo de moldeo. El molde debe tener un canal distribuidor por donde fluye el polímero fundido, de la boquilla del cilindro a la cavidad del molde. El canal distribuidor consiste en (1) un surtidor o bebedero que conduce el plástico de la boquilla al molde; (2) canales de alimentación, los cuales conducen del surtidor a la cavidad (o cavidades) y (3) puertas que restringen el flujo del plástico a la cavidad. Hay una o más puertas para cada cavidad en el molde.

Se necesita un sistema de eyección para expulsar de la cavidad las partes moldeadas al final del ciclo. Los pernos eyectores o de expulsión, construidos generalmente en la parte móvil del molde, cumplen con esta función. La cavidad se divide entre las dos mitades del molde, de manera que la contracción natural del molde haga que la parte se pegue a la mitad móvil. Cuando se abre el molde, los pernos eyectores empujan la parte fuera de la cavidad.

Se requiere un sistema de enfriado para el molde. Éste consiste en una bomba externa conectada a los pasajes de circulación de agua a través del molde para remover el calor del plástico caliente. También se debe evacuar el aire de la cavidad del molde para remover el calor del plástico caliente. Con frecuencia se maquinan delgadas ventilas de aire en la

superficie de separación del molde, de solamente 0,001 pulg. (0,03 mm) de profundidad y de 0,5 a 1,0 pulg (12 a 25 mm) de ancho, estos canales permiten que escape el aire al exterior, pero son demasiado pequeños para que la fusión viscosa del polímero fluya a través de ellos. Para resumir, un molde consiste en: 1) Una o más cavidades que determinan la forma de la parte, 2) canales de distribución a través de los cuales fluye el polímero fundido hacia las cavidades, 3) un sistema de eyección para remover la parte, 4) un sistema de enfriado y 5) ventilas para permitir la evacuación del aire de las cavidades.

Otros tipos de molde: Los moldes de dos placas son los más comunes en el moldeo por inyección. Una alternativa es el molde de tres placas, mostrado en la figura 21 para la misma parte del molde anterior. Este diseño de molde posee algunas ventajas. Primero, el flujo del plástico fundido pasa a través de una puerta localizada en la base de la parte en forma de copa, y no a un lado. Esto permite una distribución más homogénea de la fusión en los lados de la copa. En el diseño de puerta lateral en el molde de dos placas de la figura anterior, el plástico fluye alrededor del corazón y se junta en el lado opuesto, creando posiblemente una debilidad en la línea de soldado. Segundo, el molde de tres partes permite una operación más automatizada en la máquina de moldeo. Al abrir, el molde se divide en tres partes con dos aberturas entre ellas. Esto fuerza la separación de las partes del canal alimentador, las cuales caen por gravedad en diferentes recipientes debajo del molde (con la posible asistencia de aire soplado o un brazo robot).

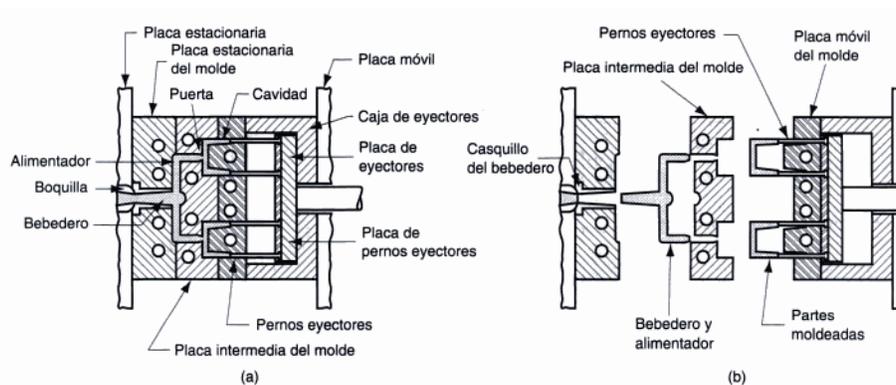


Figura 21: Molde de tres placas (a) cerrado y (b) abierto. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0I37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14].

El surtidor (o bebedero) y el canal de alimentación (o alimentador) en un molde convencional de dos o tres placas representan material de desperdicio. En muchos casos este desperdicio puede molerse y volverse a usar; sin embargo, en algunas ocasiones el producto debe hacerse de plástico virgen (no usado previamente). El molde de alimentación en caliente elimina la solidificación del surtidor y del canal, emplazando calentadores alrededor de los canales correspondientes de alimentación, mientras que el plástico solidifica en la cavidad del molde, el material que aún se encuentra en el surtidor y en los canales de alimentación permanece fundido, listo para ser inyectado a la cavidad en el ciclo siguiente.

#### **2.2.3.9.3 Máquinas de moldeo por inyección**

Las máquinas de moldeo por inyección presentan diferencias en ambas partes, la unidad de inyección y la unidad de sujeción. Esta sección examina los tipos más importantes de máquinas disponibles hoy en día. El nombre de la máquina de moldeo por inyección se basa generalmente en el tipo de unidad de inyección que utiliza.

Unidades de inyección: Se usan ampliamente dos tipos de unidades de inyección. La máquina de tornillo recíprocante es la más común. El diseño usa el mismo cilindro para la fusión y para la inyección del plástico. La unidad alternativa incluye el uso de cilindros separados para plastificar e inyectar el polímero, como se muestra en la parte (a) de la figura 22. Un accionador mueve los cabezales transversales hacia adelante, extendiendo los eslabones articulados para empujar la placa móvil hacia la posición de cerrado. Al principio del movimiento la potencia mecánica es baja y la velocidad es alta, pero cerca del final de la corrida la situación se invierte. Los sujetadores articulados proporcionan así, alta velocidad y alta fuerza en puntos diferentes del ciclo cuando dichos parámetros son necesarios. Los sujetadores articulados se accionan ya sea por cilindros hidráulicos o tornillos movidos por motores eléctricos. La unidad de sujeción articulada parece más adecuada para máquinas de tonelaje relativamente bajo.

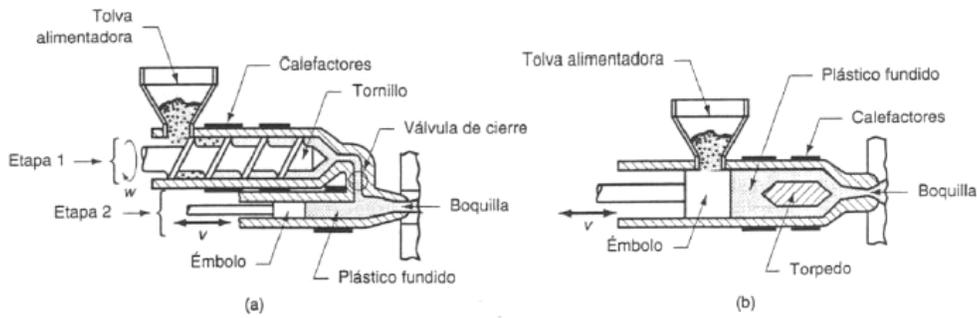


Figura 22: Dos sistemas alternativos de inyección para figura Primera de la máquina de inyección : (a) tornillo preplastificador y (b) tipo émbolo. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14].

La sujeción hidráulica, que se muestra en la parte (b) de la figura 23, se usa en máquinas de moldeo por inyección de alto tonelaje, típicamente de 150 a 1000 tons (1300 a 8900 kN). Estas unidades son más flexibles que la de sujeción articulada, ya que hacen posible fijar el tonelaje en determinadas posiciones durante la corrida. Las sujeciones hidromecánicas se diseñan para grandes tonelajes, usualmente más de 1000 tons (8900 kN), operan mediante: 1) uso de cilindros hidráulicos para mover rápidamente el molde hacia la posición de cerrado, 2) cierre en posición por medios mecánicos y 3) uso de cilindros hidráulicos de alta presión para el cierre final y acumulación de tonelaje.

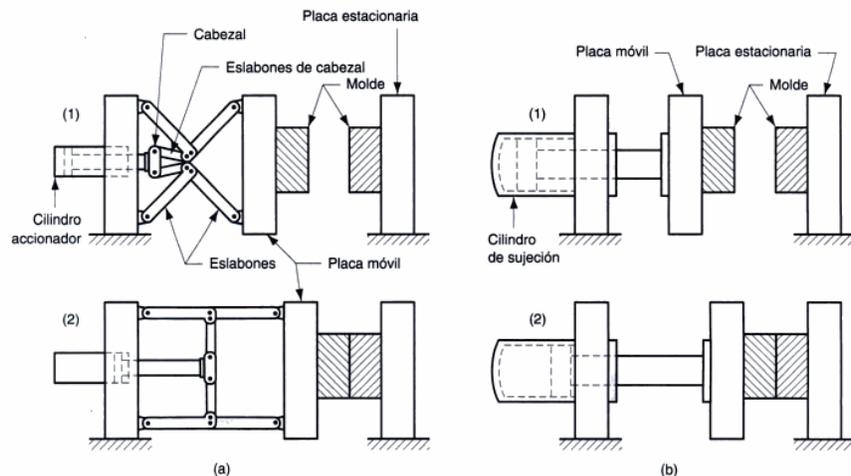


Figura 23: Dos diseños de sujeción: (a) sujeción articulada, (1) abierta y (2) cerrada; y (b) sujeción hidráulica, (1) abierta y (2) cerrada. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14].

#### 2.2.3.9.4 Contracción

Los polímeros tienen altos coeficientes de expansión térmica, y durante el enfriado ocurre una contracción significativa del plástico en el molde. Después de la inyección en el molde, algunos termoplásticos experimentan contracciones cercanas al 10% en volumen. La contracción de los plásticos cristalinos tiende a ser mayor que la de los polímeros amorfos. La contracción se expresa como la reducción de las dimensiones lineales ocurrida durante el enfriamiento, desde la temperatura de moldeo hasta la temperatura ambiente para cada polímero dado. Las unidades apropiadas son pulg/pulg (mm/mm) para la dimensión que se considere. En la tabla siguiente se dan los valores típicos para polímeros seleccionados.

<b>Plástico</b>	<b>Contracción, pulg/pulg (mm/mm)</b>
<b>Termoplásticos</b>	
<b>ABS</b>	0,006
<b>Nylon</b>	0,020
<b>Policarbonato</b>	0,007
<b>Polietileno</b>	0,025
<b>Poliestireno</b>	0,004
<b>Cloruro de polivinilo</b>	0,005
<b>Termofijos</b>	
<b>Fenólicos</b>	0,010

Tabla 1: Valores típicos de contracción para moldeo de plásticos. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14].

Los rellenos o rellenos presentes en los plásticos tienden a reducir la contracción. En la práctica del moldeo comercial, es necesario obtener del proveedor los valores de contracción para los compuestos específicos de moldeo antes de hacer el molde. Las dimensiones de la cavidad del molde deben ser mayores a las que se especifican en parte, a fin de compensar la contracción. Se puede usar la siguiente fórmula:

$$D_c = D_p + D_p S + D_p S^2$$

Donde  $D_c$  = dimensión de la cavidad el pulg (mm);  $D_p$  = dimensión de la parte moldeada, pulg (mm) y  $S$  = valores de contracción obtenidos de la tabla anterior. El tercer término del lado derecho corrige la contracción que ocurre durante el proceso.

Es claro que deben determinarse las dimensiones del molde para el polímero particular que se va a moldear. El mismo molde producirá diferentes tamaños de parte para diferentes tipos de polímeros.

Los valores de la tabla anterior representan una simplificación en bruto de la contracción. En realidad, la contracción es afectada por muchos factores y cualquiera de ellos puede alterar la magnitud de la contracción experimentada por un polímero dado. Los factores más importantes son la presión de inyección, el tiempo de compactación, la temperatura de moldeo y el espesor de la pieza. Al aumentar la presión de inyección, se fuerza más material dentro de la cavidad del molde y la contracción se reduce. El incremento del tiempo de compactación tiene un efecto similar, asumiendo que el polímero no se solidifica y sella la cavidad; el mantenimiento de la presión fuerza más material dentro de la cavidad mientras que tiene lugar la contracción. Por lo tanto, la contracción neta es reducida.

La temperatura de moldeo se refiere a la temperatura del polímero en el cilindro inmediatamente antes de la inyección. Se podría esperar que una temperatura de polímero más alta incrementara la contracción, ya que la diferencia entre dicha temperatura y al ambiente es mayor. Sin embargo, la contracción es realmente más baja a temperaturas de moldeo más altas. La explicación es que las altas temperaturas disminuyen significativamente la viscosidad del polímero fundido, permitiendo que se compacte más material dentro del molde; el efecto es el mismo que la inyección a altas presiones. Entonces, el efecto sobre la viscosidad compensa una mayor diferencia de temperaturas.

Finalmente, las partes más gruesas exhiben mayor contracción. La pieza solidificada del exterior al interior; el polímero en contacto con la superficie del molde forma una cáscara que crece hacia el centro de la parte. En algún punto durante la solidificación, la puerta se solidifica, aislando el material en la cavidad del sistema de alimentación y de la

presión de compactación. Cuando esto sucede, el polímero fundido dentro de la cáscara representa la mayoría de la contracción remanente. Una sección más gruesa experimenta una contracción más grande, ya que contiene una alta proporción del material fundido.

#### 2.2.3.9.5 Defectos

El moldeo por inyección es un proceso complicado y pueden fallar muchas cosas. Algunos defectos comunes en las partes moldeadas por inyección son los siguientes:

Llenado insuficiente: igual que en fundición, éste se produce en una pieza que ha solidificado antes de llenar completamente la cavidad. El defecto puede corregirse incrementando la temperatura o la presión. El efecto también puede originarse por el uso de una máquina con capacidad de dosificación insuficiente, en cuyo caso se necesita una máquina más grande.

Rebaba: Esto ocurre cuando la fusión de polímero se mete en la superficie de separación entre las partes del molde; también puede ocurrir alrededor de los pernos de eyección. El defecto es causado generalmente por 1) ventilas y claros muy grandes en el molde, 2) presiones de inyección demasiado altas comparadas con la fuerza de sujeción, 3) temperatura de fusión demasiado alta o 4) tamaño excesivo de la dosis.

Marcas hundidas y huecos: Éstos son defectos relacionados generalmente con secciones gruesas de la pieza. Una marca hundida ocurre cuando la superficie exterior del molde solidifica, pero la contracción del material interno causa que la costra se deprima por debajo de la superficie nominal. Un hueco se causa por el mismo fenómeno básico; sin embargo, el material de la superficie retiene su forma y la contracción se manifiesta como un hueco interno debido al alto esfuerzo a la tensión en el polímero aún fundido. Estos defectos pueden tener su origen en un incremento de la presión de compactación que sigue a la inyección. Una mejor solución es diseñar la parte para tener secciones con espesor uniforme y usando secciones más delgadas.

Líneas soldadas: Las líneas soldadas ocurren cuando la fusión del polímero fluye alrededor de un corazón u otros detalles convexos en la cavidad del molde y se encuentran

en la dirección opuesta; los límites así formados se llaman líneas soldadas y pueden tener propiedades mecánicas que son inferiores a las del resto de la parte. Las temperaturas altas de fusión, las presiones altas de inyección, las localizaciones alternas de las puertas en la pieza y una mejor ventilación son formas de evitar este defecto.

### 2.3 Consideraciones en el diseño de productos plásticos

Los plásticos son materiales importantes de diseño, pero el diseñador debe estar consciente de sus limitaciones. En esta parte serán descritas algunos de los lineamientos de diseño para componentes de plástico, empezando con aquellos de aplicación general y después los aplicables a moldeo (moldeo por inyección y compresión).

#### 2.3.1 Consideraciones generales

Estos lineamientos generales se aplican independientemente del proceso de conformado. En su mayoría son limitaciones de los materiales plásticos que el diseñador debe considerar:

**Resistencia y rigidez:** Los plásticos no son tan fuertes y rígidos como los metales. No deben usarse en aplicaciones donde se pueden encontrar altos esfuerzos. La resistencia a la termofluencia es también una limitación. La resistencia de los plásticos varía significativamente entre unos y otros, la relación de resistencia al peso para algunos polímeros plásticos es competitiva con los metales en ciertas aplicaciones.

**Resistencia al impacto:** La capacidad de los plásticos para absorber el impacto en general es buena, se comparan favorablemente con la mayoría de los cerámicos.

**Temperaturas de servicio:** Las temperaturas de servicio de los plásticos son limitadas con respecto a los metales de ingeniería y a los cerámicos.

**Expansión térmica:** Es más grande para los plásticos; así que los cambios dimensionales debidos a variaciones de la temperatura son mucho más significativas que para los metales.

Muchos tipos de plástico están sujetos a degradación por la luz del sol y otras formas de radiación. También, algunos plásticos se degradan en atmósferas de oxígeno y ozono. Finalmente los plásticos son solubles en muchos solventes comunes. Por el lado positivo, los plásticos son resistentes a los mecanismos convencionales de corrosión que afligen a muchos metales. El diseñador debe tomar en cuenta las debilidades específicas de los plásticos.



Figura 24: La resistencia a la corrosión es una de las ventajas del plástico. Imagen tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0I37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14].

### 2.3.2 Partes moldeadas

Hay muchos procesos de moldeo de plásticos. En esta parte se enumerarán los lineamientos que se aplican al moldeo por inyección (el proceso de moldeo más popular) y moldeo por compresión.

**Cantidades de producción económica:** Cada parte moldeada requiere un molde único y el molde para cualquiera de estos procesos puede ser costoso, particularmente para moldeo por inyección. Las cantidades de producción mínima para el moldeo por inyección son usualmente alrededor de 10.000 piezas; para el moldeo por compresión la cantidad mínima es alrededor de 1.000 piezas, debido al diseño más simple del molde.

**Complejidad de la pieza:** Aunque las formas más complejas de las piezas significan moldes más costosos, de cualquier manera puede ser más económico diseñar un molde complejo si la alternativa implica ensamblar muchos componentes individuales. Una ventaja del moldeo de plásticos es que permite combinar múltiples características funcionales en una parte.

**Espesor de las paredes:** El espesor de la sección transversal es generalmente indeseable; representa desperdicio de material, probabilidad de causar arrugar debido a la contracción y más tiempo para endurecer. Se pueden usar costillas de refuerzo para lograr incrementar la rigidez sin espesores excesivos de pared. Las costillas deben hacerse más delgadas que las paredes que refuerzan para minimizar las marcas hundidas en el exterior de la pared.

**Radios de las esquinas y bordes:** Las esquinas agudas, tanto externas como internas, son inconvenientes en las partes moldeadas; interrumpen el flujo laminar de la fusión, tienden a crear defectos superficiales y causan concentraciones de esfuerzo en las partes acabadas.

**Agujeros:** Los agujeros son posibles en los moldeos plásticos, pero complican el diseño del molde y la remoción de la parte. También causan interrupciones en el flujo de la fusión.

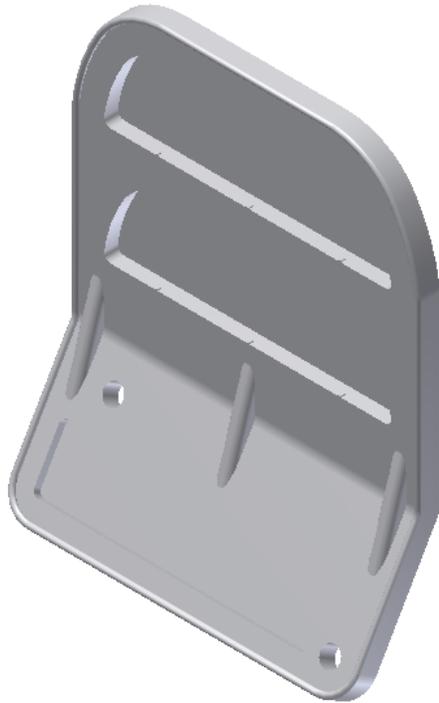
**Ángulo de salida:** La parte moldeada debe diseñarse con un ángulo de salida en sus lados para facilitar su remoción del molde. Esto es especialmente importante en las paredes interiores de una parte en forma de copa, porque el plástico moldeado se contrae contra el molde positivo. El ángulo recomendado para termofijos está entre  $0,5^\circ$  y  $1^\circ$ , y para termoplásticos varía usualmente entre  $1/8^\circ$  y  $1/2^\circ$ .

**Tolerancias:** Las tolerancias especifican las variaciones permisibles en la manufactura de una parte. Aunque la contracción es predecible bajo condiciones estrechamente controladas, son deseables amplias tolerancias en el moldeo por inyección, debido a las variaciones de los parámetros del proceso que se ven afectados por la contracción y la diversidad de formas que suelen encontrarse en las partes. La tabla 2 enlista las tolerancias típicas para las dimensiones de las partes moldeadas de plásticos seleccionados.

Tabla 2: Tolerancias típicas en partes moldeadas de plásticos seleccionados:

<b>Tolerancias para:</b>		
<b>Plástico</b>	<b>Dimensiones 2.0 pulg (50 mm)</b>	<b>Agujeros 3/8 pulg (10 mm)</b>
<b>Termoplásticos:</b>		
<b>ABS</b>	$\pm 0.007$ pulg. ( $\pm 0.2$ mm)	$\pm 0.003$ pulg. ( $\pm 0.08$ mm)
<b>Poliétileno</b>	$\pm 0.010$ pulg. ( $\pm 0.3$ mm)	$\pm 0.005$ pulg. ( $\pm 0.13$ mm)
<b>Poliestireno</b>	$\pm 0.006$ pulg. ( $\pm 0.15$ mm)	$\pm 0.004$ pulg. ( $\pm 0.01$ mm)
<b>Termofijos:</b>		
<b>Epóxicos</b>	$\pm 0.006$ pulg. ( $\pm 0.15$ mm)	$\pm 0.00$ pulg. ( $\pm 0.05$ mm)
<b>Fenólicos</b>	$\pm 0.008$ pulg. ( $\pm 0.2$ mm)	$\pm 0.00$ pulg. ( $\pm 0.08$ mm)

Valores representativos de la práctica típica de moldeo comercial. Para tamaños más pequeños se pueden reducir las tolerancias y para los más grandes, ampliar. Tabla tomada de <http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=> [Consulta: 2015, marzo 14].



## ***CAPÍTULO III***

### ***Marco Metodológico***

“El diseño de ingeniería se define como el proceso de aplicar diversas técnicas y principios científicos con el objetivo de definir un dispositivo, un proceso o sistema con suficiente detalle para permitir su realización” (Shigley y Mischke, 2002).

En el siguiente capítulo se describirán los pasos que se siguieron para la concepción del diseño final del poste delineador con retrorreflexión. Para ello, se estableció un proceso de diseño yendo de lo macro a lo micro pasando de una fase divergente, a una de transferencia y finalmente a converger con la comparación de diversas propuestas con ayuda de herramientas como brainwriting, sesión de generación de soluciones y una matriz de decisión con el respectivo desarrollo del diseño elegido.

## Capítulo III

### 3. Marco Metodológico

#### 3.1 Metodología del diseño

La metodología del diseño tiene por objeto proporcionar un modelo que permita elaborar un plan general que determine las operaciones necesarias con el fin de obtener una respuesta directa a las necesidades específicas de un problema (Sabino, 2002). En el proceso de diseño se seguirá una secuencia lógica buscando la mejor solución a la problemática expuesta. Se desarrollarán las posibles soluciones, a través de un razonamiento coherente y creativo, explicando las características de cada una de las ideas manejadas.

Más específicamente, el diseño en ingeniería consta de elaborar un plan para satisfacer una necesidad humana. Todo diseño tiene un propósito: la obtención de un resultado final al que se llega mediante un conjunto de acciones determinadas. Este plan pudiera traer soluciones de tipo intangibles como servicios, métodos o algoritmos computarizados; en caso de llegarse a la creación de un objeto que tiene una realidad física (como en este proyecto de investigación), entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil y que se pueda fabricar y comercializar.

Los diseñadores emplean un gran número de combinaciones de pasos y procedimientos de diseño, siendo un medio efectivo para proporcionar resultados organizados y útiles. De manera general, las fases de la metodología de diseño en el presente trabajo serán:

- Establecimiento de una necesidad
- Aceptación del problema
- Descripción del problema
- Sesión de generación de ideas
- Matriz de decisión

## **Establecimiento de una necesidad**

En primer lugar, se le da preponderancia a una necesidad de mejora de la calidad de vida de un sector, de alguien. Al concluirse esta primera fase del proceso de diseño se producirá un enunciado que establezca, en términos generales, cuál es en realidad el problema o necesidad a resolver. Para aproximarse a dicha necesidad es necesaria una descripción completa de la situación a estudiar para tener una visión más grande al momento de una concepción completa del sistema y para una primera aproximación a dónde se quiere llegar.

## **Aceptación del problema**

El hecho de aceptar un problema significa asumir todo el peso de la responsabilidad y seriedad que el mismo tiene. Aceptar conscientemente el problema ya previamente enunciado ayudará a determinar cuánta cantidad de tiempo, energía, interés, decisión y habilidad es necesaria para llevar la investigación hasta el final. Cabe destacar que debe evaluarse si el problema está de acuerdo con las prioridades inmersas en nuestro desarrollo como profesionales y si se tienen las calificaciones y el entusiasmo para encargarse del proyecto hasta terminarse.

## **Descripción del problema**

Es importante considerar que las ideas para resolver un problema son solamente formas de llegar a donde uno quiere llegar. En caso de no conocerse dónde se desea ir o qué se desea resolver en realidad, las ideas perderán solidez. Por tal motivo, surge la necesidad de tener un problema claramente descrito, de modo que se puedan buscar soluciones de una forma eficiente, productiva y directa.

Para ello será útil la aplicación de preguntas a la situación problemática como ¿Cuál es realmente el problema? ¿A quién afecta? ¿A quién beneficia? ¿No está resuelto ya? y ¿Cómo se verá una vez resuelto? Además de la aplicación de una encuesta al usuario para determinar si de verdad existe una necesidad. El objetivo de un análisis descriptivo del problema es conocer más acerca de él y tener en cuenta todo lo relevante que se conoce acerca del mismo. La llamada “descripción” es el puente necesario entre el análisis y la fase

posterior de concepción, tratándose de hacer un desglose tanto cualitativo como cuantitativo de la comprensión que se tiene del problema hasta este momento y una descripción de las especificaciones, alcance y limitaciones que el producto a diseñar debe tener.

### **Sesión de generación de ideas**

Una vez realizada la descripción del problema y determinadas las limitaciones y características que el producto a diseñar tiene que tener, se procede a la concepción del mismo. Es decir, a recopilar ideas preliminares a partir de las cuales se pueden asimilar los conceptos del diseño. Esta es probablemente la parte más creativa en el proceso del diseño. Para ello, primero se tendrá la aplicación de una encuesta, una sesión de generación de ideas y un “Brainwriting” donde se consultarán a un grupo de personas que incluyan conductores como taxistas que viajen en las vías más peligrosas como la Carretera Panamericana, la Autopista Gran Mariscal de Ayacucho y otras zonas de peligro para que aporten sus ideas en cuanto a la solución del problema, de modo que el diseñador y sus colaboradores pueden dejar que su imaginación considere cualquier idea que se les ocurra.

Estas ideas no deben evaluarse en cuanto a factibilidad, dado que se las trata con la esperanza de que una actitud positiva estimule otras ideas asociadas como una reacción en cadena en que se tome en cuenta que “ninguna propuesta es mala”, dejando así de tener limitaciones, teniendo una gran cantidad de ideas y pudiendo evaluarlas con el fin de escoger posteriormente la que se adapte mejor al propósito. También se seleccionará la idea idónea por medio de un cuadro comparativo especial llamado “Matriz de Pugh” en el que se tomarán en cuenta factores como viabilidad, funcionalidad, entre otros y se establecerán propuestas de diseño por medio de una sesión de generación de ideas.

### **Matriz de decisión**

Serán seleccionados los parámetros más importantes del problema, para así evaluar las diferentes alternativas expuestas entre las ideas ya recolectadas. Cada parámetro tendrá un peso ponderado según su importancia basada en estudios, investigaciones y encuestas

realizadas por el diseñador previamente, para así garantizar y contemplar tanto las variables como los detalles del diseño, produciendo así un conjunto de criterios con los que se pueda hacer una comparación y la final elección de la opción más apropiada. Para llevar a cabo tal elección será usada una matriz de decisión la cual, con determinados criterios de diseño y puntajes impuestos únicamente por el diseñador, arrojará como resultado la propuesta más factible a desarrollar en el proyecto.

### **3.2 Análisis de la necesidad**

#### **Preguntas a la situación problemática:**

##### **¿Cuál es “realmente” el problema?**

Aunque esta pregunta se responda acá de una manera que parece temprana, está justificada por el estudio de antecedentes que ya se presentó y por una investigación de usuario que se comentará posteriormente. Este estudio comenzó con un tema que parecía en su momento un problema, pero luego se consideró que era la consecuencia directa de otros elementos que si podrían ser considerados problemas. Se trataba de los Accidentes automovilísticos que ocurrían en las carreteras, que al ser profundizado resultó ser producto de un gran número de causas. Entre esas causas llamó la atención que un conjunto de ellas se relacionaban con la disminución de la percepción visual mientras se conduce debido a múltiples factores. Es por ello que el problema realmente es la escasa visibilidad que se presenta al conducir en carreteras provocada por lluvia, niebla, nocturnidad u otros factores.

##### **¿A quién afecta?**

Dentro del grupo de personas involucradas de manera negativa se encuentran los conductores por ser quienes directamente sufren las consecuencias en caso de ocurrir accidentes, que pueden ir desde daños materiales hasta la muerte. Por otro lado están las aseguradoras, que debido al mayor número de accidentes deben cubrir mayor número de pólizas; para ellas sería mejor que las personas pagasen sus primas y no tener que pagarles para resarcir daños en ningún momento. También están la vegetación y la fauna que se ve involucrada al momento de producirse un accidente, en algunos casos se producen

incendios y derrames de fluidos peligrosos. De igual manera se deben mencionar las instituciones encargadas de la seguridad vial y todo el personal de salud, que deben reaccionar a los accidentes aumentando su carga de trabajo.

### **¿A quién beneficia?**

Este grupo comprende a las personas que podrían obtener algún beneficio de esta situación. Entre ellas se encuentran las funerarias, que aunque parezca algo contradictorio, su trabajo obtiene lucro de los muertos que puedan dejar estos accidentes. También la delincuencia que aprovecha algunas de estas situaciones lamentables para obtener algún provecho de allí. Por otro lado se tienen a los vendedores que “hacen su agosto” en las colas que generan muchos de los accidentes que ocurren en las carreteras. Finalmente se pueden considerar a las empresas que se encargan de hacer reparaciones a las vías luego del deterioro que provocan todos estos accidentes.

### **¿No está resuelto ya?**

Es importante destacar que en Venezuela la mayoría de las carreteras no cuentan con un sistema de iluminación estable y completo, además se tienen en muchos casos deficiencias en la demarcación de las mismas. Por otro lado la implantación de dispositivos como los ojos de gato y las señalizaciones no está extendida y en muchos casos son escasos. Sumado a esto, cuando se presentan las condiciones descritas en el problema, muchos de los pocos métodos que se tienen pierden su eficacia y/o dejan de cumplir su función. Es por ello que se puede decir que el problema no está resuelto.

### **¿Cómo se verá una vez resuelto?**

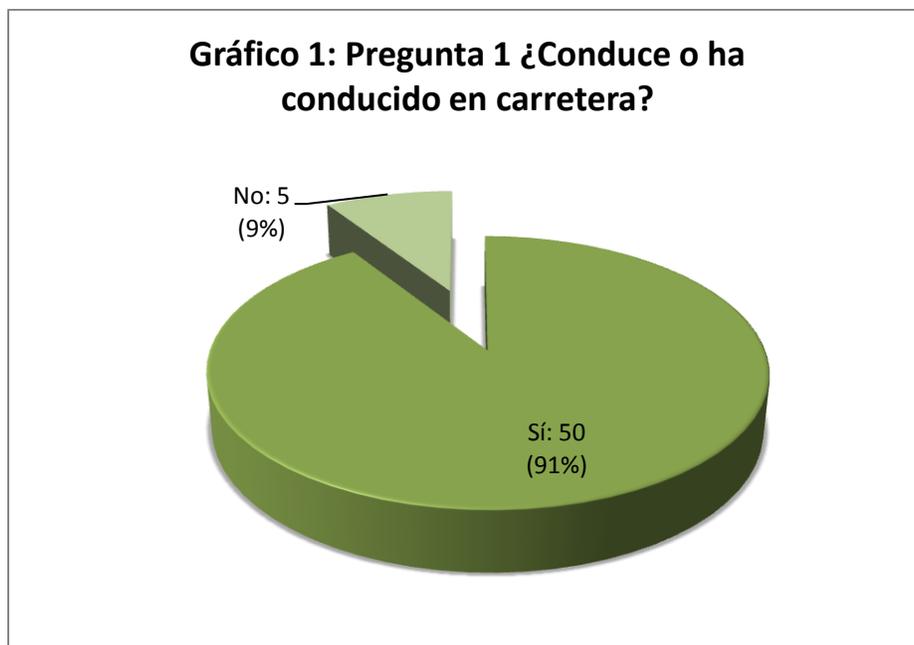
La respuesta a esta pregunta se dará en el método denominado Cuña de Televisión. El resultado de este método consiste en un video disponible en Youtube.com bajo la dirección:

**<http://youtu.be/DfISuoJ-Kpc>**

## Encuesta:

El modelo de encuesta utilizada se encuentra en el Anexo J. Ésta fue aplicada a 55 personas en las que se encuentran personas en la localidad de San Martín, Caracas, incluyéndose de forma anónima personas de diferentes personalidades y ocupaciones, también distintos conductores del terminal La Bandera (más que todo aquellos de la ruta Caracas-Guárico) y a distintos compañeros de estudio de la Facultad de Ingeniería de la UCV. En cuanto a las preguntas, aquí se designa un apartado donde se explica el objetivo de cada pregunta:

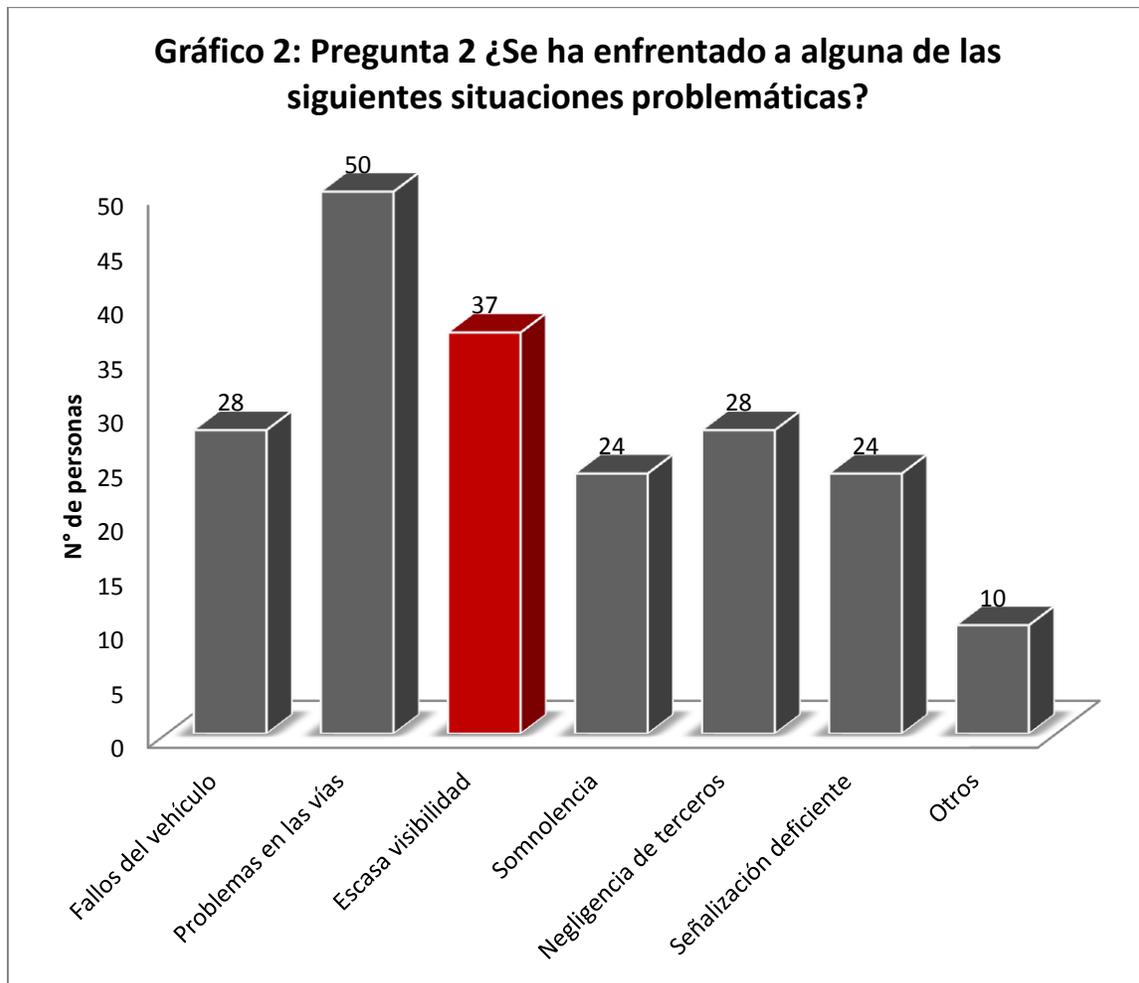
- Objetivo pregunta 1: Definir el universo de estudio, para garantizar que se recolectan datos de conductores que han transitado por carretera.



A pesar de que el investigador quiso seleccionar personas que hayan conducido en carretera, hubo personas que no contaban con esta condición, de modo que a raíz de la aplicación de la pregunta 1, se tuvo que de las 55 personas encuestadas, el 9% (5 personas) respondieron negativamente, de modo que dichas encuestas no fueron tomadas en cuenta

reduciendo la población de estudio a 50 personas, las cuales fueron las que continuaron con el resto de las preguntas.

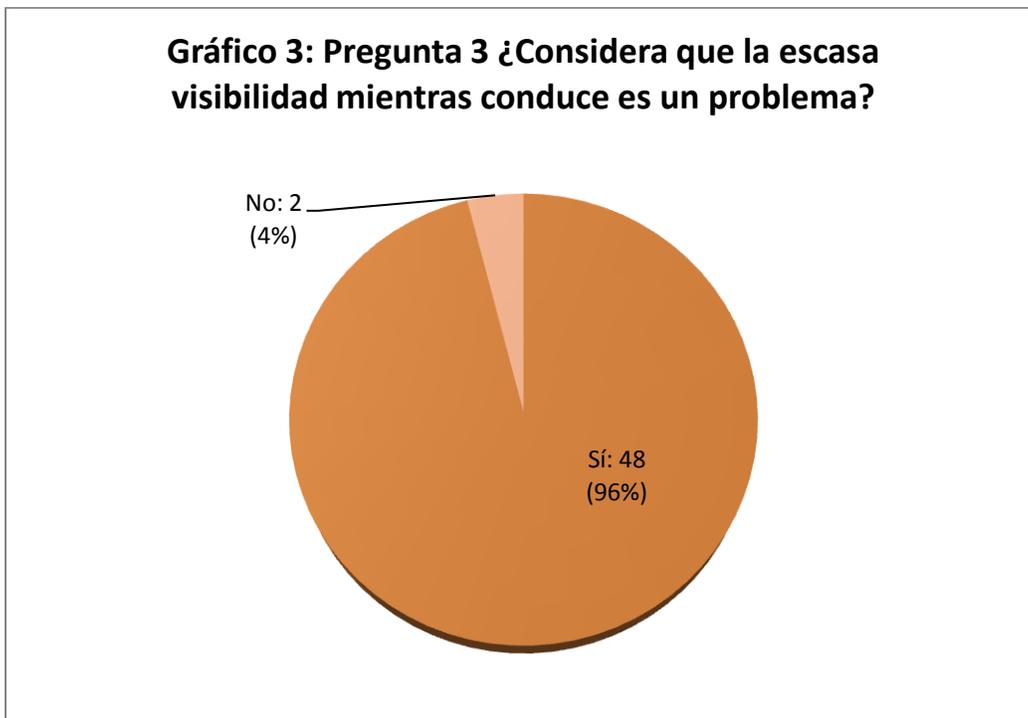
- Objetivo pregunta 2: Validar el problema dentro del conjunto de situaciones problemáticas que se consideraron inicialmente.



Al realizar esta pregunta se obtiene información valiosa que verifica que la situación problemática de “Escasa visibilidad” es la segunda circunstancia que enfrentan las personas que conducen en carretera, obteniéndose esa respuesta en 37 de las 50 personas. Es importante destacar que los problemas o deterioro que pueden presentar las vías es una situación que todas las personas han enfrentado y les han provocado en su mayoría

incidentes. Para la opción “Otros” sólo diez personas indicaron otras situaciones como: Descuidos personales como conducir con un estado emocional desequilibrado, impactos con animales, falta de pericia al realizar maniobras al conducir, pérdida de la atención de la vía completa provocada por la impresión al presenciar otro accidente automovilístico, entre otras. Dos personas, que conducen camiones para transportar insumos, reportaron también tener que detenerse en algunas ocasiones debido a la lluvia o niebla que imposibilitaba continuar un viaje seguro, lo que demoró de manera significativa su traslado y además los llevó a arriesgarse a otros peligros.

- Objetivo pregunta 3: Determinar si la escasa visibilidad que se puede presentar al conducir es realmente un problema.



Según el objetivo de esta pregunta se pudo constatar que las personas consideran que la reducción significativa de la visibilidad al momento de conducir es realmente un problema, salvo pocas excepciones que por distintas experiencias personales lo ven desde otro punto de vista.

- Objetivo pregunta 4: Recolectar ideas que se usarán posteriormente en el planteamiento de la solución.

Pregunta 4: En caso de considerar la escasa visibilidad al conducir un problema. ¿Qué solución recomienda?

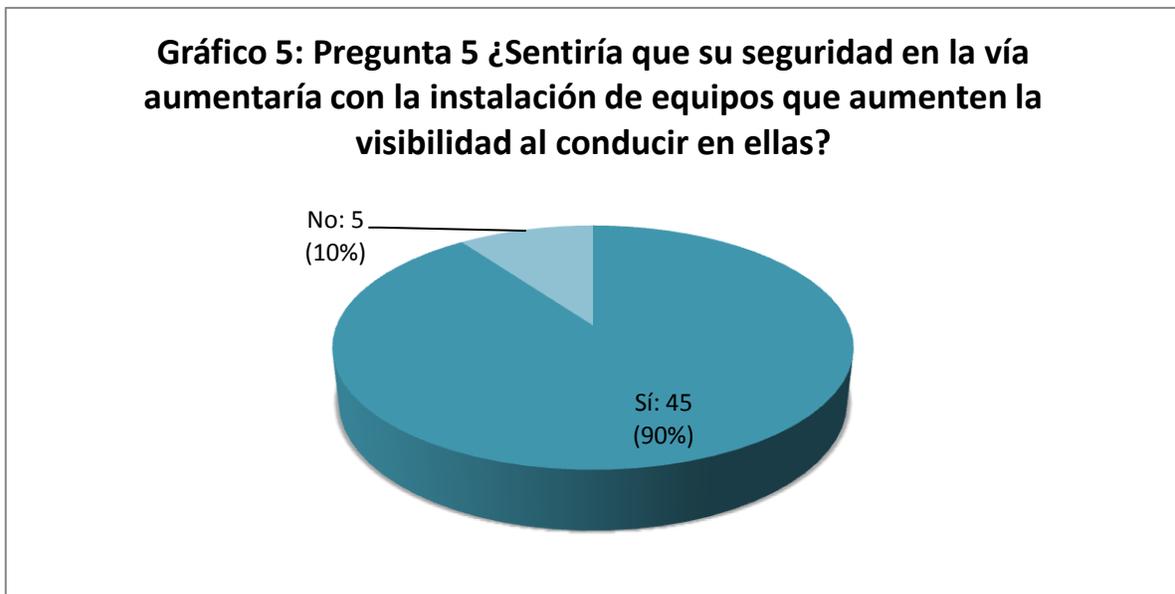
Es importante destacar que las personas encuestadas realizaron sus aportes en búsqueda de solventar el problema. No obstante, hubo un notable porcentaje de los encuestados que se abstuvieron de aportar ideas por determinadas razones personales como falta de tiempo, con lo cual se obtuvieron 27 ideas:

N°	Idea
1	Sistema de sonido, que produzca alertas para conocer las condiciones de la vía: “aunque no pueda ver, aún podría oír”
2	Piloto automático para que los vehículos se conduzcan solos
3	En lugar de que las vías tengan canales, que tengan carriles con separadores físicos
4	Que las vías tengan techos para que la lluvia no represente un problema
5	Disponer de luces en el pavimento como las que tienen los aeropuertos en las pistas de aterrizaje/despegue
6	Sistemas de iluminación en las carreteras, actualmente no hay nada
7	Más bombillos en la vía
8	Pintar la vía con algo luminoso
9	Pavimentar la vía mejor para que se aprecie mejor
10	Podar malezas y/o árboles que se encuentren dificultando la visibilidad de la vía
11	Mejorar iluminación
12	Franjas reflectantes en las defensas, donde hay vacíos
13	Mejorar el drenaje de las vías
14	Limpiar mejor las cunetas
15	Quitar las matas
16	Un ventilador gigante o algo que desvíe la niebla
17	Trancar las calles cuando haya clima muy fuerte

18	Que el gobierno haga lo que tiene que hacer
19	Hacer vitaminas que mejoren la visión de la gente
20	Aumentar la iluminación
21	Colocar espejos con los que se vean los puntos ciegos en las curvas cerradas
22	Un radar en el carro que indique sugerencias para conducir mejor
23	Reevaluar la licencia de las personas para que conduzcan con más fluidez y la vía se vea más despejada
24	Mejorar la mente de las personas para que recuerden todas las vías con sus dificultades y trucos y tengan mayor poder de concentración al manejar.
25	Eliminar las vallas publicitarias para disminuir las distracciones al manejar
26	Colocar más y mejores faros
27	Mejorar las luces de los carros

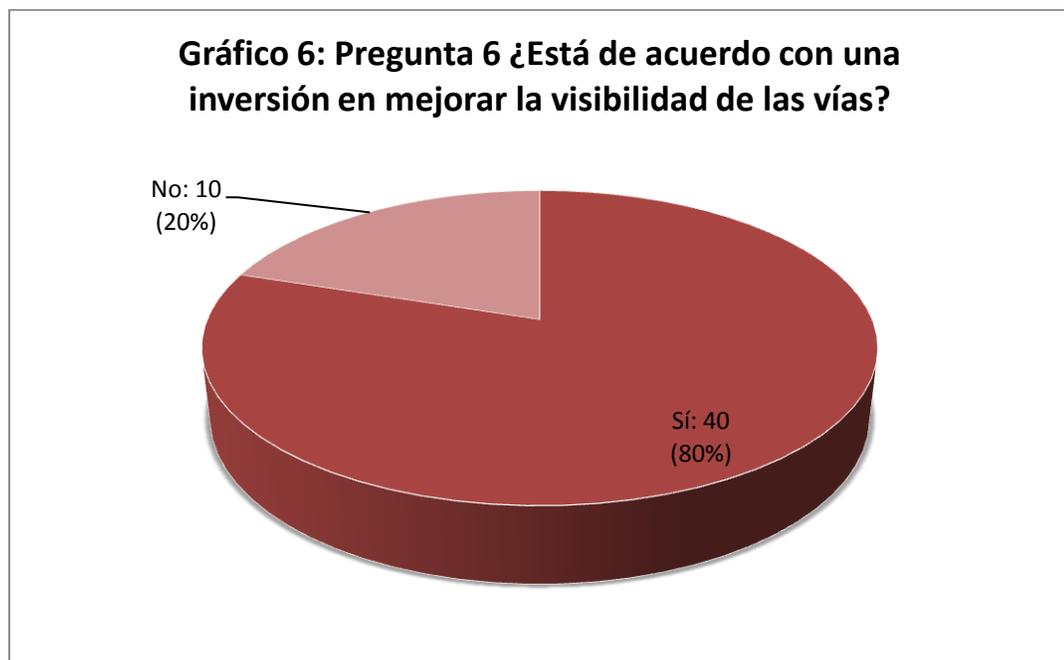
Tabla 3: Ideas obtenidas a partir de encuesta

- Objetivo pregunta 5: Obtener una visión de la percepción psicológica ante la implantación de dispositivos de demarcación vial.



Se tiene que el público percibe que la implantación de dispositivos que mejoren la visibilidad de la vía contribuirá a su seguridad. Se obtuvieron algunas respuestas negativas a esta pregunta por la implicación de la palabra “Seguridad” en cuanto a otros factores no tomados en cuenta en el estudio como actos delictivos en la vía, de modo que no en todos los casos se consideró la seguridad como el apartar la posibilidad de sufrir un accidente y/o incidente vial.

- **Objetivo pregunta 6:** Visualizar si el público considera que la falta de visibilidad en las vías es un hecho de suficiente relevancia como para justificar una inversión de recursos en su solución.



A pesar de que 10 personas respondieron negativamente a esta pregunta, pensando en otras alternativas de inversión por parte de los organismos gubernamentales a otros problemas, la mayoría estuvo de acuerdo con una inversión en mejorar la visibilidad de las vías, viéndose por parte del usuario final una aceptación en cuanto a que se dediquen esfuerzos en aplicar soluciones al problema tratado en el proyecto.

## Método de generación de ideas: Brainwriting

Para promover la participación de varias personas en la generación de ideas se aplicó un Brainwriting iniciando una conversación grupal en Facebook, de modo que se les explicó a los participantes que: luego de explicado el problema alguno de los miembros colocara las tres (3) primeras ideas que se le ocurran (sin sentir temor porque ninguna idea es tonta ni será subestimada). Después el siguiente integrante leerá estas ideas y agregará tres (3) más en el siguiente espacio. Así será hasta que todos aporten sus ideas.

Seguidamente se explicó que el problema a ser tratado era el siguiente: La escasa visibilidad que se puede presentar al momento de conducir en una carretera debido a la lluvia, niebla, nocturnidad, entre otros, y que llevaría a sufrir incidentes o accidentes. Se les dijo que imaginaran que van conduciendo y se presenta alguna de esas situaciones haciendo que su visibilidad se reduzca drásticamente. ¿Qué plantean que podría ser una solución para solventar esa situación y evite las terribles consecuencias que se pueden generar?

Las ideas obtenidas fueron las siguientes (las respuestas han sido colocadas directamente de la fuente para evitar interpretaciones):

Tabla 4: Ideas obtenidas mediante Brainwriting

Brainwriting			
Participante	Idea 1	Idea 2	Idea 3
1) <b>E. Palacios</b>	Usar postes que utilicen energía solar cargada durante el día.	Rediseño de las luces de los carros, que tengan un mayor rango para carreteras	Establecer por ley que después que anochezca no se pueda manejar.
2) <b>R. Sánchez</b>	Eso de las neblinas ocurren en ciertas localidades, por lo tanto toda carretera que esté en dichas localidades debe tener su señalización pertinente para prevenir a los que transiten por la vía	Se supone que si la visibilidad del conductor es afectada, entonces las longitudes de la calzada deberían ser más grandes.	Lo que se hace es reducir la velocidad de diseño de la vía, que a la final afecta a la velocidad del tránsito

<b>3) D. Murati</b>	Colocar más faros en la vía	Colocar más ojos de gatos y señalizaciones que reflejen	Mejorar los faros vehiculares en cuanto a la niebla
<b>4) J. Mejías</b>	A ver, si el problema es la visibilidad entonces se puede ver que sensor de proximidad se puede utilizar para crear una segunda visión para esos casos	Se podría tener un monitor que lo refleje, algo tipo la asistencia de estacionar pero con más rango	El parabrisas podría reflejarlo como una imagen superpuesta a la real, que indique más o menos el tamaño y la proximidad de los objetos, pero todo es cuestión de hallar el sensor correcto que pueda funcionar y que sea viable
<b>5) M. Aumaitre</b>	Demarcar las calles con un compuesto o producto fluorescente que alumbre cuando se haga de noche	Colocar sensores en el auto que detecten cantidad de humedad u oscuridad y dichos sensores no permiten que el carro pase de una velocidad determinada	Hacer un diseño de un parabrisas tipo pantalla touch, que pueda colocar visión nocturna en el mismo y visión térmica
<b>6) J. Lugo</b>	Bueno en caso d motorizados utilizar chalecos reflectores para que puedan ser vistos por los otros conductores y evitar arrollamientos	Viajar a una velocidad moderada.	Las señales viales deben estar bien resaltadas.
<b>7) L. Bello</b>	No conducir de noche	Usar algo que sople la lluvia o neblina tan fuerte que no caiga encima del vidrio del carro	Rodar solo por donde exista alumbrado
<b>8) R. Rodríguez</b>	Que un sistema de soplado disipe la lluvia o la neblina y así puedes conducir	Contratar a alguien que limpie el parabrisas por fuera	Transportarnos por vía aérea solamente

## Matriz de Pugh

Las ideas recolectadas entre las encuestas realizadas y el brainwriting totalizaron 35, de las cuales se tomaron las 8 ideas que mejor engloban lo dicho por los encuestados según el criterio de los autores y que de por sí sean lógicas, además, se compararon con ayuda de unos criterios determinados y se les ponderó a cada una con una puntuación entre cero (que no tiene que ver con el criterio) hasta cinco (muy relacionado).

Criterios:

- Viable: Dícese de lo que tiene probabilidades de llevarse a cabo.
- Seguro: Libre y exento de todo peligro o daño.
- Funcional: Práctico, utilitario, que antepone la utilidad ante sus otras cualidades.
- Económico: Que gasta o consume poco tiempo y recursos.

<b>Ideas</b>	<b>Viable</b>	<b>Seguro</b>	<b>Funcional</b>	<b>Económico</b>	<b>Total</b>
<b>1. Usar postes que utilicen energía solar cargada durante el día.</b>	3	3	5	1	12
<b>2. Mejorar los faros vehiculares en cuanto a la niebla</b>	3	5	4	2	14
<b>3. Delinear las calles con un compuesto o producto fluorescente que alumbre cuando se haga de noche</b>	4	4	5	4	18
<b>4. Reducir la velocidad de diseño de la vía, que a la final afecta a la velocidad del tránsito</b>	2	5	3	2	12
<b>5. Sistemas de iluminación en las carreteras</b>	5	3	5	3	16
<b>6. Sensor de proximidad que se puede utilizar para crear una segunda visión</b>	2	5	5	1	13
<b>7. No conducir de noche</b>	1	5	5	5	16
<b>8. Colocar sensores en el auto que detecten cantidad de humedad u oscuridad y dichos sensores no permiten que el carro pase de una velocidad determinada</b>	1	5	5	1	12

Tabla 5: Matriz de Pugh de las ideas anteriores

Las ideas ganadoras serían la de mejorar los faros vehiculares en cuanto a la niebla (algo complejo al modificar el diseño de todos los carros), no conducir de noche (solución eficaz pero muy poco viable) e implantar un sistema de iluminación en las carreteras.

### **3.3 Restricciones preliminares**

La apariencia externa influye directamente en la selección de un posible cliente al pensarse en la futura comercialización del producto, de modo que la estética del mismo será tomada en cuenta a pesar de que a simple vista no sea un factor preponderante en un producto orientado a la prevención de accidentes.

En cuanto a la ingeniería usada en el producto existen algunas restricciones en cuanto al material usado, la disponibilidad del mercado en Venezuela se centra en el plástico tanto para el poste delineador en sí como para el dispositivo catadióptrico, así que se dejará de lado el material retrorreflectante. Así mismo, se ahorrará la máxima materia prima posible.

En el aspecto de procesos de fabricación se hará lo posible por una fácil y accesible fabricación, en la medida de lo posible con una producción en serie viable, también se buscará una sencilla instalación y embalaje del producto elegido, el cual se buscará que pueda ser instalado tanto en el borde de la vía como en barandillas fijas.

### **3.4 Sesión de generación de ideas**

Este método consiste en generar una serie de ideas propias del problema planteado, realizando una serie de bocetos con el objeto de crear el producto deseado. Es importante destacar que para la ejecución de este punto se tendrá presente la consigna de “ninguna propuesta es mala”, para así no tener limitaciones de ningún tipo y poder evaluar una cantidad de sugerencias con el fin de escoger la que mejor se adapta al propósito. Cada idea tendrá una breve descripción de las características para ofrecer así una mejor perspectiva.

## Propuesta N° 1

La primera propuesta consta de un delineador liso insertado en una base cilíndrica que a su vez estaba sujeta a una lámina que puede ser conectada a otra lámina para una instalación continua y sin necesitar demasiadas perforaciones en el suelo o en la barandilla donde deba ser colocada. La desventaja principal de esta idea recae en que se necesitaría material retrorreflectante y la instalación requiere el empleo de una gran cantidad de materia prima.

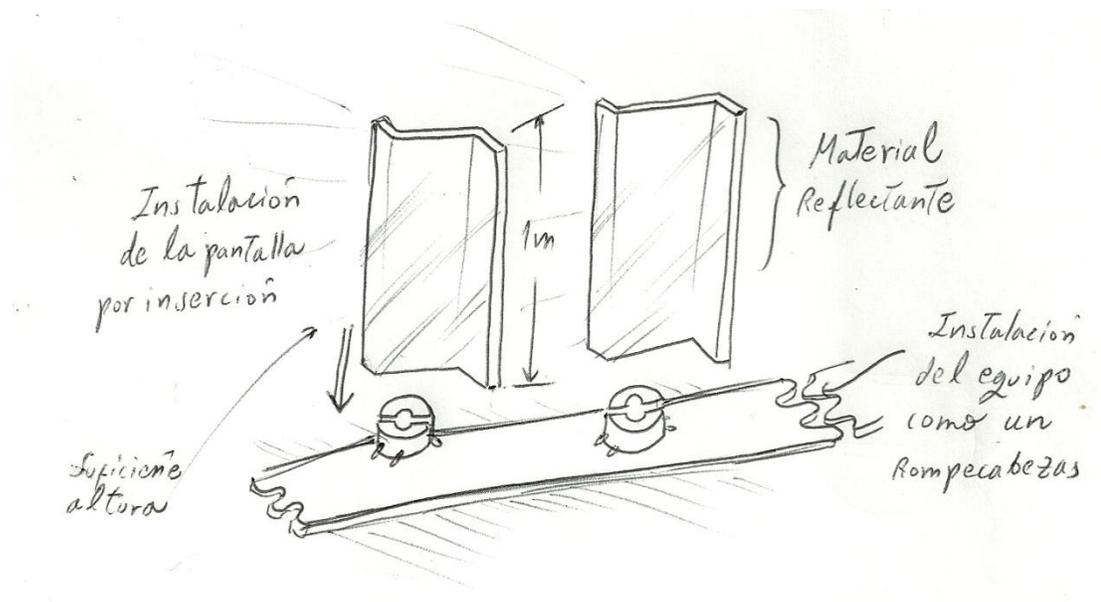


Figura 25: Bosquejo de la primera propuesta para el poste delineador

## Propuesta N° 2

La segunda propuesta constaba de tres elementos: el poste delineador con un espacio para insertar el dispositivo de retrorreflexión, un segundo elemento que sería dicho dispositivo y un tercer elemento en forma de tapa para sellar la unión de los dos anteriores. Para la producción en los moldes de inyección de plástico se usaría una combinación como la mostrada en la figura. No obstante, dicha configuración provocaría que la inyección de

plástico trajera muchos defectos y la parte inferior del poste promovería una instalación dificultosa en la vía.

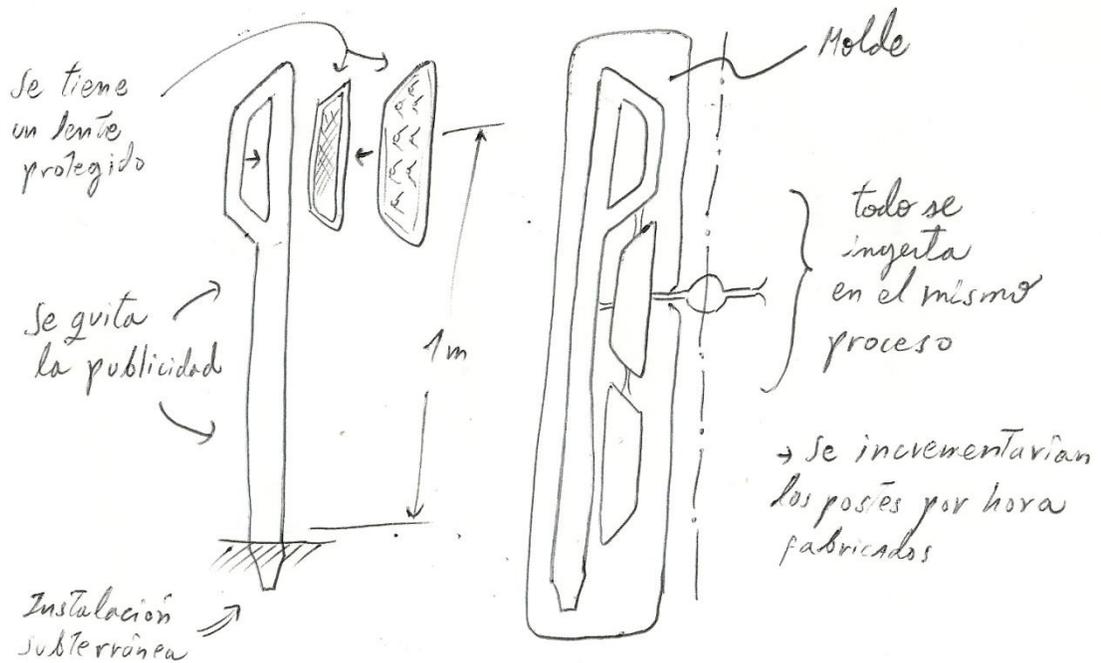


Figura 26: Bosquejo de la segunda propuesta para el poste delineador

### Propuesta N° 3

La tercera propuesta es similar a la anterior con los tres elementos pero cuenta con un cuarto producto opcional en forma de lámina con pestañas que puede colocarse de un lado del poste delineador con la posibilidad de añadirse publicidad en él. En otros aspectos, se hace una modificación del diseño colocando una solapa al poste delineador para que la parte protectora tenga más área de contacto y pueda ser colocado con mayor seguridad, además de agrandarse un poco la parte inferior del delineador para garantizar una mejor instalación. Las delimitaciones de esta propuesta recaen en el exceso de materia prima requerida y en la dificultad de producir las piezas idealizadas inclusive dejando de un lado la producción en serie.

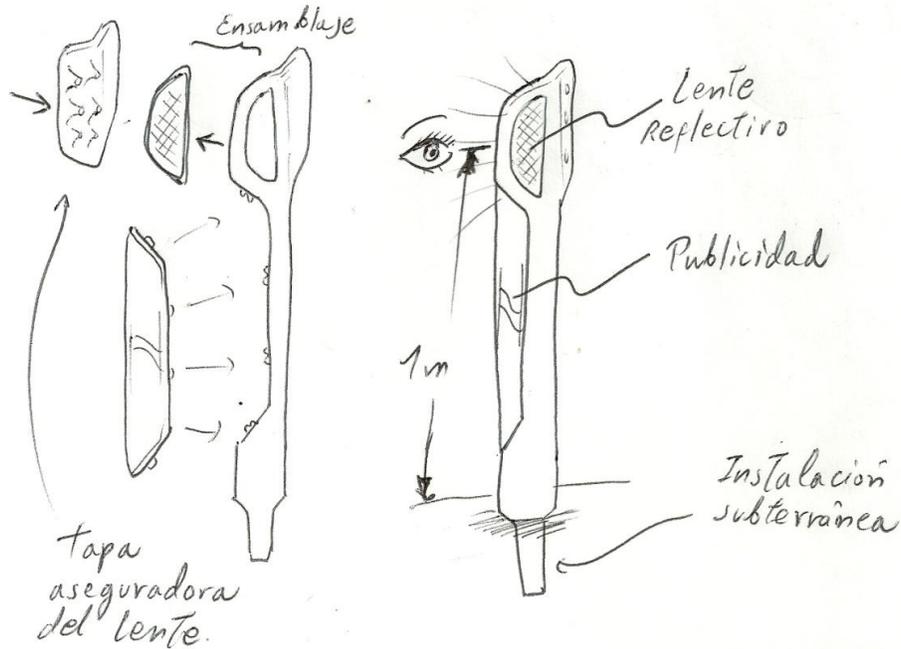


Figura 27: Bosquejo de la tercera propuesta para el poste delineador

#### Propuesta N° 4

La cuarta propuesta consiste en un dispositivo con dos espacios en los que se le coloquen dos catadióptricos para mayor visibilidad del mismo, sin necesidad de colocar un elemento detrás ya que se tendrán unas pequeñas pestañas con las que se insertarán dichos retrorreflectores. Así mismo, se fabricará independiente de la estructura en forma de poste, de modo que pueda instalarse en barandillas o en unos formas extruidas que pueden insertarse en unas bridas e instalarse en el suelo haciendo las veces de un poste delineador.

Otra de las características de esta propuesta es que cuenta con unas membranas que aportan resistencia al diseño sin necesitar añadir mucho material y también se le resta material redondeando las pestañas para así prevenir las aristas vivas que pudieran agravar las lesiones de las personas que, conduciendo motocicletas, choquen con el producto a instalar. Uno de los inconvenientes de esta propuesta es la necesidad de utilizar varios tornillos en la instalación, pudiéndose incrementar los tiempos de fabricación, ensamble y colocación en la vía.

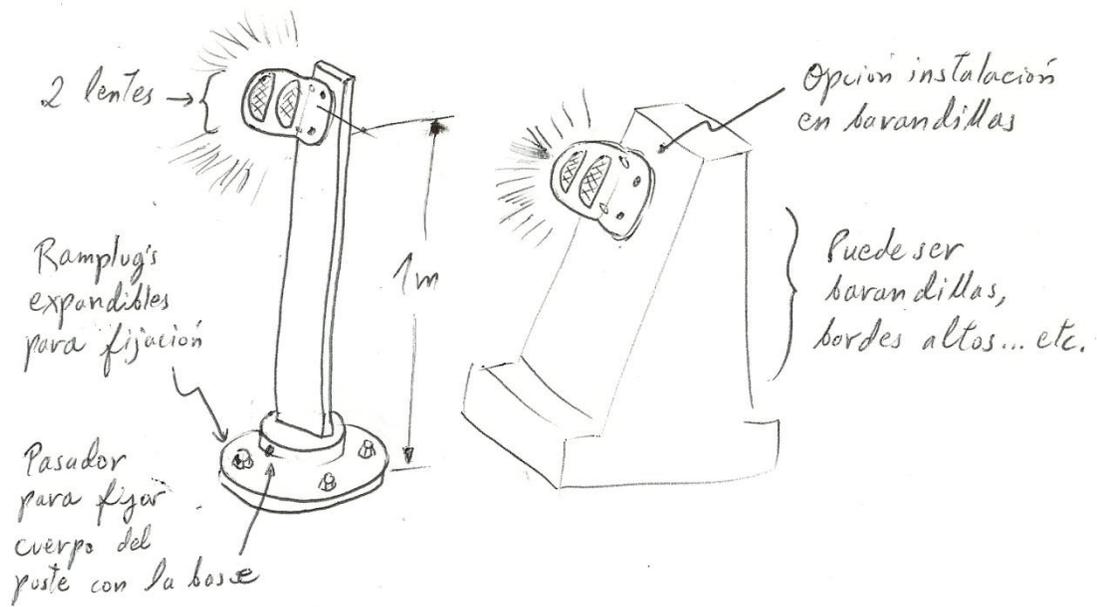


Figura 28: Bosquejo de la segunda propuesta para el poste delineador

### Análisis de las propuestas:

A continuación se seleccionarán y describirán los parámetros más importantes al seleccionar la mejor solución al problema planteado. Cada parámetro tendrá una ponderación según su importancia, contemplando así tanto las variables como los detalles del diseño en cuestión.

Para realizar la matriz de decisión deberán ser utilizados un conjunto de parámetros de selección para las opciones presentadas, de modo que los criterios a continuación verificarán la efectividad de las posibles soluciones, dando un punto de partida para comparar y realizar una selección técnica y metodológica.

Dimensiones: Este punto está relacionado con el tamaño general del ensamble o el espacio a ocupar del mismo en función del área superficial (además de tomarse en cuenta la facilidad y capacidad de almacenaje del mismo).

Embalaje: El despiece debe conducir a un embalaje práctico y fácil de realizar, de modo que la distribución del producto se pueda hacer de manera tal que se promueva un flujo continuo en la producción y promoción del mismo.

Estética: Este punto es notorio a la hora de desarrollar un producto que se piensa comercializar, siendo importante la propuesta de un producto original y de apariencia aceptable.

Proceso de fabricación: Este punto está relacionado con el tiempo de fabricación del producto que se espera sea el menor posible, el número de piezas a usar que se esperan las menores posibles, las herramientas a usar para su fabricación y su ensamblaje las cuales deben estar al alcance de la empresa Majo Industrial C.A. y en suma, el proceso de fabricación debe ser factible, económico, rápido y adecuado.

Costo: Referido a todos los costos fijos y variables que involucraría la elección de una alternativa sobre otra. Este aspecto está relacionado con la cantidad de material a utilizar, el tiempo de fabricación, el material necesario para su distribución, entre otros.

Mantenimiento: Este punto está relacionado con los costos, frecuencia y facilidad del mantenimiento; ya sea preventivo o correctivo. Se toman en cuenta costos para el mantenimiento preventivo de aquellos involucrados en el cambio o limpieza de uno de los componentes cuando sea prudente en aras de garantizar la calidad del producto.

El costo de mantenimiento correctivo se analiza cuando el defecto ya se ha producido, tomándose en cuenta en teoría los procedimientos involucrados.

La frecuencia del mantenimiento se refiere a cada cuanto tiempo se debe realizar dichos procesos de preservación en el tiempo del dispositivo.

La facilidad del mantenimiento se refiere a la accesibilidad a los diferentes componentes a ser mantenidos, así como el tiempo para esta actividad.

Funcionalidad: Este punto está relacionado al cumplimiento de la función principal del poste delineador con retrorreflexión: Retrorreflejar la luz incidente tanto de día con

condiciones climáticas despejadas como en la noche con condiciones climáticas adversas como niebla y/o lluvia.

Material: El material utilizado debe ser un plástico disponible en el mercado. Debe evitarse en la medida de lo posible el material retrorreflectante, ya que como materia prima es realmente poco viable de adquirir.

Instalación: El dispositivo debe poder ser instalado adecuadamente en el borde de la vía con suficiente agarre para considerarse como fijo. Así mismo, se desea en la medida de lo posible una instalación adaptable: El dispositivo de alguna forma debe poderse instalar también en barandillas fijas.

### **3.5 Matriz de decisión**

La escala de evaluación de cada parámetro referido a cada diseño estará comprendida entre 1 y 5, siendo 1 el más desfavorable y 5 el más favorable.

A cada parámetro se le dará un factor debido a su importancia desde tres puntos de vista: Consumidor, fabricante y usuario. Estos puntos de vista serán promediados entre sí, sin tomar en cuenta aquellos casos en los cuales la ponderación sea cero.

Luego de conseguida la puntuación para cada parámetro, este se multiplicará por la ponderación de ese parámetro en cada propuesta y luego se sumarán los subtotales de cada una para llegar a la puntuación total.

A modo demostrativo, y para dar una clara percepción de la forma de evaluar cada propuesta, se dará un ejemplo de cómo se han hecho los cálculos en la matriz de decisión:

Será tomada la propuesta X y los parámetros 1,2 y 3:

Cada parámetro es evaluado desde el punto de vista del consumidor, fabricante y usuario y se promedia sin tomar en cuenta el valor que no afecte.

Tabla 5: Datos ejemplo para los cálculos de la matriz de decisión

Parámetro	Consumidor	Fabricante	Usuario
1. Precio	3	2	-
2. Altura	-	5	1
3. Uso	2	4	3

*Parámetro 1:*  $\frac{3 + 2 + 0}{2} = 2,5 \text{ pts}$ ; *el factor para el parámetro 1 es 2,5 pts*

*Parámetro 2:*  $\frac{0 + 5 + 1}{2} = 3 \text{ pts}$ ; *el factor para el parámetro 2 es 3 pts*

*Parámetro 3:*  $\frac{2 + 4 + 3}{3} = 3 \text{ pts}$ ; *el factor para el parámetro 3 es 3 pts*

Si en la propuesta X a los parámetros 1,2 y 3 se les da el puntaje 4, 2 y 5 respectivamente, el total daría:

$$(2,5 * 4) + (3 * 2) + (3 * 5) = 31 \text{ pts}$$

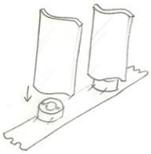
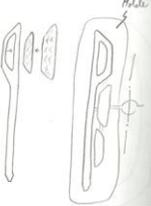
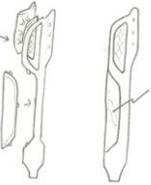
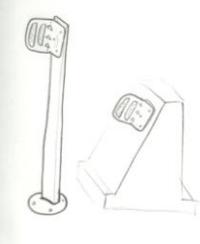
En el presente trabajo de investigación, los factores de importancia de los parámetros a usar en la matriz de decisión serían los siguientes:

Tabla: Factores de parámetros seleccionados para la matriz de decisión

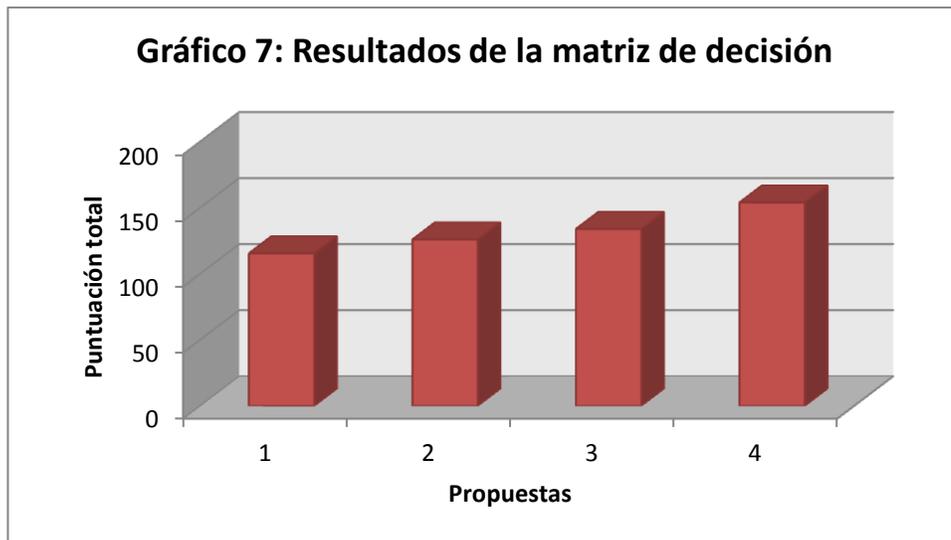
Parámetro	Fabricante	Instalador	Usuario	Factor
<b>Dimensiones</b>	3	3	3	3,33
<b>Embalaje</b>	3	4	0	3,5
<b>Estética</b>	2	4	5	3,66
<b>Proceso de fab.</b>	5	0	0	5
<b>Costo</b>	5	5	0	5
<b>Mantenimiento</b>	2	3	3	2,5
<b>Funcionalidad</b>	4	3	5	3,66
<b>Material</b>	4	3	0	4
<b>Instalación</b>	2	4	0	3

Tomando en cuenta las 4 propuestas expuestas anteriormente, se tendría la siguiente Matriz de decisión total:

Tabla 6: Matriz de decisión de las propuestas

		Propuestas							
		1		2		3		4	
<b>Matriz de decisión: Poste delineador vial con retroreflexión</b>									
Parámetro	Factor	Pts	Subtotal	Pts	Subtotal	Pts	Subtotal	Pts	Subtotal
Dimensiones	3	4	12	5	15	5	15	5	15
Embalaje	3,5	3	10,5	3	10,5	3	10,5	4	14
Estética	4	3	12	2	8	4	16	5	20
Proc. de fab.	5	4	20	3	15	3	15	4	20
Costo	5	2	10	3	15	3	15	4	20
Mantenimiento	4	3	12	5	20	5	20	4	16
Funcionalidad	4	5	20	4	16	4	16	5	20
Material	3,5	2	7	5	17,5	5	17,5	4	14
Instalación	3	4	12	3	9	3	9	5	15
<b>Total</b>			115,5		126		134		154

La matriz de decisión pudiera ser graficada de la siguiente forma:



La propuesta con mayor puntuación fue la número 4, de modo que será aquella con la que el diseño será desarrollado, visualizándola desde el punto de vista técnico, económico y con un mayor detalle ingenieril.

### **3.6 Análisis de la propuesta elegida**

La matriz de decisión arrojó la opción 4, la cual desde el punto de vista técnico se centra en un simple ensamblaje entre piezas de plástico fijadas con uniones atornilladas, representando un conjunto de piezas perfectamente manufacturables y materiales accesibles.

Al detallar la propuesta decidida, es prudente plasmar los diversos bosquejos que fueron surgiendo en el proceso de diseño de la misma. En primer lugar se tienen algunas características del producto, como la aplicación de pequeñas pestañas en el orificio donde va el retrorreflector, la forma en la que iría la unión atornillada con respecto a la inclinación del dispositivo, la forma en cómo sería insertado el lente y la decisión de colocarle dos catadióptricos uno contiguamente del otro lateralmente y no longitudinalmente. El primer bosquejo sería el siguiente:



el diseño fue cambiando en algunos aspectos como los que se visualizan en la figura siguiente:

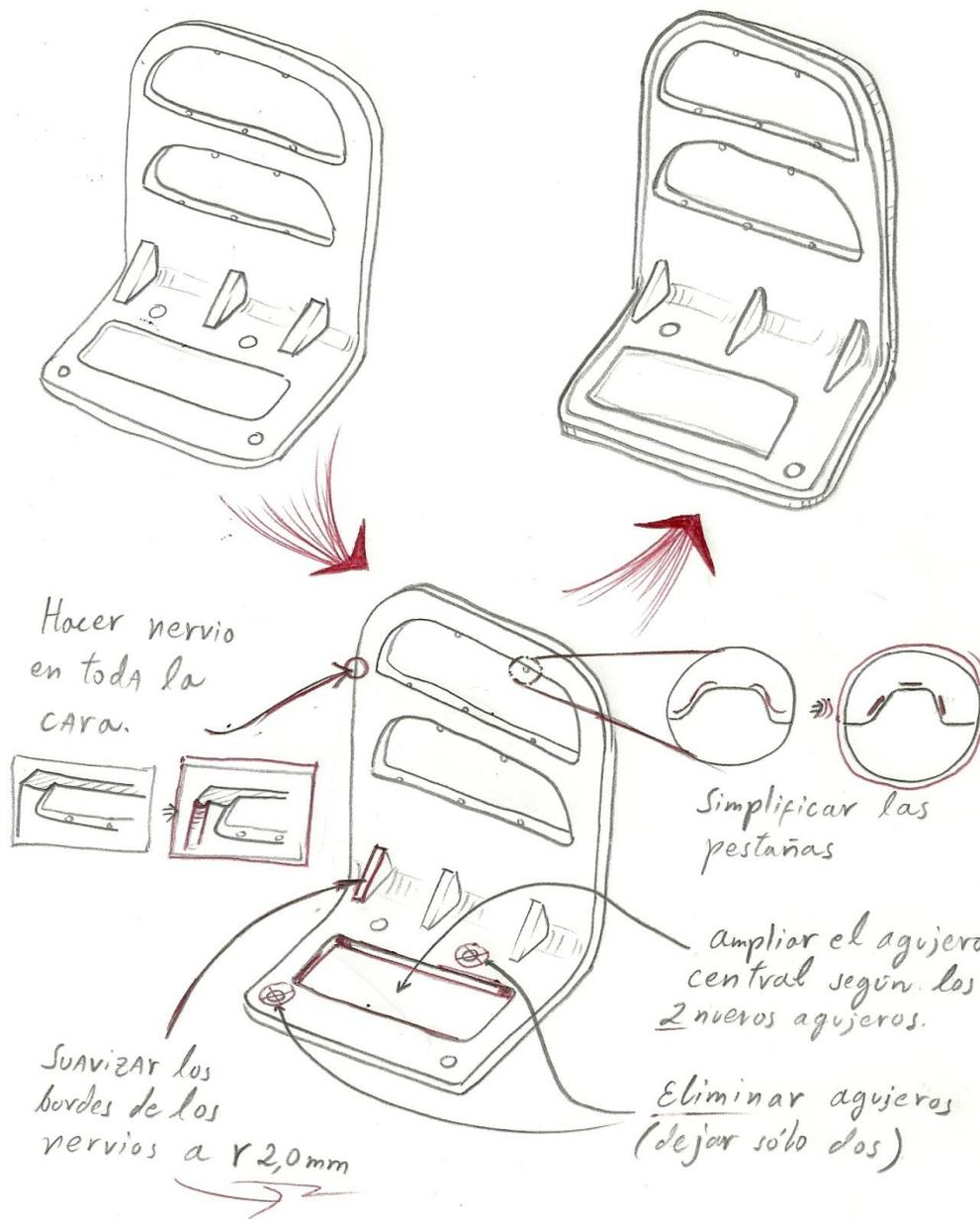


Figura 30: Bosquejo 2 donde se visualizan algunos cambios en el diseño

Se puede ver la idea de colocar un nervio en toda la cara posterior del bastidor para fortificar su estructura, en colocar un diseño más sencillo para las pestañas (dejando atrás la

idea de que tengan una forma idéntica a la del lente con una disminución de la escala), disminuir el número de tornillos de cuatro a dos para ahorrar en insumos y tenerse igual funcionalidad a la hora de anclarlo a donde se tenga que anclar, ampliar el agujero para colocar la marca para ahorrar material y suavizar los bordes de tres nervios ahorrando material, estilizando el diseño y promoviendo una superficie menos filosa. Otro bosquejo sería el que sigue:

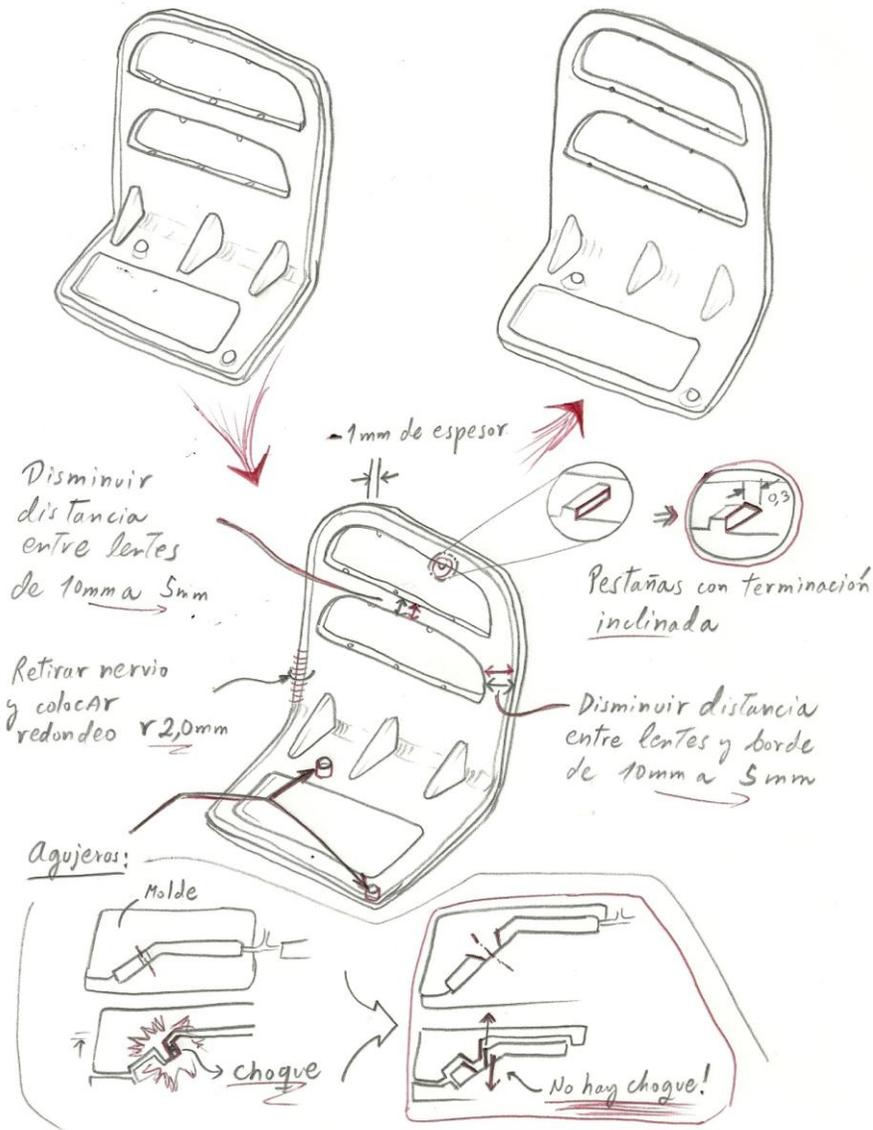


Figura 31: Bosquejo 3 donde se visualizan algunos cambios en el diseño

En este bosquejo se pueden apreciar buena parte de las decisiones finales acerca del diseño del bastidor, de modo que se decidió reemplazar el nervio que cubría la cara donde van insertados los lentes por un redondeo de radio 2mm, disminuyendo la cantidad de material empleado. Así mismo se disminuyó la distancia entre los dos lentes y cada lente y el borde de 10mm a 5 mm, se cambió el diseño de la pestaña para que los lentes puedan ser retirados con mayor facilidad en caso de necesitarse limpieza y/o mantenimiento, se disminuyó el espesor de la pared del bastidor en 1mm y se le hizo una conicidad a los agujeros lo suficientemente amplia como para que al momento de moldearse y retirarse el molde de ambas partes, no haya interferencia por parte de los elementos con los que se harán los agujeros, promoviéndose así su fabricación exitosa.

Así mismo, también se tiene una vista 3D del lente ya estudiado y probado pero sin considerar las incrustaciones cúbicas, simplificando características que para la investigación presente no se consideran tan relevantes.

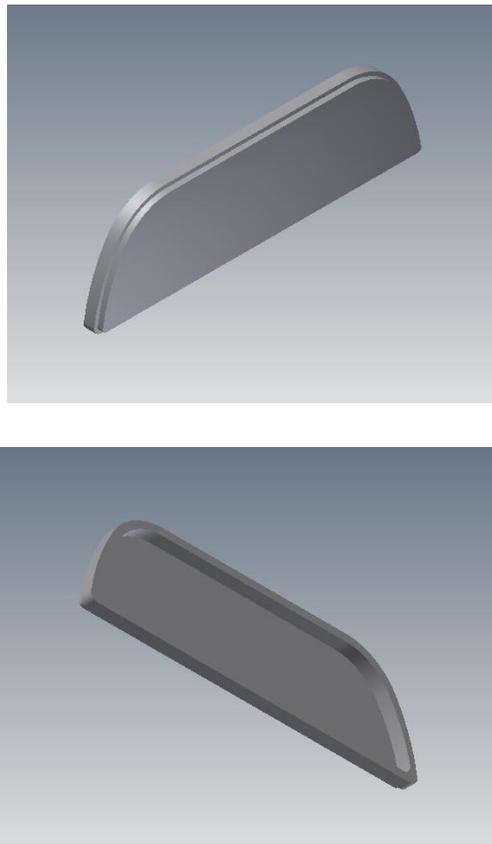


Figura 32: Vista 3D del lente retrorreflector

### **3.7 Selección del material**

El material a usar en el dispositivo es una parte importante del diseño del mismo, seleccionando el que mejor se adapte al diseño final. Dicho material debe tomar en cuenta tanto la rentabilidad al producirlo como su manufacturabilidad y funcionalidad, de modo que habría diferencias si se elige un metal, un cerámico o un polímero por las múltiples características de cada uno.

En el amplio ámbito de los materiales plásticos, un lugar muy especial corresponde a los termoplásticos. La razón fundamental de este hecho es que estos incluyen un conjunto de posibles materiales que pueden fácilmente calentarse, moldearse y formar una nueva forma endurecida conservando un sin número de aplicaciones hasta hace poco reservadas para el acero, madera, aluminio o, entre otros, al cemento.

Aplicaciones tan amplias que van desde juguetes hasta tuberías requieren de una gran ductilidad, maleabilidad, resistencia a la corrosión y larga duración, entre otros. Por tal motivo, para la elaboración de la parte donde van contenidos los lentes del poste, llamado bastidor, se usará Poliestireno de alto impacto, ya que, a pesar de no tener tanta resistencia a los rayos UV como el policarbonato, posee excelentes propiedades para su manufactura, resistencia mecánica apreciable y un excelente precio que promueve una atractiva rentabilidad del proyecto. Así mismo, para los lentes, se dispondrá de un material que pueda reflejar con intensidad la luz incidente, que también posea resistencia al impacto y que sea accesible de adquirir en el mercado, siendo este el Policarbonato.

Análogamente, para la base del poste (incluyendo el cuerpo del mismo) se requerirá un material con características similares a las del bastidor que sostendrá los lentes, ya que no se requerirá la reflectividad de dicha base y es prudente seguir en pro de la rentabilidad del proyecto, de modo que también se fabricará de Poliestireno de alto impacto, teniéndose así solamente dos materiales en el proyecto, lo que evitaría un incremento en la dificultad en la adquisición de materia prima.

### 3.8 Descripción del diseño final

Postes delineadores: Se componen de un paquete con el poste propiamente dicho que se puede dividir en las siguientes partes (sin mencionar los 3 ramplug expandibles y el manual de instalación y mantenimiento contenido en el empaque). Cabe destacar que la elección de los insumos fue llevada a cabo con adaptación al mercado actual en cuanto a estándares disponibles:

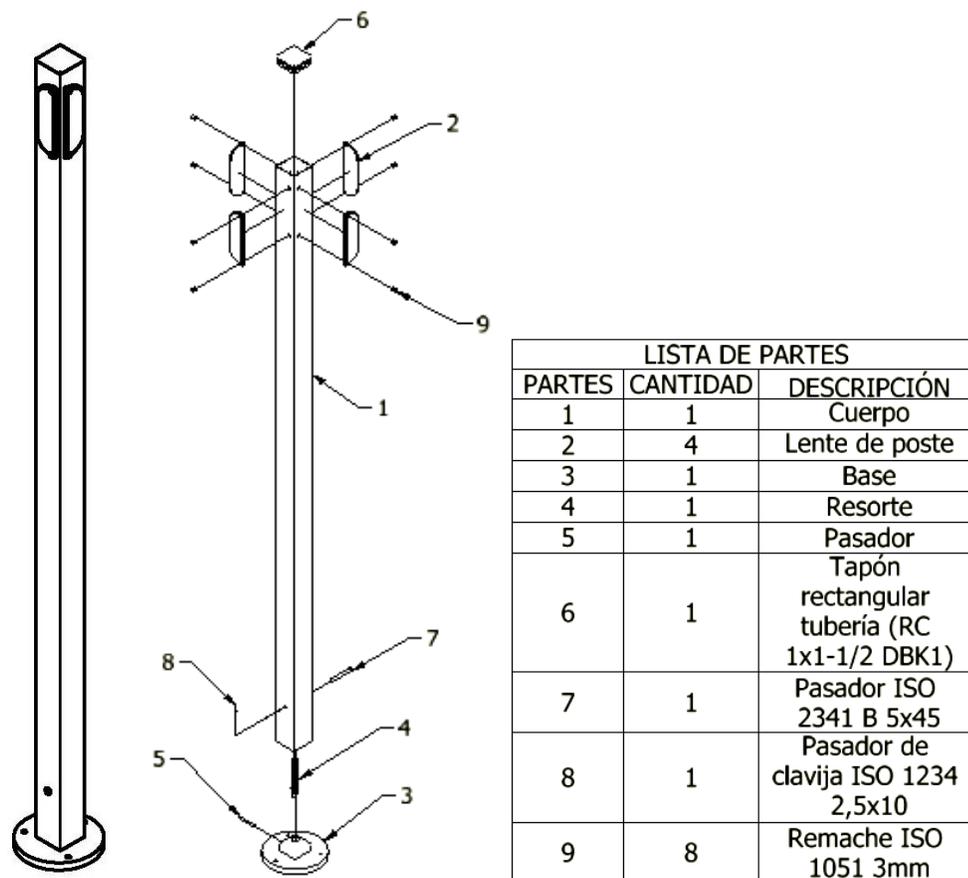


Figura 33: Despiece del poste delineador vial donde se aprecian sus partes.

1. Cuerpo: Se compone de un tubo cuadrado hecho de polietileno de alto impacto de aprox. 1m de altura de sección cuadrada de 1 ½ pulgadas con perforaciones especialmente colocadas para insertar los insumos y ensamblar todo el dispositivo.
2. Lentes del poste: Serán formas curvilíneas con unas dimensiones aproximadas de 100x30mm con dos caras, una plana y la otra fabricada con un perfil de cubos lisos

- hechos especialmente para reflejar la luz incidente por su misma geometría. El material de dichos lentes será un plástico transparente de alta resistencia llamado Policarbonato.
3. Base: Se describe como un dispositivo de anclaje con agujeros donde se colocarán los ramplug para fijarlo en el suelo y de un agujero pasante en el centro del mismo donde irá una parte del resorte que será un sostén importante en la estructura del poste.
  4. Resorte: Un resorte de tracción de diámetro 10mm, largo 50mm y 42 vueltas que le aportará al poste una fijación al restituir su forma al ser derribado.
  5. Pasador: Para acoplar la base y el resorte se usará un pasador cilíndrico de 2mm de diámetro y 10mm de largo.
  6. Tapón rectangular tubería (RC 1x1/2 DBK1): Se tapaná la parte superior del poste con un tapón para tuberías cuadrados adquirido especialmente a la medida.
  7. Pasador ISO 2341B 5x45: Se coloca un pasador que traspase el poste y a su vez un extremo del resorte para tenerlo conectado con la estructura del poste. Este pasador se inserta a una altura que en la instalación ya garantiza una pretensión del resorte de tracción mencionado.
  8. Pasador de clavija ISO 1234 2,5x10: para impedir que el pasador anterior no sea retirado fácilmente, se coloca este de tipo clavija en el extremo del mismo.
  9. Remache GB/T 1015-1986 3mm: Se tienen en total ocho remaches para fijar los cuatro lentes en el cuerpo del poste.

Algunas de las secciones más importantes del poste son descritas a continuación:

<b>PIEZA: CUERPO</b>	
<b>Sección</b>	<b>Función</b>
<p><b>1) Agujeros</b></p> 	<p>El cuerpo del poste tendrá agujeros para que puedan acoplarse los lentes con remaches además de un agujero pasante en la parte baja del poste para que sea colocado un pasador que será vital para la unión entre el cuerpo del poste, el resorte y por ende la base del mismo.</p>

<p><b>2) Altura del cuerpo</b></p> 	<p>Se diseña el poste de tal forma que entre el inicio del cuerpo hasta el punto donde serán acoplados los lentes se tiene 1 metro de distancia para promover su visibilidad en la vía.</p>
--	---

<p><b>PIEZA: LENTE DEL POSTE</b></p> 	
<p><b>Sección</b></p>	<p><b>Función</b></p>
<p><b>1) Agujeros</b></p> 	<p>Se tienen dos agujeros taladrados para que los lentes puedan ser colocados en los postes por medio de remaches.</p>
<p><b>2) Piso plano sin patas</b></p> 	<p>Se tiene el lente sin patas contrario al caso de los delineadores de barandillas, ya que con los agujeros pasantes basta para su instalación por medio de remaches.</p>

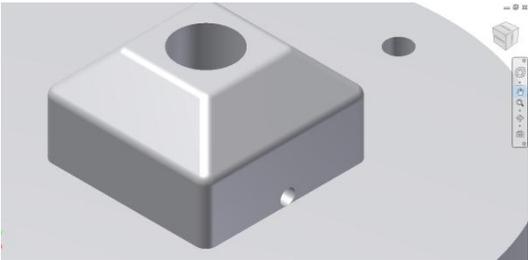
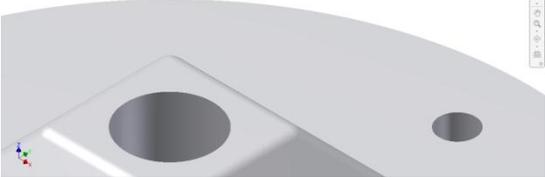
<b>PIEZA: BASE</b>		
<b>Sección</b>	<b>Función</b>	
<b>1) Pivote de giro</b> 	<p>Superficie en forma de pirámide rectangular suavizada para que el cuerpo del poste pueda deslizarse a través de ella cuando luego de recibir un impacto en cualquier dirección, pueda devolverse por la acción del resorte.</p>	
<b>2) Agujeros</b> 	<p>Agujeros pasantes especialmente colocados para insertar el resorte de tracción e introducir los ramplug para su fijación en la vía</p>	

Tabla 6: Descripción de secciones de piezas del poste delineador vial

## Delineador de barandillas

Se compone de simplemente el bastidor del delineador y los dos lentes que se le insertarán (Además de sus dos ramplug para instalación y su manual de instalación y mantenimiento contenido en el empaque con el que se comercializará). En la siguiente imagen puede apreciarse un despiece del mismo:

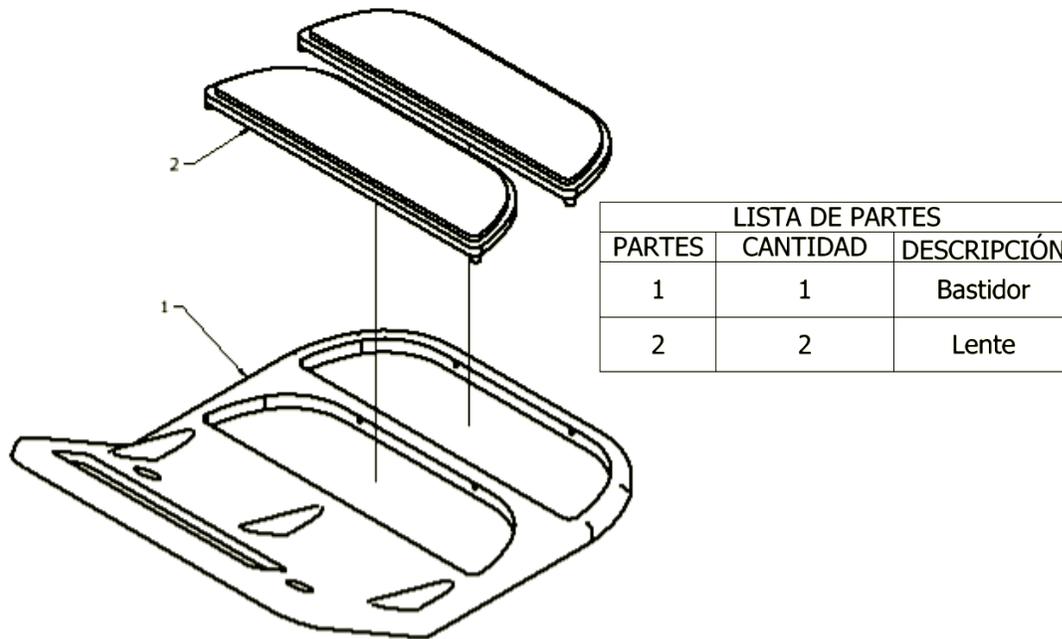
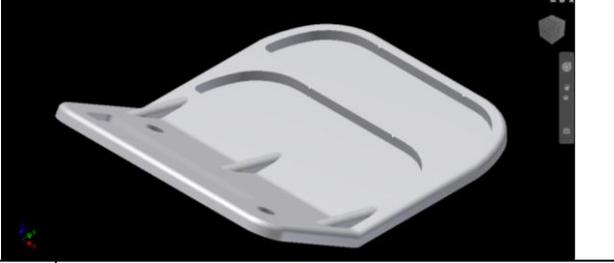
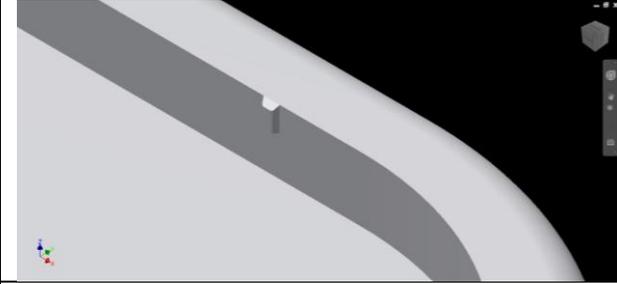
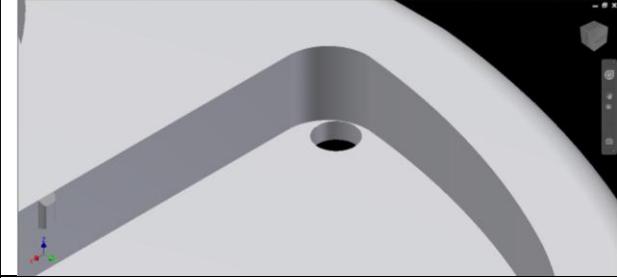
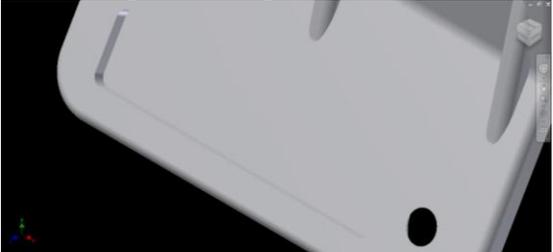


Figura 34: Despiece del delineador de barandillas donde se aprecian sus partes

1. Bastidor: Está hecho por una estructura lo suficientemente grande como para que sean insertados en él dos lentes y sea acoplado al cuerpo propiamente dicho del poste. Sus medidas pudieran aproximarse a 150x100mm y está hecho de Poliestireno de alto impacto.
2. Lentes del poste: Serán formas curvilíneas con unas dimensiones aproximadas de 100x30mm con dos caras, una plana y la otra fabricada con un perfil de cubos lisos hechos especialmente para reflejar la luz incidente por su misma geometría. El material de dichos lentes será policarbonato.

Análogamente al caso del poste delineador vial, se tiene la descripción de las secciones de sus partes más importantes:

<p style="text-align: center;"><b>PIEZA: BASTIDOR</b></p>			
<p style="text-align: center;"><b>Sección</b></p>		<p style="text-align: center;"><b>Función</b></p>	
<p><b>1) Pestañas</b></p> 	<p>Sostener los lentes insertados en el bastidor, se ubican dos en la parte superior de la cavidad del lente y tres en la parte inferior. Poseen un chaflán en su cara próxima a la pared para que el lente pueda ser reemplazado o se le haga mantenimiento.</p>		
<p><b>2) Nervios</b></p> 	<p>Sirven de sostén entre la cara donde van insertados los lentes y la cara donde se colocan los tornillos de fijación. Se colocaron tres nervios a lo largo de la división entre dichas caras para distribuir su función de refuerzo del dispositivo.</p>		
<p><b>3) Agujeros para lentes</b></p> 	<p>Agujeros pasantes para que la parte macho de cada lente sea insertada aquí y, además de fijarse con más seguridad los lentes, se tenga una base para empujar el lente hacia afuera en caso de retirarse.</p>		
<p><b>4) Agujeros para tornillos</b></p> 	<p>Dos agujeros para los tornillos de fijación en forma cónica para que, al ser moldeado el bastidor en plástico, se puedan retirar las caras del molde.</p>		

<p><b>5) Espacio con profundidad</b></p> 	<p>Espacio con profundidad y espacio suficiente para colocar el nombre y el logo de la empresa para propiciar la marca venezolana y promocionar la iniciativa de expansión de la propuesta.</p>
<p><b>6) Inclinación 30°</b></p> 	<p>Inclinación hecha cumpliendo con las normativas nacionales en cuanto a retroreflectividad, ya que la luz proyectada de los carros se refleja directamente ante esta inclinación, propiciando la funcionalidad del producto.</p>
<p><b>7) Cavidades para lentes</b></p> 	<p>Dos cavidades diseñadas a la medida de los lentes para que sean insertados. Dichas cavidades no son totalmente huecas, tienen un espesor que cubre los lentes protegiéndolos de suciedad y al haber dos, se pueden colocar dos lentes para aumentar la vistosidad del elemento.</p>
<p><b>8) Bordes suavizados</b></p> 	<p>Bordes alrededor del bastidor suavizados con un redondeo continuo para que cualquier persona que en algún momento choque con el producto no esté expuesto a lesiones punzocortantes.</p>

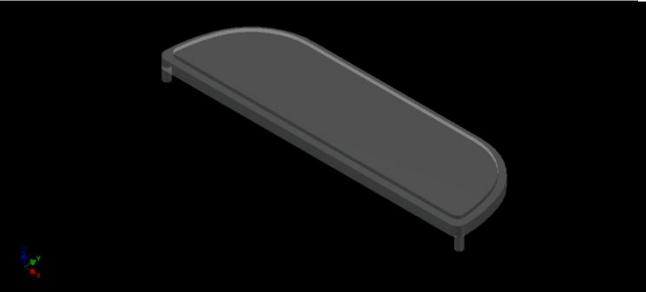
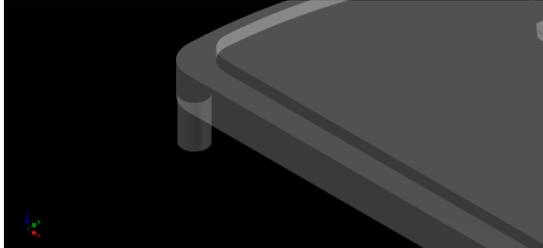
<b>PIEZA: LENTE</b>		
<b>Sección</b>	<b>Función</b>	
<b>1) Patas</b>		Machos ubicados a los extremos del lente para calzar en las hembras encontradas en el bastidor, de modo que colabore con el anclaje y sirvan de sostén para empujar hacia adelante los lentes y hacerles mantenimiento o sustituirlos.
<b>2) Cambio de sección</b>		Cambo de sección que sirve para darle espacio a las pestañas para que ejerzan agarre en los lentes y a la vez, dotar de cierto grosor y espacio al lente para su estructura en forma de cristales en su parte inferior (no representada aquí por ser un esquema de muestra)

Tabla 7: Descripción de secciones de piezas del delineador de barandillas



## ***CAPÍTULO IV***

### ***Proceso de Fabricación***

“Cuanto más eficazmente puedan producirse y transformarse las materias primas en productos manufacturados utilizables, evitando a la vez el despilfarro y alcanzando el fin deseado con la calidad prefijada, tanto mayor será nuestra productividad y mejor nuestro nivel de vida.” (DeGarmo, 2002)

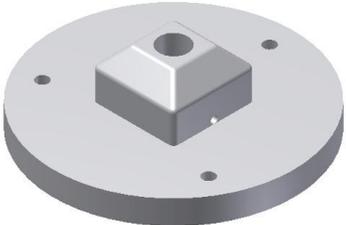
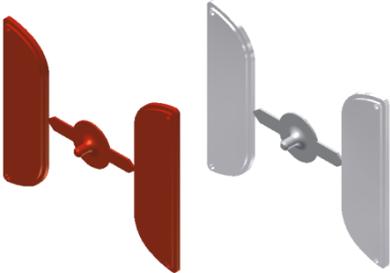
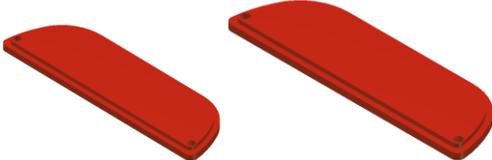
En el siguiente capítulo se presentará una transición entre el diseño del producto a la fabricación propiamente dicha, primero describiendo cómo se llevarán a cabo los procesos, llevando al plano físico la propuesta del proyecto y luego el orden de los mismos incluyendo no sólo las operaciones, sino los transportes de materia prima necesarios, las inspecciones y almacenamientos. Por último se ilustrará la fabricación de los prototipos tanto del poste delineador vial con retrorreflexión como del delineador de barandillas.

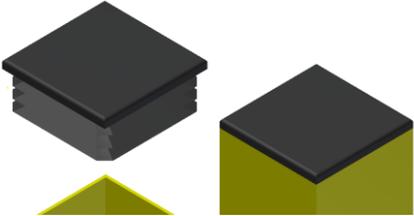
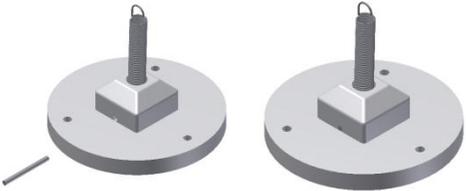
## Capítulo IV

### 4. Proceso de fabricación

#### 4.1 Proceso de fabricación

Para la elaboración del poste delineador vial se seguirá el siguiente proceso, el cual ha sido esquematizado por una secuencia de imágenes y cada uno de los procedimientos:

Visualización	Descripción
	<u>Inyección de la base:</u> Después de haber instalado el molde correspondiente a la forma de la base en la máquina de inyección destinada a su fabricación, se introduce el poliestireno de alto impacto y se inyecta la base. Se toma el bebedero sobrante para su posterior reciclaje y adición en la materia prima.
	<u>Inyección de los lentes:</u> Luego de haber instalado el molde correspondiente a la forma de los lentes en la máquina de inyección destinada a su fabricación, se introduce el policarbonato y se inyectan dos lentes en una sola operación. El bebedero sobrante no es reciclado.
	<u>Perforación de los lentes:</u> Con un taladro y una plantilla se hacen las perforaciones pertinentes en los lentes
	<u>Extrusión del cuerpo del poste:</u> Paralelamente al proceso anterior se fabrica el cuerpo del poste por medio de extrusión, produciéndose varias piezas continuas

	<p><u>Corte del cuerpo:</u> Al producirse varios cuerpos en la misma extrusión, se cortan varias a medida.</p>
	<p><u>Perforación del cuerpo:</u> Se realizarán las perforaciones pertinentes en la base para insertar los lentes y el pasador del tornillo</p>
	<p><u>Adición de la parte superior del cuerpo:</u> Se coloca el tapón para tubería rectangular en la cara superior del cuerpo del poste</p>
	<p><u>Colocación de los lentes:</u> Con remaches se fijan los lentes en el cuerpo</p>
	<p><u>Ensamblaje resorte-base:</u> Se coloca un pasador que atraviese transversalmente a la base y se estira el resorte dentro del orificio de la base de tal manera que el pasador atraviese tanto la base como un extremo del resorte.</p>

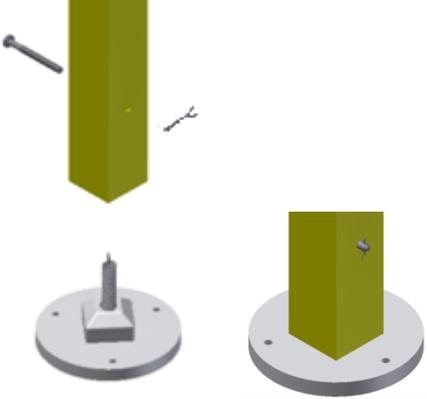
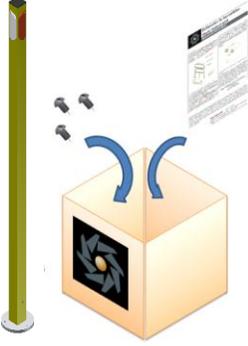
	<p><u>Ensamblaje resorte-cuerpo:</u> Se introduce un pasador con el vástago taladrado que atraviese el cuerpo del poste y el extremo suelto del resorte, para luego asegurar la fijación con un pasador de clavija.</p>
	<p><u>Empaquetado:</u> Se coloca el poste terminado con los ramplug para su instalación y su manual de instalación y mantenimiento (Ver anexo K).</p>

Tabla 8: Descripción del proceso de fabricación del poste delineador vial

Análogamente, se tiene una secuencia de pasos para la fabricación del delineador de barandillas, cuyo proceso de fabricación se describe de la forma siguiente:

Visualización	Descripción
	<p><u>Inyección del bastidor:</u> Después de haber instalado el molde correspondiente a la forma del bastidor en la máquina de inyección destinada a su fabricación, se introduce el poliestireno de alto impacto y se inyectan dos bastidores simultáneamente. Se toma el bebedero sobrante para su posterior reciclaje y adición en la materia prima.</p>

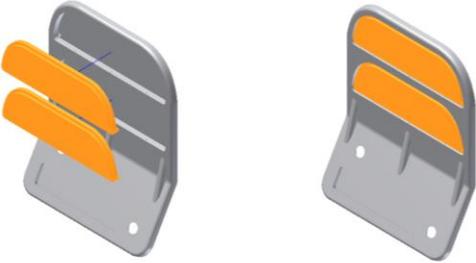
	<p><u>Inyección de los lentes:</u> Luego de haber instalado el molde correspondiente a la forma de los lentes en la máquina de inyección destinada a su fabricación, se introduce el policarbonato y se inyectan dos lentes en una sola operación. El bebedero sobrante no es reciclado.</p>
	<p><u>Ensamblaje lentes-bastidor:</u> Se procede a insertar los lentes en el bastidor.</p>
	<p><u>Empaquetado:</u> El producto junto con su manual de instalación y mantenimiento (ver anexo K) y los tornillos para fijarlo en las barandillas son colocados en cajas específicas para su almacenamiento y posterior comercialización.</p>

Tabla 9: Descripción del proceso de fabricación del delineador de barandillas

#### 4.2 Línea de producción

Para ahondar en el estudio de los productos a estudiar y describir la línea de producción con la que se iniciará el proyecto, se tienen los siguientes diagramas de recorrido, los cuales tienen detalles como la parte de reciclaje de poliestireno de alto impacto y una distribución de planta que da una visión de los movimientos que deben llevarse a cabo dentro de los espacios de la ya existente empresa MaJo Industrial C.A.

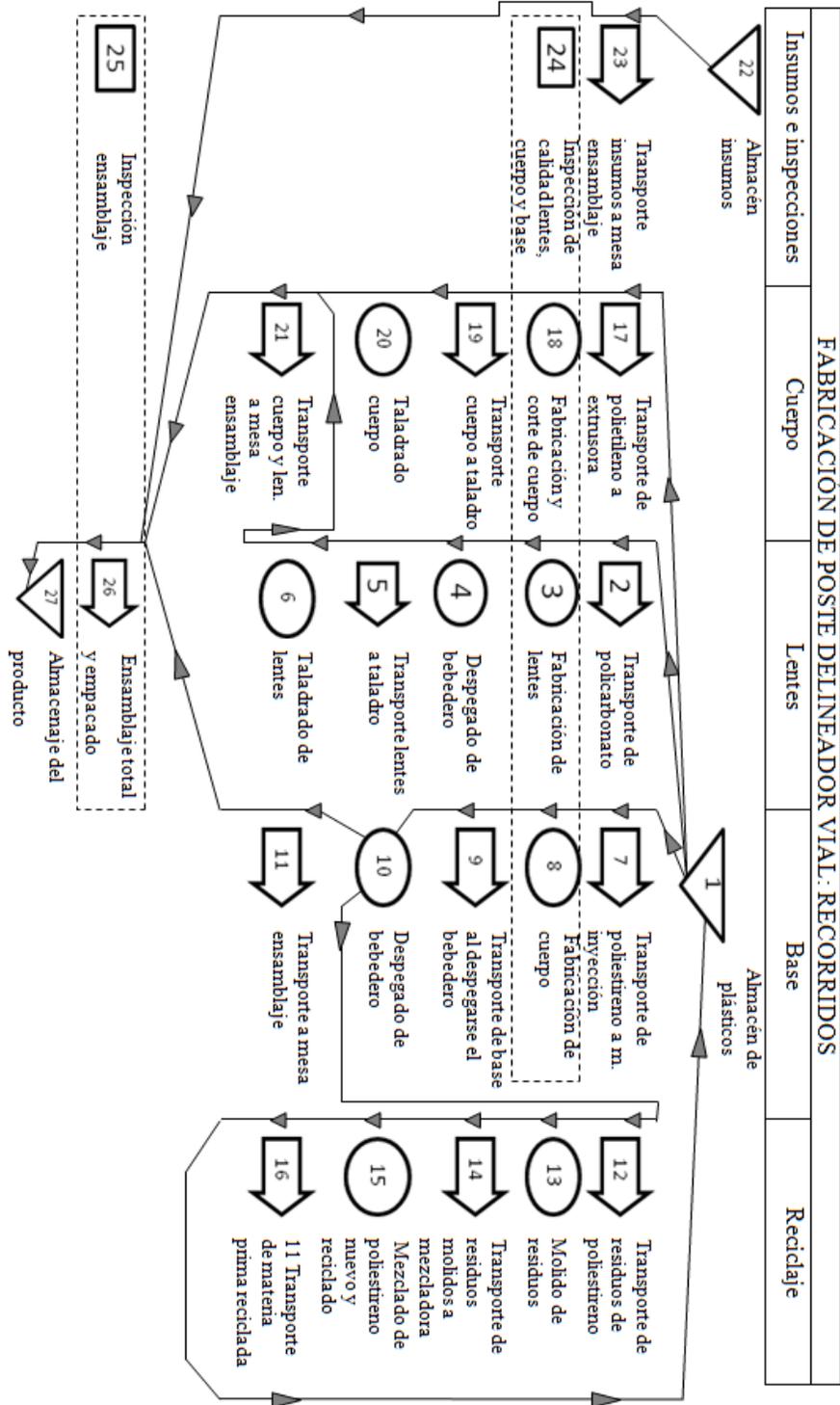


Figura 35: Desglose de cada uno de los puntos del diagrama de recorrido de la producción de postes delineadores viales.

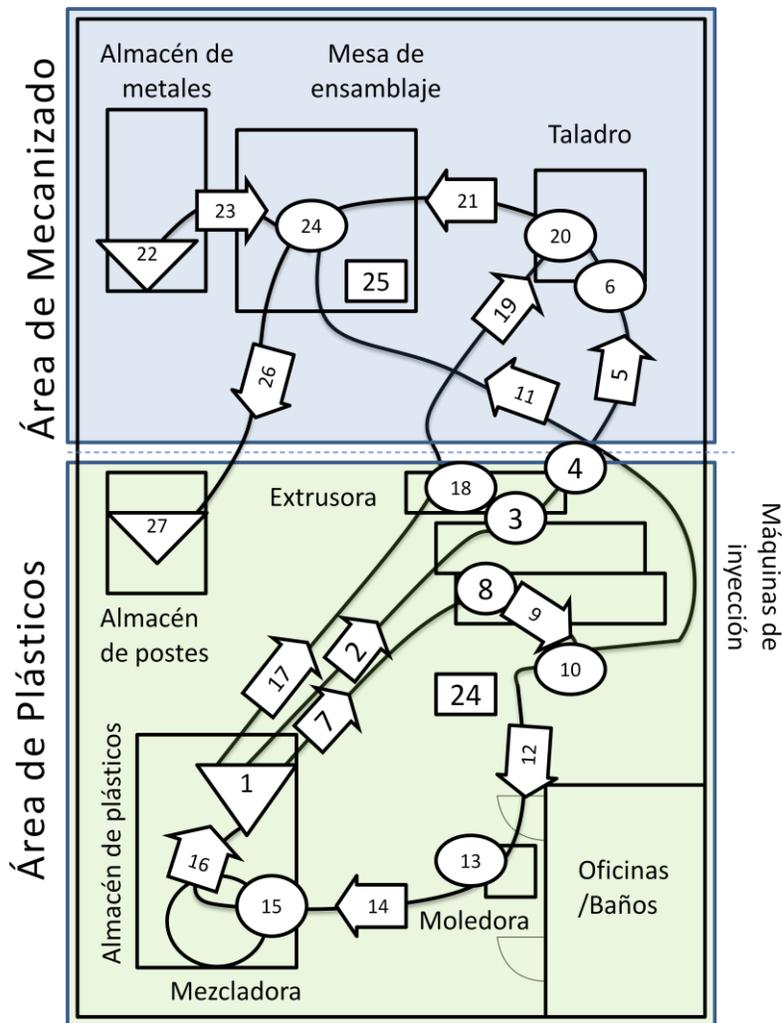


Figura 36: Diagrama de recorrido del proceso de fabric. de los postes delineadores

De acuerdo a lo colocado en el diagrama de recorrido anterior, se puede visualizar que uno de los recorridos más extensos es el de llevar tanto los lentes como los cuerpos extruidos al taladro para su perforación y posterior ensamble, por lo que pudiera verse la posibilidad de aproximar el taladro a la zona de plásticos, más específicamente a la extrusora y a la máquina de inyección.

También se ve la convergencia de varios transportes de productos en la mesa de ensamble, de modo que la dependencia de la velocidad humana de esta zona la coloca en punto de observación para colocar suficiente personal. Así mismo, sería prudente acortar la cantidad de almacenes para que el almacenista pueda ser más productivo al manejar volúmenes de miles de productos y reduciendo así el número de puntos de control.

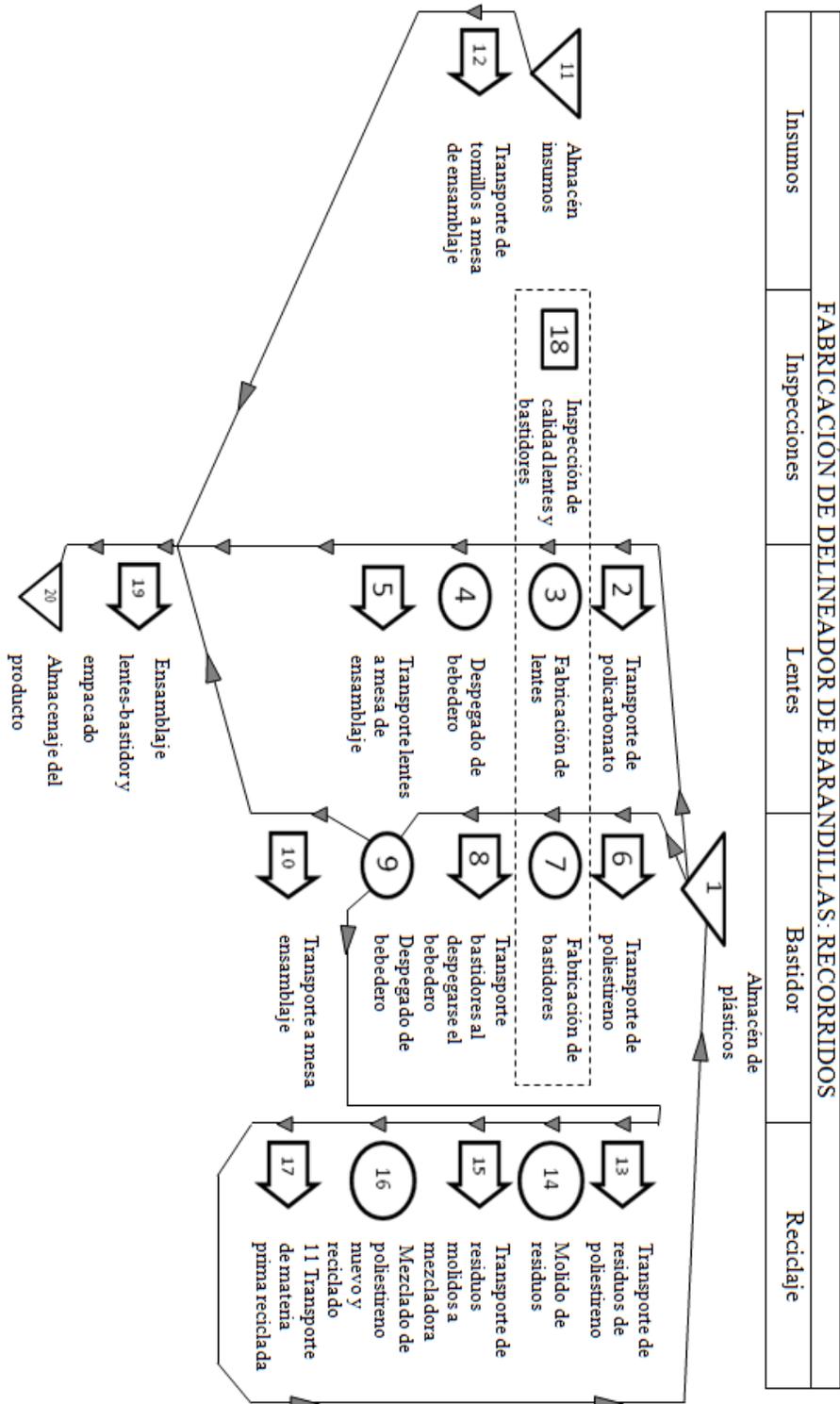


Figura 37: Desarrollo de cada uno de los puntos del diagrama de recorrido de la producción de delineadores de barandillas.

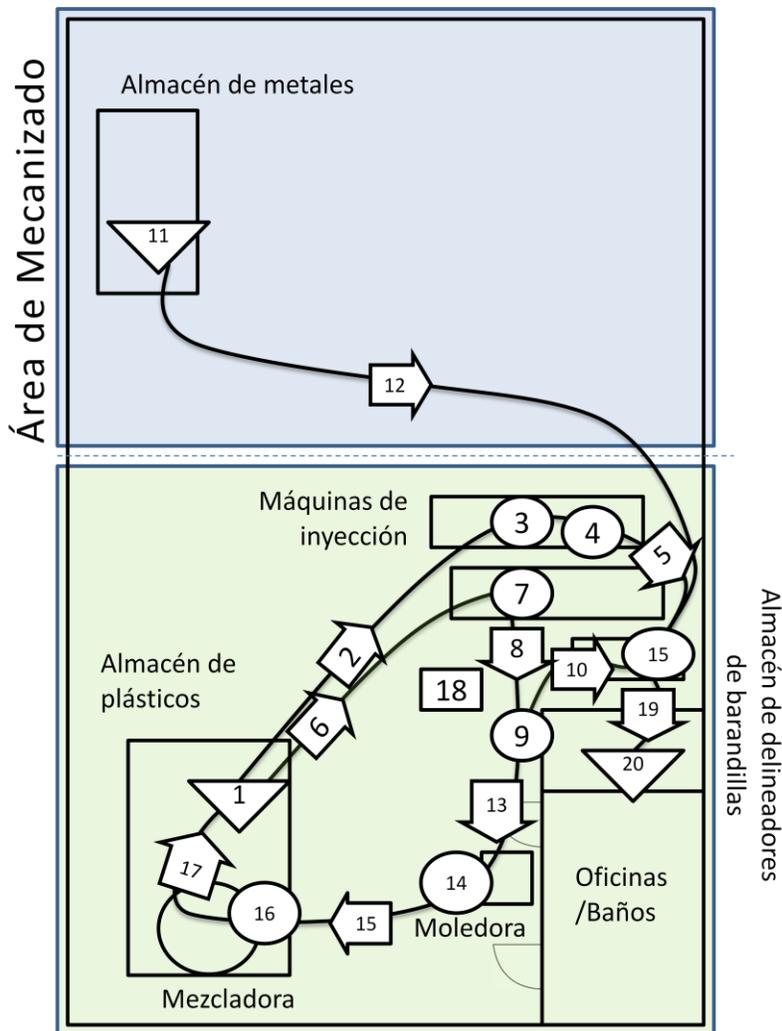


Figura 38: Diagrama de recorrido de la fabricación de los delineadores de barandillas

Como principal observación del diagrama de recorrido anterior se tiene la larga distancia entre el almacén de insumos y la mesa donde se procederá al empaquetado, teniéndose la consideración de que el transporte de los insumos deberá ser hecho pocas veces a lo largo de la jornada por medio de lotes.

Entre otras cosas, se tiene una recomendación similar al diagrama de recorrido de los postes delineadores viales, ya que al tenerse varios almacenes se tiene el mismo inconveniente de tener o varios almacenistas, o un almacenista cuya participación en el proyecto sería susceptible de mejorar. Así mismo, por la cantidad de puntos de control, se debe prestar especial atención a la experiencia de cada trabajador, haciendo rotaciones para que ninguno tenga habilidades indispensables (en ambos proyectos).

### 4.3 Fabricación del prototipo

Para la fabricación del prototipo del poste delineador de barandillas se procedió a hacer un modelado 3D de su base, luego mediante programación de mecanizado de máquinas de control numérico fue transferido a un centro de mecanizado donde fue fabricada la pieza, luego se adquirieron los insumos necesarios (reemplazando en cuerpo por un tubo metálico cuadrado de 1 ½ pulgadas de aprox. 60 cm de alto y el pasador que atraviesa el cuerpo por un tornillo con su tuerca), y se procedió el ensamblaje para obtener así el prototipo terminado.

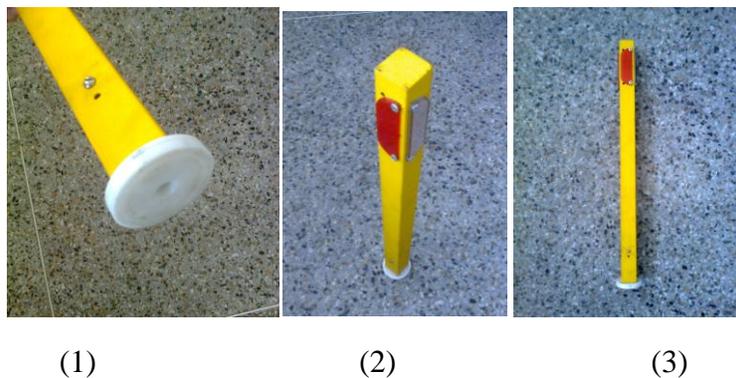


Figura 39: Prototipo del poste delin. vial (1) Vista base (2) Vista arriba (3) Vista frontal.

En cuanto al delineador de barandillas, fue usado un procedimiento similar al de la base del poste, se modeló el dispositivo y luego utilizó una impresora 3D solicitando el servicio de la Universidad Simón Bolívar, obteniéndose como resultado el producto siguiente (con los lentes fabricados en MaJo Industrial incluidos):



Figura 40: Prototipo del delineador de barandillas donde se muestra la retrorreflexión



(1)

(2)

Figura 41: Delineadores de barandillas según color de lentes (1) Naranja (2) Blanco

Luego de fabricar el prototipo se observó la posibilidad de disminuir el diámetro de los agujeros de 7mm a 4 mm manteniendo una conicidad tal que el dispositivo inyectado pueda extraerse del molde, además de retirar la hendidura rectangular entre los agujeros, pudiendo colocar el logo de la empresa como un relieve y aún así tener oportunidad de reducir espesor para ahorrar material. Así mismo, debido a observar una grieta en la esquina inferior derecha del lente más próximo a la base gracias a haber manipulado el delineador de barandillas, se decidió prolongar los nervios de sostén.

Con las decisiones anteriormente mencionadas se tiene la primera iteración de un diseño concurrente en el que se combinan la fabricación y el diseño propiamente dicho, mejorando cada vez las características del producto optimizando la propuesta final. Además de esto, cabe destacar que el manual de instalación y mantenimiento (ver anexo K) está hecho en base a la norma internacional *BS EN 12899-3-2007*, la cual fue traducida en la parte de los requerimientos de los postes delineadores y colocada en el anexo A como unas recomendaciones para la normativa venezolana.





## ***CAPÍTULO V***

### ***Análisis Económico***

“En la preparación de proyectos de inversión en el sector industrial el estudio económico-financiero es uno de los aspectos que encierra mayor complejidad, tanto por la diversidad de conceptos utilizados, como por la cantidad de información requerida. A partir del estudio técnico, se requiere valorar las inversiones y estimar los ingresos y los costos de operación del proyecto.” (Guzmán, 2001)

En la parte siguiente se da una visión a la producción en serie y su rentabilidad, haciendo proyecciones futuras en diversos aspectos que son de importancia en el desarrollo del producto que se quiere ofrecer al público. Entre estos aspectos se encuentran el análisis de la demanda, la oferta y el precio, la descripción del producto final, los costos de fabricación, una visión de la proyección de ventas en el futuro y unos cálculos de Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno tanto para el proyecto de los postes delineadores viales como el de los delineadores de barandillas que servirán de indicativo para la viabilidad económica de ambos proyectos.

## **Capítulo V**

### **5. ANÁLISIS ECONÓMICO**

Para la creación de un emprendimiento en el área de manufactura, desde su idea primaria hasta su puesta en marcha, se requiere seguir una serie de pasos determinados para su buen funcionamiento y desarrollo. Uno de estos pasos es el realizar inicialmente su estudio de factibilidad económica ya que este nos entrega un resultado analítico del planteamiento del proyecto en cuanto a la posibilidad su realización. El método del estudio de factibilidad consiste en un estudio del entorno social, político, económico y financiero del país donde se desee realizar este proyecto con la finalidad de establecer su rentabilidad. Este resultado es de tipo analítico, ya que se obtiene un número indicador de la inversión y retorno, que nos dice si tiene sentido llevar a cabo un proyecto.

#### **5.1 ESTUDIO DEL MERCADO**

El producto al que se enfoca este estudio es un poste delineador vial con retrorreflexión y un delineador de barandillas, ambos se clasifican como un bienes de uso público, los cuales tendrán a su vez como subproductos todos los componentes y elementos que de ellos se deriven. Entre estos se puede mencionar: el cuerpo, la base y el sistema de ensamblaje con los insumos pertinentes en el poste delineador vial y los anclajes y en el delineador de barandillas.

Este producto es del tipo duradero, ya que su valor se mantiene en el tiempo. Sin embargo, es necesario destacar que el producto diseñado está influenciado por ofertas de novedades de índole innovadora. Por tanto, se entiende que el producto debe agregarse a un mercado de carácter competitivo y creciente en Venezuela, donde la innovación juega un papel importante y en el cual debe sobresalir sobre aquellos productos que sean similares.

##### **5.1.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA**

Según encuestas realizadas a 50 personas que poseen vehículo y han transitado en carreteras, en terminales de pasajeros y en localidades de Caracas como San Martín, se reveló: El 80% está de acuerdo con una inversión en mejorar la visibilidad de las vías. El

90% sentiría que su seguridad en la vía aumenta con la instalación de equipos que aumenten la visibilidad de las vías.

Por otra parte, para determinar el tamaño de la demanda de un producto es necesario conocer el consumo aparente neto de un mercado, sobre la base de la cantidad de consumidores y el promedio por persona de consumo en función del tiempo. A este fin se debe tomar en cuenta que los usuarios del producto son las personas que transiten en vehículo y los consumidores no son ellos mismos sino los organismos en teoría a cargo de su colocación. Los principales clientes a la hora de comercializar este tipo de producto son las contratistas del Estado, las empresas de construcción, las urbanizaciones, alcaldías, ministerios, gobernaciones y diversos comerciantes intermediarios entre la empresa y los organismos anteriormente mencionados.

En otro punto de vista, se puede decir que se habla de una demanda creciente por el incremento de las infraestructuras, elevados, tramos de carreteras y obras de mantenimiento que dan oportunidad de darle un diseño más completo y seguro a todas las obras civiles.

### **5.1.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA**

La empresa que fabricará el poste delineador vial ofrecerá un producto de excelente calidad, hecho en plástico resistente y fabricado con tecnología de punta, con la intención de introducirlo en un mercado de libre competencia. Cabe destacar que el mercado nacional de demarcación vial es del tipo disperso, poco abundante y está caracterizado por la aparición de algún producto importado, que a pesar de satisfacer la necesidad del usuario, no se tiene un mercado estable y permanente de producción nacional que garantice el ciclo de vida del producto.

Ciertamente, existen contadas excepciones al mercado donde solamente se importan los productos, ya que apenas se tienen una empresa que produzca productos similares llamada Sevalco C.A. la cual se especializa en la producción de faros para automóviles y uno de sus productos secundarios es el “ojo de gato”, dispositivo similar al estudiado en este proyecto pero con una funcionalidad distinta; también, en Barquisimeto, Edo. Lara, se encuentra Ingeval C.A. la cual se especializa en señalización y demarcación vial pero sin poseer en sus productos disponibles los postes delineadores.

### 5.1.3 ANÁLISIS DEL PRECIO

El estudio de factibilidad relacionado con el análisis del precio del producto debe incluir, como mínimo, todos los aspectos relativos a factores que puedan incidir en las variaciones del precio en el futuro, determinación del precio y elasticidad del mismo.

El precio que se fije para el poste delineador será fundamental en las etapas siguientes de este estudio, ya que los ingresos del proyecto serán el resultado de las ventas por este precio. Por tal motivo se debe tener especial cuidado al fijarlo.

Cabe destacar que el negocio en estudio no contempla la venta del producto al consumidor final, que sería en este caso los conductores en vías públicas. También que hay que considerar el margen de ganancia permisible ante los verdaderos compradores (expuestos próximamente en la parte de comercialización), el cual es 30% en el territorio venezolano por la Ley Orgánica de Precios Justos publicada en Gaceta Oficial N° 40.340, el 23 de enero del 2014.

Para plantear una aproximación al precio, según esta ley, se debe tomar en cuenta una relación entre el costo primo y los demás gastos de la empresa para después calcularse la ganancia con los siguientes cálculos asociados, por lo que se coloca una aproximación a los costos manejados en el proyecto en la siguiente tabla y en el siguiente gráfico:

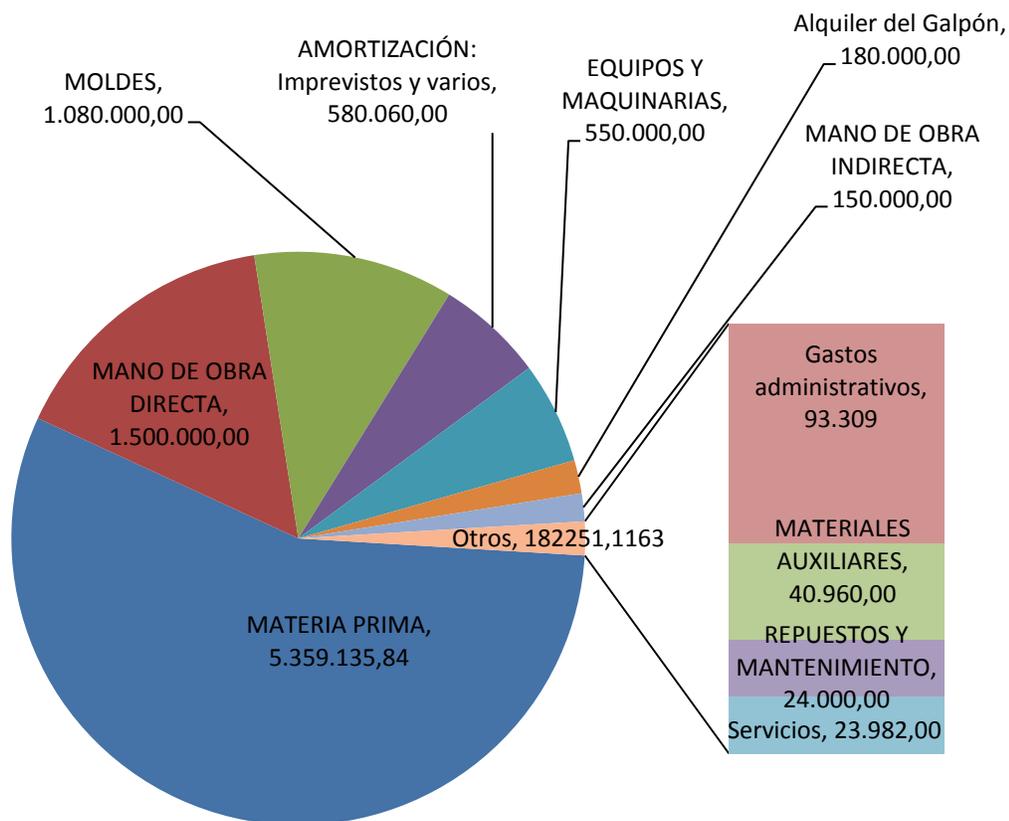
Costos asociados a los postes delineadores	
CONCEPTO	COSTO (BsF)
MATERIA PRIMA (Ver Anexo B )	5.359.135,84
MANO DE OBRA DIRECTA (Ver Anexo C )	1.500.000,00
MOLDES (Ver Anexo D)	1.080.000,00
AMORTIZACIÓN: Imprevistos y varios (Ver Anexo E)	580.060,00
EQUIPOS Y MAQUINARIAS (Ver Anexo F)	550.000,00
Alquiler del Galpón*	180.000,00
MANO DE OBRA INDIRECTA (Ver Anexo C)	150.000,00
Gastos administrativos (Ver Anexo G)	93.309
MATERIALES AUXILIARES (Ver Anexo H)	40.960,00
REPUESTOS Y MANTENIMIENTO**	24.000,00
Servicios (Ver Anexo I)	23.982,00

Tabla 10: Costos asociados a los postes delineadores

\* Obras civiles: Se alquilará un galpón cuyo costo será de Bsf 15.000 mensual", al año representarían Bsf 180.000.

\*\*Repuestos y mantenimiento establecido como el 4,4% de los costos asociados a equipos y maquinarias en base a proyectos anteriores de la empresa MaJo Industrial C.A.

**Gráfico 8: Costos del año 1.  
Postes delineadores**



En la torta anterior se visualizan los costos asociados al proyecto de postes delineadores, se puede notar que los tres pesos principales se tienen entre materia prima, mano de obra directa y moldes, todos estos siendo costos contenidos en el costo primo como se persigue en la consideración de la ley de precios justos. En cuanto a los costos implicados en el delineador de barandillas, se puede apreciar en los anexos señalados en el cuadro anterior que estos se colocan en una tabla aparte dentro del mismo anexo, coincidiendo en numerosas ocasiones los costos en ambas propuestas, difiriendo notablemente en el caso de los equipos y maquinarias, pasando de Bsf 550.000 en el caso

de los postes delineadores a Bsf 420.000 en el caso de los delineadores de barandillas, además de la materia prima, ya que en los postes delineadores se usarán Bsf 5.359.175 y en los delineadores de barandillas, Bsf 4.917.809.

Para el cálculo de los gastos aparte del costo primo (en donde se incluye la mano de obra indirecta, la amortización, los gastos administrativos, los materiales auxiliares, los repuestos, el mantenimiento y los servicios), de la ganancia y una estimación del precio de venta de cada producto, se procede al siguiente análisis para el caso del poste delineador:

$$\text{Costo Primo} = \text{Materia prima} + \text{Mano de obra directa} + \text{Alquiler Galpón} \\ + \text{Moldes} + \text{Equipos y Maquinarias}$$

$$\text{Costo Primo} = \text{Bsf } 5.359.135 + \text{Bsf } 1.500.000 + \text{Bsf } 180.000 + \text{Bsf } 1.080.000 \\ + \text{Bsf } 550.000 = \text{Bsf } 8.669.135,84$$

$$\text{Gastos} = \text{Costo Primo} * \frac{12,5\%}{100\%}$$

(Límite de 12,5% establecido por la Ley de Precios Justos)

$$\text{Gastos} = \text{Bsf } 8.669.135,84 * \frac{12,5\%}{100\%} = \text{Bsf } 2.928.434,09$$

$$\text{Ganancias} = (\text{Costo Primo} + \text{Gastos}) * \frac{30\%}{100\%}$$

$$\text{Ganancias} = (\text{Bsf } 8.669.135,84 + \text{Bsf } 2.928.434,09) * \frac{30\%}{100\%} = \text{Bsf } 2.928.434,09$$

$$\text{Valor Neto (PVjusto)} = \text{Costo primo} + \text{Gastos} + \text{Ganancias}$$

$$\text{Valor Neto (PVjusto)} = \text{Bsf } 8.669.135,84 + \text{Bsf } 2.928.434,09 + \text{Bsf } 2.928.434,09$$

$$\text{Valor Neto (PVjusto)} = \text{Bsf } 12.689.881$$

$Valor\ neto\ (PVjusto) = N^{\circ}\ de\ piezas * Precio\ Unitario$

$$N^{\circ}\ de\ piezas = \frac{Valor\ neto\ (PVjusto)}{Precio\ Unitario} = \frac{Bsf\ 12.689.881}{Bsf\ 250}$$

$N^{\circ}\ de\ piezas_{año1} = 50.760\ postes\ delineadores$   
 $Precio\ asumido = Bsf\ 250$

Esto quiere decir, que al sobrepasarse los 50.760 postes delineadores vendidos, el proyecto tendrá ganancias con un precio durante el año 1 de Bsf 250 colocados en base a estimaciones de la compañía de acuerdo a precios de proyectos de demarcación vial como ojos de gato. Haciendo unos cálculos análogos, pero con los delineadores de barandillas, se tomaría a partir de un costo primo de Bsf 8.539.135,84 con el que se obtendría un Valor neto (PVjusto) de Bsf 12.499.587 y con el que se asumiría un precio de Bsf 140, dando como resultado:

$$N^{\circ}\ de\ piezas = \frac{Valor\ neto\ (PVjusto)}{Precio\ Unitario} = \frac{Bsf\ 12.499.587}{Bsf\ 140}$$

$N^{\circ}\ de\ piezas_{año1} = 89.283\ delineadores\ de\ barandillas$   
 $Precio\ asumido = Bsf\ 140$

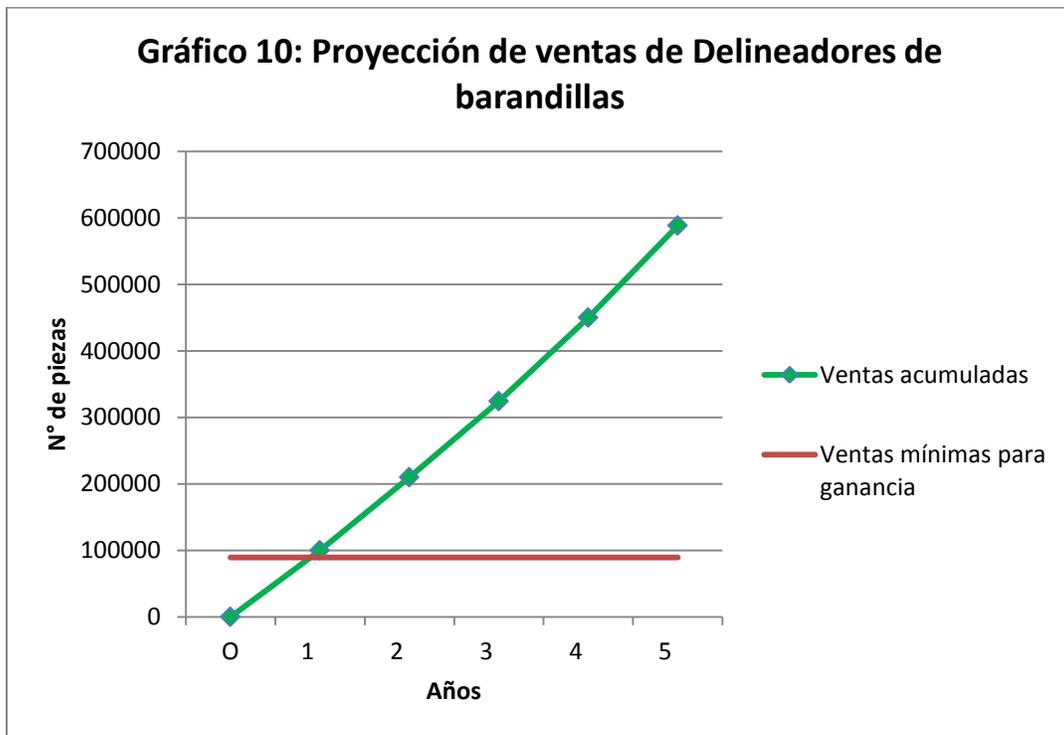
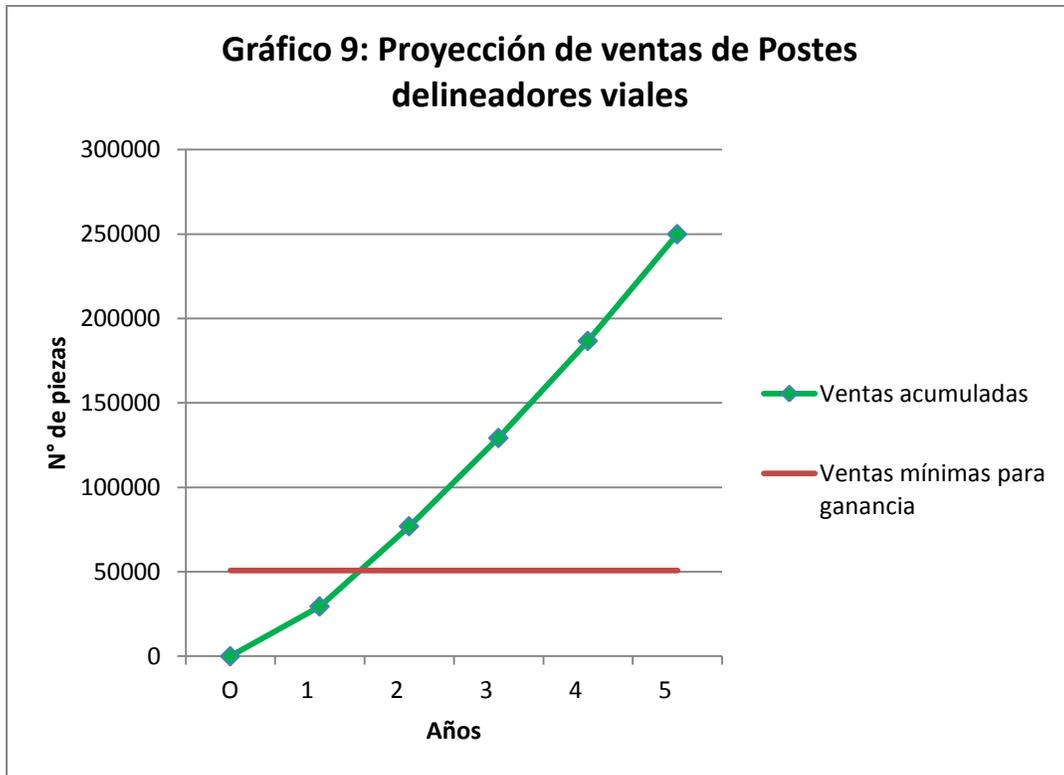
De las respuestas obtenidas para las preguntas anteriores se desprende que un adecuado precio sugerido de venta podría estar alrededor de los BsF 250 por cada poste delineador y BsF 140 por cada delineador de barandillas. Para tener una idea de cuándo se alcanzaría este número de piezas vendido, se tienen las siguientes tablas que extrapolan las ventas estimadas durante los próximos cinco años y se grafican las mismas comparando con los números de piezas mínimos para tener ganancia obtenidos en los cálculos anteriores:

Tabla 11: Ventas netas para el proyecto de postes delineadores viales

Ventas netas: Postes delineadores viales				
AÑOS	CANTIDADES ANUAL (N° piezas)	PRECIO UNITARIO (Bsf)	VALOR VENTAS ANUALES (Bsf)	Ventas acumuladas (N° piezas)
1	29.491	250,00	7.372.800,00	29.491
2	47.520	300,00	14.256.000,00	77.011
3	52.272	360,00	18.817.920,00	129.283
4	57.499	432,00	24.839.654,40	186.782
5	63.249	518,40	32.788.343,80	250.031

Tabla 12: Ventas netas para el proyecto de delineadores de barandillas

Ventas netas: Delineadores de barandillas				
AÑOS	CANTIDADES ANUAL (N° piezas)	PRECIO UNITARIO (Bsf)	VALOR VENTAS ANUALES (Bsf)	Ventas acumuladas (N° piezas)
1	100.000	140,00	14.000.000,00	100.000
2	110.000	168,00	18.480.000,00	210.000
3	114.400	201,60	23.063.040,00	324.400
4	125.840	241,92	30.443.212,80	450.240
5	138.424	290,30	40.185.040,90	588.664



Viendo los gráficos anteriores se puede decir que en ambos proyectos las ganancias se obtendrán en años diferentes, ya que según las ventas esperadas de los postes delineadores viales, las ganancias se estarían viendo casi al empezar el tercer año del proyecto (año 2 contando el año 0); en cambio, en el caso de los delineadores de barandillas, se pudieran apreciar ganancias netas antes de completarse incluso el primer año de producción (año 1) de acuerdo con las ventas acumuladas esperadas.

## 5.2 PUBLICIDAD Y PROMOCIÓN.

En un principio, se colocará a disposición del público un espacio en el dominio web <http://www.majoindustrial.com/> en el que se publicará una descripción del producto con su respectiva publicidad de venta. En cuanto a la promoción del producto, se deben contactar a las personas relacionadas y/o encargadas de los proyectos de expansión vial para crear lazos de fidelidad entre los clientes potenciales y la empresa como precursora de la producción nacional en este ámbito industrial. Para dichos lazos se tienen pensadas reuniones diversas que entrarían en la clasificación de gastos de representación.



Figura 42: Página de inicio de la página web destinada a la publicidad del producto.  
Imagen de: <http://www.majoindustrial.com/contactenos.htm> [Consulta: 2015, marzo 14]

En un futuro, se tiene visualizada la promoción mediante herramientas masivas de comunicación como publicidad en prensa nacional, de radio o con redes sociales, no sólo para que los clientes potenciales perciban la marca comercial como una opción aceptable y confiable, sino para que el consumidor final aprecie más el producto, se promueva la colocación de los mismos en cada vez más vías y que las personas desde su vehículo puedan escuchar una publicidad de los dispositivos y darse cuenta que la vía se encuentra mejor demarcada, teniéndose una percepción psicológica de la vía con delineadores donde se los asocie con mejor visibilidad de la vía y seguridad vial.

### 5.3 TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

#### Tamaño:

Capacidad de producción: Fijando una cantidad de postes a ensamblar máxima de 1 poste por minuto (ya que la extrusora produce una pieza de 1 metro de largo por minuto) se obtendrían 60 postes por hora, que al día serían 480 postes, redondeándolo hacia abajo ya que se tendría un proceso de corte y otro de ensamblaje se tendría una capacidad máxima de 50 postes por hora y 400 por día (también previniendo altibajos en la asistencia del personal o distintos percances posibles en la mano de obra implicada en la producción) pudiéndose tener una producción anual de 48.000 postes; así mismo, en el caso de los delineadores viales, se toma que por hora pudieran producirse y empaquetarse un máximo de 200 piezas completas por hora, manejando cifras de 384.000 delineadores al año. Lo anterior puede verse con más detalle en las siguientes tablas:

Tabla 13: Capacidad instalada para postes delineadores

Postes/HORAS	TURNOS por día	DURACIÓN Horas por turno.	CAPACIDAD PRODUCCIÓN POR DIA UNID.	CAPACIDAD PRODUCCIÓN MENSUAL UNID.	CAPACIDAD PRODUCCIÓN ANUAL UNID.
50	1	8	400	8.000	96.000

Tabla 14: Capacidad instalada para delineadores de barandillas

Delineadores/ HORAS	TURNOS por día	DURACIÓN Horas por turno.	CAPACIDAD PRODUCCIÓN POR DIA UNID.	CAPACIDAD PRODUCCIÓN MENSUAL UNID.	CAPACIDAD PRODUCCIÓN ANUAL UNID.
200	1	8	1.600	32.000	384.000

### **Capacidad utilizada y capacidad ociosa:**

La capacidad utilizada en la fabricación de los postes delineadores viales será de un 60% en el primer año, subiendo paulatinamente los puntos porcentuales cada año aproximándose al 90% en los primeros 5 años. En el caso de los de los demarcadores viales será de un 28,75% en el primer año, suficiente para cubrir las expectativas de venta planteadas y procurando aprovechar las máquinas de inyección teniendo en cuenta la preservación de su tiempo de vida útil. A raíz de lo anterior se puede decir que la capacidad ociosa en el proyecto de los postes delineadores viales sería de 20% en el año 1 y la de los delineadores de barandillas de un 71,25% teóricamente, aunque cabe destacar que cabría la posibilidad de utilizar parte de esta capacidad en otros proyectos futuros en el área de los plásticos.

Esta capacidad utilizada y ociosa se pudiera ilustrar con una comparación de cada producto en cuanto a su capacidad de producción máxima (dictada por la capacidad instalada), la cantidad de piezas que se piensa a producir y las ventas ya estimadas para el año 1 obteniéndose el gráfico siguiente:

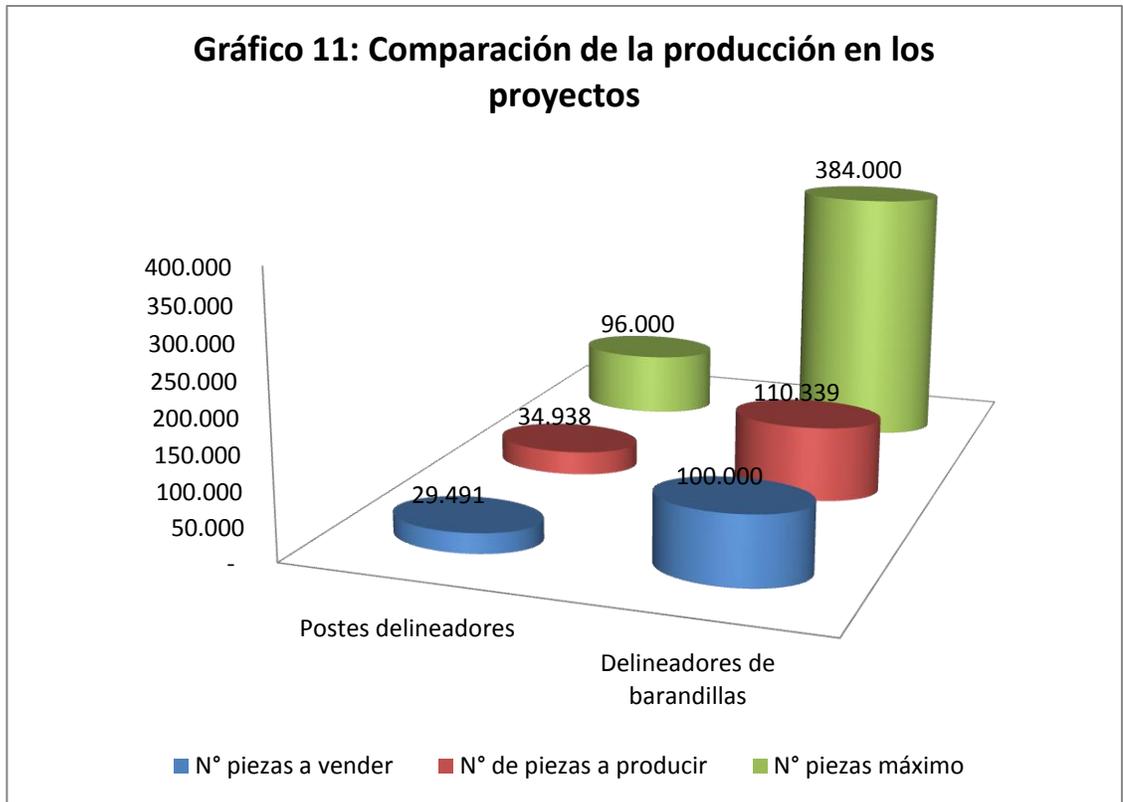


Gráfico: Datos del autor

\*Nota: Se refiere al primer año del proyecto.

En este gráfico se puede apreciar que, estimándose una producción al 36% de capacidad en el caso de los postes delineadores y un 28,75% en el caso de los delineadores de barandillas, se tendría suficiente para cubrir las ventas esperadas y tener algo en inventario para el año siguiente. En añadidura, existe una mayor holgura en cuanto a la diferencia entre capacidad de producción y la producción estimada en el caso del delineador de barandillas, influenciado sobre todo por la automatización de las máquinas de inyección que forman una parte sustancial en este proyecto a diferencia del proyecto de postes delineadores en que los tiempos productivos dependen más de la línea de ensamblaje.

**Tamaño del personal:** Para la mano de obra del proyecto, se tomará como base el Salario mínimo básico según la Gaceta Oficial N° 40.597, Decreto N° 1.599 de Bsf 5.622,48 y el aumento anunciado en discurso presidencial que, para el 1 de julio de 2015 pasaría a ser de Bsf 7.421,67. De acuerdo a esto se destinó una parte fija de las finanzas en ambos proyectos con un total de Bsf 150.000 para la mano de obra indirecta y Bsf 1.500.000 para la mano de obra directa, distribuidos según la necesidad de obreros y almacenistas existente en cada iniciativa totalizando la misma cantidad de recursos. La distribución de los miembros del proyecto tendría la distribución de sueldos y salarios escrita en el anexo C y empezaría con el siguiente organigrama:



Figura 43: Organigramas de ambos proyectos, a la izquierda el correspondiente al proyecto de los postes delineadores, a la derecha el de los delineadores de barandillas.

#### **Localización de la planta:**

La demanda del producto va estar cubierta por la producción de una sola empresa ya constituida llamada MaJo Industrial C.A. ubicada en la zona industrial de Mariches, Caracas. El mercado hacia el cual va a estar orientada la venta de los productos se encuentra ubicado en toda Venezuela.

Esta posición estratégica es considerada gracias a la relativa cercanía con la ciudad de Caracas, así mismo con el rápido acceso a las vías de comunicación en las cuales se transportará el producto a los diversos clientes y se considera también la cercanía con el puerto de la Guaira, de modo que no se deja de lado la posibilidad de exportar los productos aquí planteados.

## 5.4 Valor Presente Neto (VPN)

El Valor Presente neto (VPN) o Valor actual neto (VAN) de un proyecto de inversión se define como la suma de los valores actualizados de todos los flujos de caja asociados a la realización de esa inversión, menos el desembolso inicial. Desde otro punto de vista consiste en traer al momento presente los flujos que se recibirán entre 1 y n, y una vez están en el momento actual se suman junto con el desembolso inicial.

$$VPN = -I_o + \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+k)^i} = -I_o + \frac{FC_1}{1+k} + \frac{FC_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k)^n}$$

Según este criterio se seleccionan únicamente los proyectos que incrementan el valor total de la empresa, aquellos cuyo Valor presente neto sea positivo (Rico, 2012). Su interpretación se puede ver en el siguiente cuadro:

<b>Criterios de aceptación</b>	
Si VPN>0	Proyecto ejecutable
Si VPN=0	Indiferente
Si VPN<0	Proyecto no ejecutable
<b>Criterios de preferencia</b>	
De mayor a menor VPN	

Tabla 15: Criterios de aceptación para el VPN

Para el cálculo de dicho valor se utilizaron las fórmulas financieras contenidas en Microsoft Office Excel 2007® y cuyo procedimiento se describe a continuación:

### **Excel-función financiera: Función VNA**

**Sintaxis:** VNA(tasa;valor1;valor2;...)

Tasa: Tasa de descuento a lo largo de un período

Valor1;valor2;... son argumentos que representan los pagos e ingresos, deben tener la misma duración y ocurrir al final de cada período. La función VNA usa el orden de “valor1;valor2...” para interpretar el orden de los flujos de caja.

Para tener los valores que se introducirán en las funciones, se tiene primero una estimación de las inversiones llevadas a cabo en ambos proyectos, ya que se debe tomar en cuenta el valor del dinero necesario para el año inicial llamado “año cero” en el cual no existe actividad, sin embargo existen costos que deben ser cubiertos para así lograr la puesta en marcha del proyecto como son los siguientes:

Tabla 16: Cuadro de inversiones para el proyecto de postes delineadores viales

Concepto	Monto (BsF)
Equipos y maquinarias	550.000
Moldes	1.080.000
Obras civiles	180.000
Equipos de oficina	150.000
Capital de trabajo	
1. Materia prima	5.359.135
2. Personal	1.650.000
3. Gastos de fabricación	613.000
Otros activos de capital	260.000
Imprevistos y misceláneas	150.000
Total	9.992.135

Tabla 17: Cuadro de inversiones para el proyecto de delineadores de barandillas

Concepto	Monto (BsF)
Equipos y maquinarias	420.000
Moldes	1.080.000
Obras civiles	180.000
Equipos de oficina	150.000
Capital de trabajo	
1. Materia prima	4.917.809
2. Personal	1.650.000
3. Gastos de fabricación	503.000
Otros activos de capital	260.000
Imprevistos y misceláneas	150.000
Total	9.310.809

Luego de tener en cuenta las inversiones, se pueden tomar valores anteriormente expuestos sobre costos y ventas para proyectarlos en el tiempo, haciendo un flujo de caja en el que se evidencie tanto la utilidad bruta como la utilidad neta para tener valores de flujo neto de efectivo que se manejarán en el cálculo del Valor Presente Neto. Los flujos de caja de ambos proyectos serían los siguientes:

Tabla 18: Flujo de caja del proyecto de los postes delineadores viales

Postes delineadores						
AÑOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
VENTAS		7.372.800	12256000	18817920	24839654,4	32788343,8
COSTO TOTAL		11.597.570	12.177.448	12.786.321	13.425.637	14.096.919
UTILIDAD BRUTA		-4.224.770	78.552	6.031.599	11.414.018	18.691.425
IMPUESTO SOBRE LA RENTA		0	10.997	844.424	1.597.962	2.616.800
UTILIDAD NETA		-4.224.770	67.554	5.187.175	9.816.055	16.074.626
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN		580.060	580.060	580.060	580.060	580.060
INVERSIÓN	-9.992.135					
CRÉDITO*	0	0	0	0	0	0
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO (FNE)</b>	<b>-9.992.135</b>	<b>-3.644.710</b>	<b>647.614</b>	<b>5.767.235</b>	<b>10.396.115</b>	<b>16.654.686</b>

Tabla 19: Flujo de caja del proyecto de los delineadores de barandillas

Delineadores de barandillas						
AÑOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
VENTAS		14.000.000	18.480.000	23.063.040	30.443.213	40.185.041
COSTO TOTAL		11.156.204	11.714.014	12.299.715	12.914.701	13.560.436
UTILIDAD BRUTA		2.402.430	6.302.552	10.276.719	17.017.576	26.088.122
IMPUESTO SOBRE LA RENTA		0	882.357	1.438.741	2.382.461	3.652.337
UTILIDAD NETA		2.402.430	5.420.194	8.837.978	14.635.115	22.435.785
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN		580.060	580.060	580.060	580.060	580.060
INVERSIÓN	-9.310.809					
CRÉDITO*	0	0	0	0	0	0
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO (FNE)</b>	<b>-9.310.809</b>	<b>3.423.856</b>	<b>6.398.808</b>	<b>9.836.520</b>	<b>15.654.581</b>	<b>23.477.221</b>

\*Nota: Se toma el valor del crédito a pagar por el proyecto como cero ya que el mismo será financiado con fondos anteriormente adquiridos por la empresa.

Al momento de estimar la tasa TRMA (Tasa de rendimiento mínima atractiva), se tomará como referencia para esta parte del estudio la tasa activa dada por el Banco de Venezuela, la cual, según Resolución BCV 13-07-03 publicada en Gaceta Oficial 40.217 de fecha 30/07/2013 es de 18% para los Créditos a la actividad Manufacturera y de 16,2% para Crédito a la Pequeña y Mediana Industria. Por tal motivo, se colocó como tasa un valor

mayor que estos en la fórmula, de 0,2 (20%) además de los valores del flujo neto de efectivo en ambos proyectos, obteniéndose en ambos proyectos:

$$VPN_{poste} = Bsf\ 3.049.172,45$$

$$VPN > 0 \text{ (Proyecto poste delineador vial ejecutable)}$$

$$VPN_{delineador} = Bsf\ 10.300.504,44$$

$$VPN > 0 \text{ (Proyecto delineador de barandillas ejecutable)}$$

### 5.5 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno o de rentabilidad es aquella tasa que hace que el valor presente neto de la inversión sea igual a cero.

$$VPN = 0 = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+r)^i}$$

Según este criterio, a la empresa sólo le interesará realizar aquellos proyectos cuya tasa interna de retorno sea superior a la tasa de descuento k. Es decir, cuando  $r > k$  teniendo como incógnita a despejar a r. No será ejecutable cuando  $r < k$ . Cuando existan varias inversiones se dará prioridad a aquellas que tengan una tasa interna de retorno más alta.

<b>Criterios de aceptación</b>	
Si $r > k$	Proyecto ejecutable
Si $r = k$	Indiferente
Si $r < k$	Proyecto no ejecutable
<b>Criterios de preferencia</b>	
De mayor a menor TIR	

Tabla 20: Criterios de aceptación para la TIR

De igual modo con el que se trabajó el VPN, se procederá a calcular la TIR a través de la fórmula financiera disponible en Microsoft Office Excel 2007® de la siguiente forma:

## **Excel-función financiera: Función TIR.**

**Sintaxis:** TIR(valores; estimar)

El argumento “valores” debe contener al menos un valor positivo y uno negativo. El orden de flujos de caja es interpretado siguiendo el orden del argumento “valores”.

“Estimar” es un número que el usuario estima que se aproximará al resultado del TIR.

Microsoft Office Excel 2007® utiliza una técnica iterativa para el cálculo de TIR. Comenzando con el argumento estimar, TIR reitera el cálculo hasta que el resultado obtenido tenga una exactitud de 0,00001%. En la mayoría de los casos no se necesita proporcionar el argumento “estimar” para el cálculo de la TIR. Si se omite el argumento estimar, el programa estimará que es 0,1 (10%).

En el presente trabajo primero se tomó en consideración la tasa de rendimiento mínima atractiva asumida en el cálculo del Valor Presente Neto ( $k=20\%$ ) y al calcular la TIR se omitió el argumento de estimar y se introdujeron los valores del flujo neto de efectivo en ambos proyectos, obteniéndose:

$$TIR_{postes} = 28\% ; k = 20\%$$
$$TIR > k \text{ (Proyecto poste delineador vial ejecutable)}$$

$$TIR_{delineador} = 73\% ; k = 20\%$$
$$TIR > k \text{ (Proyecto delineador de barandillas ejecutable)}$$

## CONCLUSIONES

Se diseñó y construyó un prototipo del poste delineador en su forma instalable en barandillas, basado en técnicas de diseño sustentadas por una matriz de decisión, un modelado 3D previo con diversas correcciones entre el diseño propiamente dicho y las limitaciones y particularidades observadas al analizar la manufactura del mismo, observándose concurrencia en el diseño.

El poste delineador vial diseñado es una excelente alternativa en la demarcación por su versatilidad a la hora de instalarse, su funcionalidad técnica y su costo accesible. Por último, se puede decir que el proyecto cumplió con los objetivos esperados en la investigación, de modo que el aparato tiene las características necesarias para su fin último, contribuir a mejorar la calidad de vida y seguridad de las personas.

El prototipo presentó una apariencia física en cuanto a tamaño, manejo de sus componentes y facilidad de colocación aceptables en cuanto a lo esperado. Además, la investigación se amplió con un apartado que incluye instrucciones para su instalación y mantenimiento, así como un bosquejo de la línea de producción del producto y un anexo que contribuye a los requerimientos técnicos que requieren extenderse en el Manual Venezolano de Dispositivos Viales (ver anexo A).

Se hizo un plan de trabajo en el que se aspira una producción en serie con una inversión en varios aspectos incluyendo moldes cuya fabricación implica un coste considerable, por lo que al tenerse el proyecto ya definido y estudiado, sólo se espera la confirmación de los recursos para dar el ejecútese final.

La tasa interna de retorno obtenida en un análisis del proyecto para 5 años fue de 28% para el poste delineador vial vendiendo 29.491 en el año 1 a un precio de Bsf 250 y de 73% en caso de producirse su modalidad para instalarse en barreras de seguridad, el delineador de barandillas, con unas ventas de 100.000 unidades a un precio de Bsf 140 cada uno; por lo tanto, el producto estudiado es competitivo y rentable.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de un plan piloto en alguna carretera de Venezuela donde se estudie si las estadísticas de accidentes viales tuvieron cambios favorables para los conductores, además de someter a pruebas los productos terminados evaluando su rendimiento.

Debido al tiempo invertido en la fabricación del prototipo, se debe tener presente que su fabricación y factibilidad dependen de un proceso de producción en serie como inyección de plástico.

Se debe hacer un estudio de la vida útil de cada uno de los componentes del poste a fin de visualizar su comportamiento en las más adversas condiciones climáticas.

Se puede considerar la posibilidad de simplificar el diseño próximamente para disminuir los componentes del mismo y depender menos de proveedores externos.

La investigación de usuario se pudiera nutrir de la aplicación de encuestas no sólo a las personas que en realidad están usando los dispositivos, dígase las personas que transiten por carreteras si no a los organismos que los adquieren.

Por último se puede decir que se recomienda la derivación del presente trabajo en otros proyectos tomando este como referencia, ya que la problemática de la escasa visibilidad vial es una situación que debe ser apreciada desde diversas aristas hasta acercarse cada vez más a su solución.

## REFERENCIAS

- British Standards. (2008). Estándar británico “Señales de tráfico verticales y fijas – Parte 3- Postes delineadores y retrorreflectores” BS EN 12899-3-2007. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.bzfxw.com> [Consulta: 2015, enero 6]
- González, J. (2009). Gestión y logística del mantenimiento en automoción. [Libro en línea]. Editorial Club Universitario. Disponible en: <https://books.google.co.ve/books?id=G7v1eXG8oXsC&pg=PA228&dq=diagrama+de+recorrido&hl=es-419&sa=X&ei=l6w1VaSoKISjsAXo2IGACw&sqi=2&ved=0CEEQ6AEwBw#v=onepage&q=diagrama%20de%20recorrido&f=false> [Consulta: 2015, abril 21]
- Groover, M. (1997). Fundamentos de Manufactura Moderna: Materiales, procesos y sistemas. [Libro en línea]. Editorial Pearson. Disponible en: [http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=PA333&dq=inyeccion+de+p1%C3%A1stico&hl=es-419&sa=X&ei=R-wgU\\_q-O4GrkQewnYAo&ved=0CDgQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false](http://books.google.co.ve/books?id=tcV0l37tUr0C&pg=PA333&dq=inyeccion+de+p1%C3%A1stico&hl=es-419&sa=X&ei=R-wgU_q-O4GrkQewnYAo&ved=0CDgQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false) [Consulta: 2015, marzo 14]
- DeGarmo, E. (2002). Materiales y Procesos de Fabricación [Libro en línea]. Editorial Reverté. Disponible en: [https://books.google.co.ve/books?id=m2swZYTsrVIC&pg=PA3&dq=fabricaci%C3%B3n+introducci%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&ei=GDIAVcTbI\\_C0sATJhYDwCA&ved=0CEEQ6AEwBg#v=onepage&q=fabricaci%C3%B3n%20introducci%C3%B3n&f=false](https://books.google.co.ve/books?id=m2swZYTsrVIC&pg=PA3&dq=fabricaci%C3%B3n+introducci%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&ei=GDIAVcTbI_C0sATJhYDwCA&ved=0CEEQ6AEwBg#v=onepage&q=fabricaci%C3%B3n%20introducci%C3%B3n&f=false) [Consulta: 2015, marzo 14]
- Guzmán, F. (2001) El Estudio Económico-financiero y la Evaluación en Proyectos de la Industria Química [Libro en línea]. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. Facultad de Ingeniería. Disponible en: <https://books.google.co.ve/books?id=NLdvnA4kQIIC&pg=PT5&dq=factibilidad+econ%C3%B3mica+introducci%C3%B3n&hl=es->

419&sa=X&ei=Sz9AVZyzOafmsATV44Fg&ved=0CDYQ6AEwBQ#v=onepage&q=factibilidad%20econ%C3%B3mica%20introducci%C3%B3n&f=false [Consulta: 2015, marzo 14]

Instituto Nacional de Transporte Terrestre (2011). Manual Venezolano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.intt.gob.ve/intt/?p=176> [Consulta: 2015, enero 5]

Instituto Nacional de Transporte Terrestre. (2012). Marco Legal para el Otorgamiento de Licencias de Conducir [Documento en línea]. Disponible: <http://www.intt.gob.ve/intt/?p=180> [Consulta: 2015, enero 5]

Ministerio del Poder Popular para la Salud. (2008). Información Epidemiológica sobre Mortalidad 2008. [Documento en línea]. Disponible: [http://www.mpps.gob.ve/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&id=11:anuarios-de-mortalidad](http://www.mpps.gob.ve/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=11:anuarios-de-mortalidad) [Consulta: 2015, enero 5]

Organización Mundial de la Salud. (2013). Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2013. [Documento en línea]. Disponible: [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2013/report/es/](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/es/) [Consulta: 2015, enero 5]

Rico, M. (2012) Fundamentos Empresariales [Libro en línea]. Business & Marketing School. Disponible en: <https://books.google.co.ve/books?id=AQuyxnDAvH0C&pg=PA215&dq=calcular+ta+sa+interna+de+retorno&hl=es-419&sa=X&ei=UdIEVdSxFsGZNObogNgK&ved=0CEkQ6AEwCA#v=onepage&q&f=false> [Consulta: 2015, marzo 14]

Rivas, D. (2014, noviembre). Accidentes de tránsito se incrementaron 54% este año en el estado. [Reporte en línea]. Disponible: [http://www.miranda.gob.ve/pc/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1539:accidentes-de-transito-se-incrementaron-54-este-ano-en-el-estado-&catid=10:noticias&Itemid=260](http://www.miranda.gob.ve/pc/index.php?option=com_content&view=article&id=1539:accidentes-de-transito-se-incrementaron-54-este-ano-en-el-estado-&catid=10:noticias&Itemid=260) [Consulta: 2015, enero 5]

- Sabino, C. (2002). El Proceso de la Investigación. Editorial Panapo. Caracas, Venezuela.
- Shigley, E. Mischke, C. (2002) Diseño en Ingeniería Mecánica. Mc Graw Hill. México.
- Texas Transportation Institute. (2004). Simplifying Delineator and Chevron Applications for Horizontal Curves. [Documento en línea]. Disponible: <http://d2dtl5nnpfr0r.cloudfront.net/tti.tamu.edu/documents/0-4052-1.pdf> [Consulta: 2015, enero 6]
- Tulio, M. (1986) Componentes del Proceso de Planificación y Seguimiento Empresarial [Libro en línea]. Instituto Nacional Agrario. Honduras. Disponible en: <https://books.google.co.ve/books?id=oXEqAAAAYAAJ&pg=PA75&dq=valor+neto+precio+unitario&hl=es-419&sa=X&ei=yC1KVcrcGePLsATcl4D4BA&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q=valor%20neto%20precio%20unitario&f=false> [Consulta: 2015, marzo 14]
- Vaughn R. (1988) Introducción a la Ingeniería Industrial [Libro en línea] Editorial Reverté. Disponible en: <https://books.google.co.ve/books?id=udFwMwT4xDMC&pg=PA22&dq=la+investigaci%C3%B3n+en+ingenier%C3%ADa&hl=es-419&sa=X&ei=clMEVZPyOYmxsASNqoGYAQ&ved=0CDIQ6AEwBA#v=onepage&q=la%20investigaci%C3%B3n%20en%20ingenier%C3%ADa&f=false> [Consulta: 2015, marzo 14]

## **ANEXOS**

**ANEXO A: Recomendaciones a la normativa venezolana basadas en una traducción de parte del estándar británico BS EN 12899-3-2007**

En primer lugar se tiene un extracto del Manual Venezolano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito para tener una visión de las características de los postes delineadores y luego se tiene la traducción de la norma británica en la parte de requerimientos, sección que debería reforzarse en la normativa venezolana según la profesora Celia Herrera.

**Tipos de postes delineadores y retroreflectores**

**Tipos de postes delineadores**

Los delineadores se pueden clasificar según su uso en cinco tipos principales: Los que indican tramos de igual distancia, los que sirven de guía, los “Chevrón” que indican curva fuerte, los delineadores de alineamiento y los delineadores cilíndricos de alineamiento. En la figura siguiente se muestran los distintos tipos de delineadores laterales de la vía con las dimensiones respectivas.

DELINEADORES			
USO	FIGURA	TAMAÑO	COLOR
Indica tramos de igual distancia		10 x 10 Cms	Blanco
Sirve de guía		20 x 60 Cms	Franja superior negra sobre fondo blanco o amarillo
Chevrón indica curva fuerte		40 x 60 Cms 60 x 90 Cms 80 x 120 Cms	Fondo amarillo rotulado en negro
Delineador de alineamiento		10 x 20 Cms	Blanco o amarillo
Delineador de alineamiento cilíndrico		15 Cms de diámetro 23 Cms de alto	Blanco o amarillo

Figura 44: Tipos de delineadores. Imagen tomada de: <http://www.intt.gob.ve/intt/?p=176> [Consulta: 2015, enero 5]

## Tipos de retrorreflectores

Los retrorreflectores se clasifican en:

R1: De revestimiento retrorreflectante (material)

R2: Retrorreflectores de plástico con esquina cúbica.

R3: Retrorreflectores de vidrio biconvexo.

### Requerimientos dimensionales y de instalación.

Los delineadores deberán estar montados en soportes convenientes de modo tal que la parte superior del elemento reflectante se encuentre a una altura de aproximadamente 1 metro por encima del borde más cercano de la calzada y colocarse a una distancia mínima de 0,50 metros y no mayor de 1,50 metros del borde superior de la berna o, si fuese conveniente, en línea con la defensa. Estas medidas se ejemplifican en la figura 45:

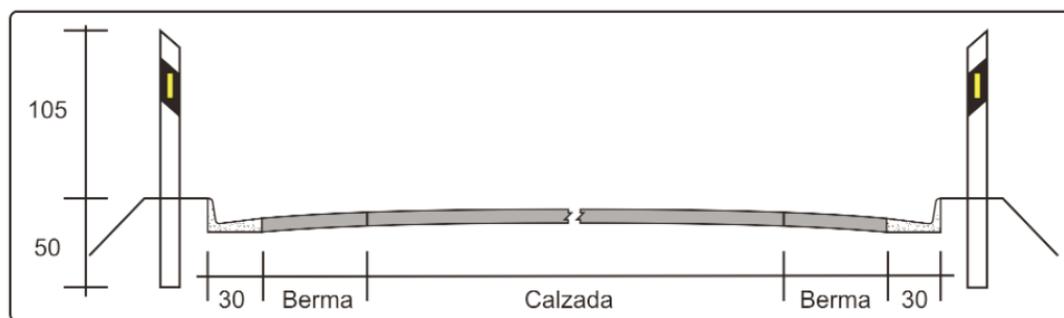


Figura 45: Ubicación de los delineadores. Imagen tomada de: <http://www.intt.gob.ve/intt/?p=176> [Consulta: 2015, enero 5]

Los elementos reflectantes de los delineadores serán, en general, círculos con un diámetro mínimo de 7,5 cm o rectángulos verticales reflectantes de tamaño aproximado, los cuales podrán usarse en sustitución de los círculos.

Los delineadores deberán ser colocados sobre el lado derecho de las vías (lado derecho con respecto al sentido de las mismas) y sobre un lado de las rampas de los distribuidores de tránsito.

Es conveniente utilizar color rojo sobre la parte de atrás de cualquier delineador en los casos en que pueden ser vistos por un conductor que circule en la dirección equivocada.

Podrán utilizarse delineadores para indicar el angostamiento del pavimento en la confluencia de dos canales y deberán ser colocados y espaciados para mostrar la reducción del ancho de calzada.

La delineación es opcional en aquellas secciones de la vía entre distribuidores donde exista iluminación artificial.

Deberán colocarse a una distancia constante desde el borde de la calzada, excepto en aquellos casos en que una defensa u otra obstrucción se interpusiese entre el borde del pavimento y la extensión de la línea de colocación de los delineadores; en esos casos, los delineadores deberán estar en línea con la defensa o en dirección del borde más cercano de la obstrucción.

Normalmente, los delineadores deberán colocarse espaciados cada 30 m de distancia. Cuando el espaciamiento normal es interrumpido por accesos a propiedades, cruces con otras vías, entre otros, los delineadores a instalarse dentro de ese tramo podrán ser colocados antes o después del mismo a una distancia que no llegue a exceder  $\frac{1}{4}$  del espaciamiento normal. Aquellos delineadores que aun así entrasen dentro de este tramo deberán ser eliminados.

El espaciamiento deberá ajustarse en los accesos a curvas y en las curvas horizontales propiamente dichas, de modo tal que varios delineadores sean siempre visibles al conductor.

La tabla siguiente indica el espaciamiento máximo para los delineadores en curvas horizontales; en caso de espaciamiento para un radio de curva no indicado en esa tabla, deberá ser interpolado linealmente.

Tabla 21: Espaciamiento entre postes delineadores en curvas. Tomado de: <http://www.intt.gob.ve/intt/?p=176> [Consulta: 2015, enero 5]

Radio de la Curva Horizontal (m)	Espaciamiento en Curva (m)
15	5
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27

El espaciamiento de los delineadores en curva no deberá exceder los 30 metros. En vías donde sólo se coloquen en tramos de curvas, se deben instalar antes de su inicio a una distancia de  $0,5 R$ , donde  $R$  es el radio de la curva.

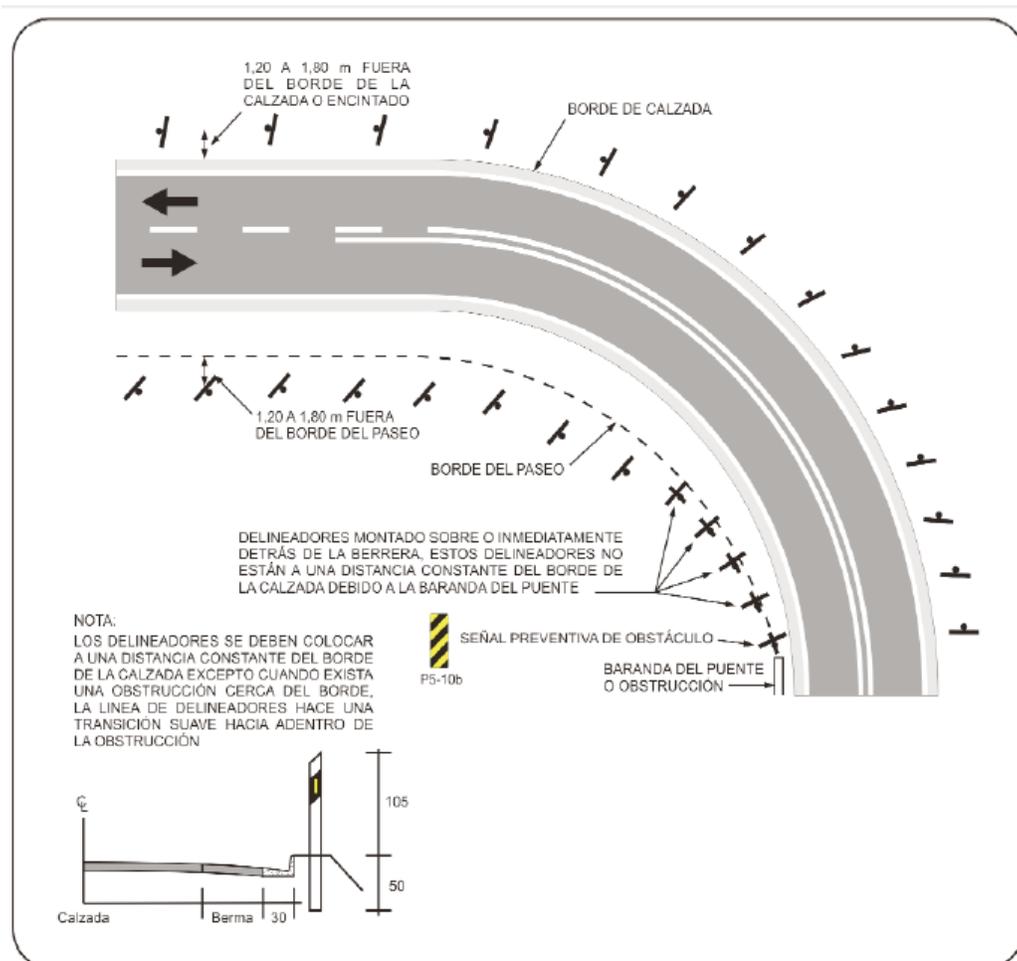


Figura 46: Esquema que ejemplifica la instalación de los postes delineadores en una curva Imagen tomada de: <http://www.intt.gob.ve/intt/?p=176> [Consulta: 2015, enero 5]

## **Requisitos de rendimiento**

### **Generalidades**

Constituyen una ayuda efectiva para la conducción nocturna y deben ser considerados como dispositivos de dirección, más que de prevención. Pueden ser utilizados en secciones de vías, en tramos cortos donde existan cambios en la alineación horizontal, particularmente donde la alineación puede ser confusa o en tramos de transición en el ancho de la calzada. Una ventaja importante de los delineadores es que permanecen visibles en ciertas zonas cuando la vía está mojada o hay neblina.

Consisten en unidades reflectantes capaces de reflejar claramente la luz bajo condiciones atmosféricas normales desde una distancia de aproximadamente 300 metros cuando son iluminadas por las luces altas de un vehículo.

### **Requisitos visuales**

Las láminas usadas deberán ser retrorreflectivas del tipo microplasmáticas y cumplir con las normas técnicas aplicables y comúnmente utilizadas como es la ASTM No. D-4956 y sus revisiones posteriores. Para garantizar la buena visibilidad de estos dispositivos se deberán utilizar niveles mínimos de retrorreflectividad especificados como tipo IV en la referida norma, cuyos valores se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 22: Valores mínimos del coeficiente de retrorreflexión (cd/lux. m<sup>2</sup>). Tomado del estándar BS EN 12899-3-2007. Disponible en: <http://www.bzfxw.com> [Consulta: 2015, enero 6]

Angulo Observ.	Angulo Entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Rojo	Verde	Azul	Fluorescente Lima	Fluorescente Amarillo	Fluorescente Naranja
*0.1°	-4°	500.0	380.0	200.0	90.0	70.0	42.0	400.0	300.0	150.0
*0.1°	+30°	240.0	175.0	94.0	42.0	32.0	20.0	185.0	140.0	70.0
0.2°	-4°	360.0	270.0	145.0	65.0	50.0	30.0	290.0	220.0	105.0
0.2°	+30°	170.0	135.0	68.0	30.0	25.0	14.0	135.0	100.0	50.0
0.5°	-4°	150.0	110.0	60.0	27.0	21.0	13.0	120.0	90.0	45.0
0.5°	+30°	72.0	54.0	28.0	13.0	10.0	6.0	55.0	40.0	22.0

Nota: La medición de este coeficiente se realiza de acuerdo con la norma ASTM-810 denominada “Método Normal de Prueba para el Coeficiente de Retrorreflexión de Láminas Retrorreflejantes”.

En correspondencia con esta norma, el color de las láminas de acuerdo a sus diferentes usos deberán tener la misma tonalidad diurna y nocturna, cumplir con los valores establecidos para sus cuatro pares de coordenadas (x,y) que se ubican en el Diagrama de Cromaticidad, en los términos especificados por el Sistema Colorimétrico Estándar CIE 1931. Adicionalmente con el coeficiente mínimo y máximo de luminosidad diurna Y (%) mediante el uso del estándar CIE D65 en concordancia con la norma descrita y sus procedimientos aplicables.

La ubicación de los cuatro pares de coordenadas en el diagrama de cromaticidad se muestran a manera de ejemplo en la figura siguiente y los valores correspondientes a cada color de detallan en la tabla a continuación:

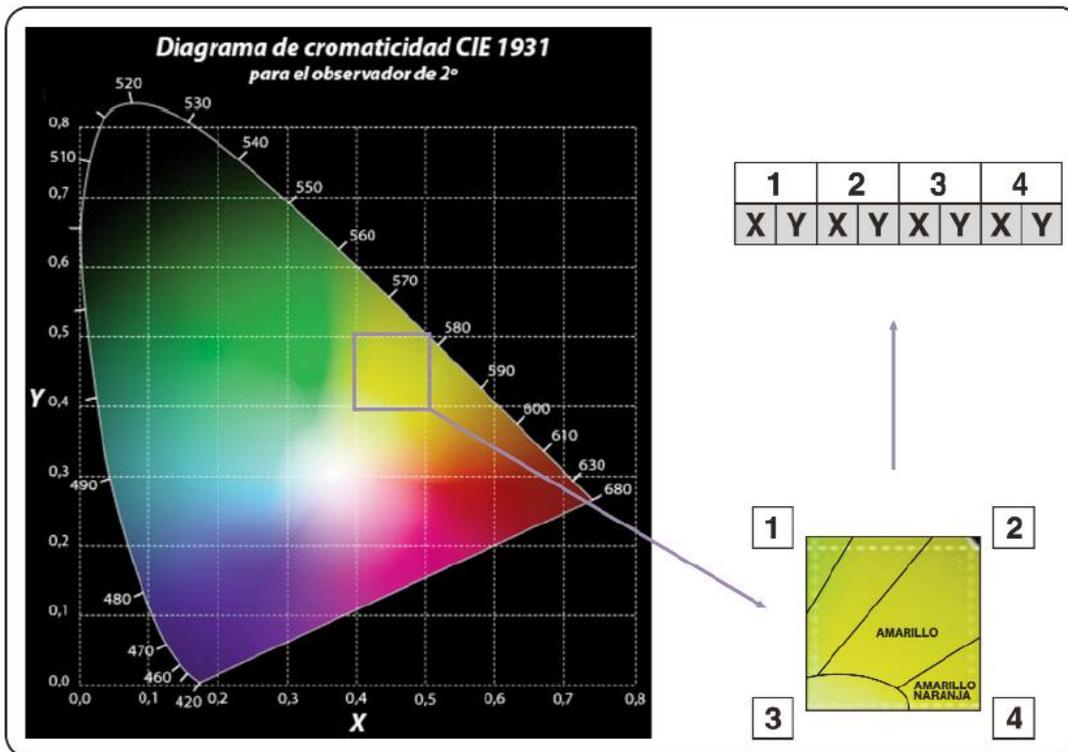


Figura 47: Diagrama de cromaticidad y ubicación de coordenadas. Tomado del estándar BS EN 12899-3-2007. Disponible en: <http://www.bzfxw.com> [Consulta: 2015, enero 6]

Tabla 23: Coordenadas de cromaticidad. Tomado del estándar BS EN 12899-3-2007. Disponible en: <http://www.bzfxw.com> [Consulta: 2015, enero 6]

Color	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Blanco	0.303	0.300	0.368	0.366	0.340	0.393	0.274	0.329
Amarillo	0.498	0.412	0.557	0.442	0.479	0.520	0.438	0.472
Naranja	0.558	0.352	0.636	0.364	0.570	0.429	0.506	0.404
Verde	0.026	0.399	0.166	0.364	0.286	0.446	0.207	0.771
Rojo	0.648	0.351	0.735	0.265	0.629	0.281	0.565	0.346
Azul	0.140	0.035	0.244	0.210	0.190	0.255	0.065	0.216
Fluorecente Lima	0.387	0.610	0.369	0.546	0.428	0.496	0.460	0.540
Fluorecente Amarillo	0.479	0.520	0.446	0.483	0.512	0.421	0.557	0.442
Fluorecente Naranja	0.583	0.416	0.535	0.400	0.595	0.351	0.645	0.355

## Requerimientos físicos

### Postes delineadores

#### Requerimientos estáticos (Carga del viento)

La prueba de estática será realizada de la siguiente forma:

Se preacondicionarán tres nuevos postes delineadores por al menor 4 horas a una temperatura de  $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Se fijarán horizontalmente en una mordaza base tal que la línea de tierra esté al nivel de la parte superior de la mordaza anteriormente mencionada. Se aplicará una carga de prueba en la dirección del tráfico de  $0,42 \text{ kN/m}^2$  en el medio del poste delineador (esta se llamará “Carga de viento 0”). Luego de 120 s se medirá la deflexión temporal en el tope del poste delineador con la carga de prueba aún aplicada (Carga de viento 1).

Se removerá la carga de prueba y luego de 120 s se medirá la deflexión permanente en el tope del poste delineador (Carga de viento 2). Reportar los valores de las mediciones de las deflexiones temporal y permanente como un porcentaje de la altura total del poste delineador sobre la línea de tierra.

Los postes delienadores de tipos D1, D2 y D3 no deberán presentar daño o mostrar una deflexión permanente mayor al 5% de la altura sobre la línea de tierra. La deflexión temporal no deberá exceder los valores de la tabla siguiente:

Tabla 24: Deflexión temporal máxima para carga estática. Tomado del estándar BS EN 12899-3-2007. Disponible en: <http://www.bzfxw.com> [Consulta: 2015, enero 6]

Tipo de medición	Deflexión temporal máxima de la altura del poste delineador sobre la línea de tierra
Carga de viento 0	Sin rendimiento determinado
Carga de viento 1	15%
Carga de viento 2	5%

### Resistencia al impacto dinámico (Requerimientos del material)

La prueba de resistencia al impacto del material se llevará a cabo de la siguiente forma:

Se preconditionarán tres nuevos postes delineadores por al menos 4 horas a una temperatura de  $(-20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Se usará una máquina de péndulo apropiada y un poste delineador será fijado en una mordaza en la base de tal forma que la línea de tierra esté a nivel de la parte superior de dicha mordaza. La paleta golpeadora del péndulo deberá ser plana de 250mm x 500mm y debe golpear al poste delineador con su esquina superior 150mm bajo de la parte superior del poste a probar.

La longitud entre el centro donde gira el péndulo y el centro de la paleta golpeadora será de  $(1000\pm 20)\text{mm}$ . La energía de impacto que golpeará el delineador debe estar en una dirección paralela al camino y será de 150 Nm.

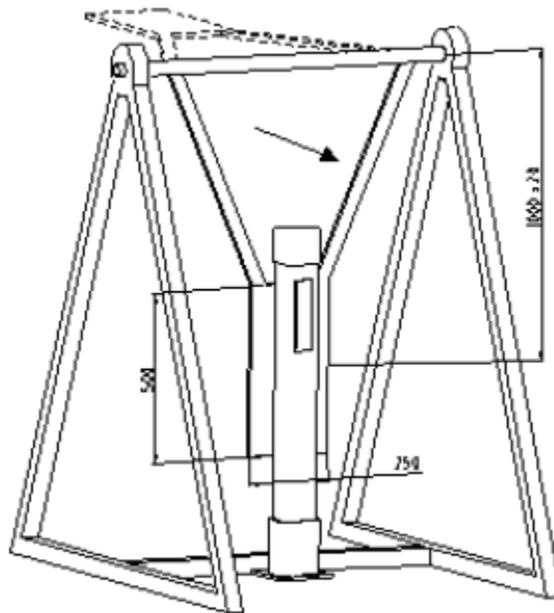


Figura 48: Equipo de prueba para prueba de impacto. Tomado del estándar BS EN 12899-3-2007. Disponible en: <http://www.bzfxw.com> [Consulta: 2015, enero 6]

Los postes delineadores de tipos D1 y D2 deberán mantenerse intactos y los de tipo D3 deberán devolverse a la vertical. Ningún poste delineador deberá resultar dañado o fragmentarse en pedazos. No deberá haber una deflexión permanente mayor al 5% de la altura sobre la línea de tierra. Las mediciones de la deflexión permanente serán cotejadas luego de 24 horas luego de la prueba del material.

### **Resistencia al impacto dinámico (Requerimientos funcionales)**

La prueba de resistencia al impacto dinámico en cuanto a requerimientos funcionales será llevada a cabo de la siguiente forma:

Se preconditionarán tres nuevos postes delineadores por al menos 4 horas a una temperatura de  $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Se fijarán horizontalmente en una mordaza base tal que la línea de tierra esté al nivel de la parte superior de la mordaza anteriormente mencionada. Se usará el mismo péndulo del ensayo de impacto dinámico (sobre requerimientos del material) con el borde inferior del péndulo a 250 mm sobre la línea de tierra. La energía de impacto deberá golpear al delineador simulando un impacto en dirección del flujo vehicular de unos 300 Nm.

Después de la prueba, los postes delineadores de tipo D1 no necesitan permanecer reutilizables, los de tipo D2 deberán mantenerse reutilizables y los de tipo D3 deberán ser reutilizables y volver a la vertical luego de las pruebas. No deberán haber deflexiones permanentes en los tipos D2 y D3 mayores a 5% de la altura sobre la línea de tierra. Las mediciones de la deflexión permanente deberán hacerse 24 horas luego del test funcional.

### **Resistencia al impacto dinámico (Requerimientos de choque)**

Los postes delineadores de tipos D1, D2 y D3 con una masa mayor a 6 kg deberán probarse de la siguiente manera:

Tres postes delineadores deberán probarse y los resultados se expresarán de acuerdo con EN 12767 para estructuras de apoyo inocuo con una velocidad de 70 km/h. Los postes delineadores de prueba deberán instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

### **Resistencia a la corrosión**

Si los postes delineadores usan partes de metal recubiertas con plástico, deberán ser sujetas a un rocío de sal neutra de acuerdo con ISO 9227 a  $(35\pm 2)^{\circ}\text{C}$  por una duración de 240 h.

Luego del test, las muestras no deberán mostrar evidencia de corrosión como manchas de óxido, ampollas en el revestimiento o algún otro cambio en la apariencia comparada con una muestra no evaluada. Esta prueba no es aplicable para partes galvanizadas en caliente, para estas, el espesor de galvanización deberá probarse siguiendo la norma ISO 1461.

### **Desgaste natural**

De acuerdo con el método A en la norma EN ISO 877:1996, tres postes delineadores deberán probarse por un período continuo de 2 años inclinados a  $45^{\circ}$  de la horizontal y hacia el ecuador. Deberán fijarse en una base de prueba apropiada por medio de una mordaza tal que la línea de tierra esté alineada con esta. Antes de realizar esta prueba debe probarse todo lo referente a la visibilidad diurna y la resistencia al impacto. Los productos deberán limpiarse y preacondicionarse a una temperatura de  $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa de  $(50\pm 5)\%$ .

Luego de realizada esta prueba, debe probarse todo lo referente a visibilidad diurna y resistencia al impacto, estando dentro de los mismos requerimientos tomando en cuenta que no deben quebrarse ni astillarse en piezas.

## **Retroreflectores**

Para realizar las pruebas, todos los productos deben ser representativos de una producción normal, los retroreflectores de tipo R1 (de material retroreflectivo) deben ser afianzados a una placa de aluminio de mínimo 2 mm de espesor.

## **Resistencia al impacto dinámico**

Se preconditionarán tres nuevos postes delineadores por al menos 4 horas a una temperatura de  $(-20\pm 2)^{\circ}\text{C}$  y  $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Se posicionarán en una placa de acero de 15 mm de espesor. Se impactarán tres caídas de los retroreflectores en el centro del área retroreflectiva (excluyendo agujeros y articulaciones) dejando caer una bola de acero de diámetro 20 mm de una altura especificada en la tabla siguiente:

Tabla 25: Altura de caída en la prueba de impacto dinámico para retroreflectores.

Caída	Altura de caída de la bola de acero (mm)
Caída 0	Sin rendimiento determinado
Caída 1	200
Caída 2	400

Luego de realizarse las pruebas, los retroreflectores no deben mostrar rompimiento o delaminación fuera de un círculo de 12 mm de radio teniendo como centro el punto de impacto.

## **Resistencia a la corrosión**

Tres retroreflectores deberán ser sujetos a un rocío de sal neutra de acuerdo con la norma ISO 9227 a  $(32\pm 2)^{\circ}\text{C}$  por 96 horas. Deberán limpiarse cuidadosamente antes de las mediciones.

La geometría de las mediciones deberán ser:

Para retrorreflectores de tipo R1, clases RA1 y RA2, el ángulo de observación debe ser  $20^\circ$ , el ángulo de entrada  $\beta_1 = +5^\circ$  y  $\beta_2 = 0^\circ$ .

Para retrorreflectores de tipo R1, clase 3, de tipos R2 y R3 el ángulo de observación debe ser  $20^\circ$ , el ángulo de entrada  $\beta_1 = 0^\circ$  y  $\beta_2 = +5^\circ$ .

Luego de la prueba, el coeficiente de retrorreflexión no debe ser menor a 80% de los valores requeridos.

### **Resistencia al agua**

Se preacondicionarán tres retrorreflectores manteniéndolos a una temperatura de  $(23\pm 2)^\circ\text{C}$  y una humedad relativa de  $(70\pm 5)\%$  por al menos 4 horas antes de la prueba. Se llenarán dos vasos de precipitado con agua destilada de tal forma que los retrorreflectores puedan quedar totalmente sumergidos. Se calentará el agua en el primer vaso a una temperatura constante de  $(60\pm 2)^\circ\text{C}$ . Se enfriará el agua en el segundo envase a una temperatura constante de  $(5\pm 2)^\circ\text{C}$ . Se someterán los retrorreflectores a 1 hora de inmersión total en el agua caliente y luego se transferirán al agua enfriada. Se repetirá el ciclo cinco veces. Luego de terminar los ciclos de prueba, se removerán los retrorreflectores del agua y se secarán con una toalla. Coloque los productos de prueba en una placa calentada a una temperatura entre  $30^\circ\text{C}$  y  $40^\circ\text{C}$ , se examinarán por 15 min por algún signo visible de entrada de agua.

Luego de realizado el test, los retrorreflectores no deberán mostrar agua o alguna entrada de vapor de agua en la parte óptica. La penetración de agua o vapor de agua en los bordes de los retrorreflectores R1 no se considerarán como una falla.

### **Desgaste natural**

Tres retrorreflectores serán probados de acuerdo con el método A en la norma EN ISO 877:1996 inclinados a un ángulo de 45° con respecto a la horizontal de frente al ecuador.

Los retrorreflectores de tipo R1 clase RA1 y RA2 deberán exponerse por 3 años y los demás tipos se expondrán por 2 años; en ambos casos, se limpiarán cuidadosamente y se les realizarán las pruebas de resistencia al impacto dinámico, coordinadas de cromaticidad de radiación retrorreflectada y del coeficiente retrorreflectivo.

Las coordenadas de cromaticidad de la radiación retrorreflectada deben estar dentro de las regiones definidas previamente, el coeficiente de retrorreflexión no debe ser menor al 80% del exigido y luego de ser sujeto a la prueba de resistencia al impacto dinámico no debe haber rompimiento ni delaminación fuera de un círculo de 12 mm de radio con el punto de impacto como centro.

## ANEXO B: Costos de Materia Prima

### Postes delineadores:

Materia Prima	Precio (Bs/ Kg)	Peso (g)	Desperdicio	Total peso (g)	Precio (BsF)
Poliestireno de alto impacto (Cuerpo)	75,00	86,00	20%	103,2	7,74
Poliestireno de alto impacto (Base)	75,00	89,00	20%	103,2	7,74
Polycarbonato	400,00	18,00	20%	21,6	8,64
Total precio Materia Prima Postes Delineadores					24,39

Insumo	Precio por unidad (BsF)	Cantidad	Precio (BsF)
Tapón rectangular (1)	17,00	1	17
Ramplug (3)	18,00	3	54
Pasadores/tuercas (3)	5,00	3	15
Resorte (1)	19,00	1	19
Remaches (8)	3,00	8	24
Total precio Insumos Postes delineadores			129

AÑOS	CANTIDADES (Unidades)	PRECIO (BsF/unidad)	COSTO TOTAL (BsF)
1	34.938	153,39	5.359.178
2	40.522	167,30	6.779.361
3	48.209	177,89	8.575.891
4	59.746	181,58	10.848.502
5	65.721	208,81	13.723.355

**Delineadores de barandillas:**

Materia Prima	Precio (Bs/ Kg)	Peso (g)	Desperdicio	Total peso (g)	Precio (BsF)
Poliestireno de alto impacto	75,00	46,00	20%	55,2	4,14
Polycarbonato	400,00	18,00	20%	21,6	8,64
Total precio Materia Prima Delineadores de barandillas					8,57

Insumo	Precio por unidad (BsF)	Cantidad	Precio (BsF)
Ramplug (2)	18,00	2,00	36
Total precio Insumos Delineadores de barandillas			36

AÑOS	CANTIDADES (Unidades)	PRECIO (BsF/unidad)	COSTO TOTAL (BsF)
1	110.339	44,57	4.917.809
2	126.967	46,43	5.895.096
3	132.962	48,77	6.484.605
4	135.480	52,65	7.133.066
5	138.533	60,11	7.846.373

\*Nota: Aproximaciones en los precios de los insumos colocados a partir de adquisiciones en grandes cantidades

Fuente: Cálculos propios

## ANEXO C: Mano de obra y personal

### Postes delineadores

	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Sueldos Unitarios Mensuales	Sueldos y Salarios Mensuales	Sueldos y Salarios Anuales	Otras Remuneraciones anuales	Prestaciones Sociales anuales	Total
<b>MOD</b>	Obreros	8	7.500	61.250	735.000	122.500	61250,00	918.750
	Operadores y almacenistas	5	7.500	38.750	465.000	77.500	38750,00	581.250
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>13</b>	<b>15.000</b>	<b>100.000</b>	<b>1.200.000</b>	<b>200.000</b>	<b>100.000</b>	<b>1.500.000</b>
	Jefe	1	10.000	10.000	120.000	20.000	10000	150.000
<b>MOI</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>1</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>120.000</b>	<b>20.000</b>	<b>10.000</b>	<b>150.000</b>
<b>AYV</b>	Secretaria	1	7.776	7.776	93.309	0	0	93.309
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>1</b>	<b>7.776</b>	<b>7.776</b>	<b>93.309</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>93.309</b>
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>	<b>32.776</b>	<b>117.776</b>	<b>1.413.309</b>	<b>220.000</b>	<b>110.000</b>	<b>1.743.309</b>

### Delineadores de barandillas

	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Sueldos Unitarios Mensuales	Sueldos y Salarios Mensuales	Sueldos y Salarios Anuales	Otras Remuneraciones anuales	Prestaciones Sociales anuales	Total
<b>MOD</b>	Obreros	7	7.500	52.500	630.000	105.000	52500,00	787.500
	Operadores y almacenistas	6	7.500	45.000	540.000	127.500	45000,00	712.500
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>13</b>	<b>15.000</b>	<b>97.500</b>	<b>1.170.000</b>	<b>232.500</b>	<b>97.500</b>	<b>1.500.000</b>
	Jefe	1	10.000	10.000	120.000	20.000	10000	150.000
<b>MOI</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>1</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>	<b>120.000</b>	<b>20.000</b>	<b>10.000</b>	<b>150.000</b>
<b>AYV</b>	Secretaria	1	7.776	7.776	93.309	0	0	93.309
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>1</b>	<b>7.776</b>	<b>7.776</b>	<b>93.309</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>93.309</b>
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>	<b>32.776</b>	<b>117.776</b>	<b>1.413.309</b>	<b>220.000</b>	<b>110.000</b>	<b>1.743.309</b>

**Fuente: Cálculos Propios**

**MOD:** Mano de obra directa

**MOI:** Mano de obra indirecta

**AYV:** Personal de administración

## ANEXO D: Cuadros de moldes

### Postes delineadores

CONCEPTO	COSTO (BsF)
MOLDE REFLECTIVO	540.000
MATRIZ DEL TUBO PARA EXTRUSIÓN	310.000
MOLDE BASE	230.000
TOTAL	1.080.000

### Delineador de barandillas

CONCEPTO	COSTO (BsF)
MOLDE REFLECTIVO	540.000
MOLDE BASTIDOR	540.000
TOTAL	1.080.000

## ANEXO E: Costos de depreciación y amortización

### Postes delineadores

DESCRIPCIÓN	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5
MAQUINARIAS, MOLDES Y OTROS ACTIVOS	448.000	448.000	448.000	448.000	448.000
Imprevistos y varios	132.060	484.060	484.060	484.060	484.060
<b>TOTALES</b>	<b>580.060</b>	<b>580.060</b>	<b>580.060</b>	<b>580.060</b>	<b>580.060</b>

### Delineadores de barandillas

DESCRIPCIÓN	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5
MAQUINARIAS, MOLDES Y OTROS ACTIVOS	448.000	448.000	448.000	448.000	448.000
Imprevistos y varios	132.060	484.060	484.060	484.060	484.060
<b>TOTALES</b>	<b>580.060</b>	<b>580.060</b>	<b>580.060</b>	<b>580.060</b>	<b>580.060</b>

## ANEXO F: Costos de equipos y maquinarias

Postes delineadores

COMPRA DE MAQUINARIA	
CONCEPTO	COSTO (BsF)
MÁQUINA DE INYECCIÓN MIR	150.000
MÁQUINA DE INYECCIÓN TermoPlastic	130.000
CHILLER	140.000
EXTRUSORA	130.000
TOTAL	550.000

Delineadores de barandillas

COMPRA DE MAQUINARIA	
CONCEPTO	COSTO (BsF)
MÁQUINA DE INYECCIÓN MIR	150.000
MÁQUINA DE INYECCIÓN TermoPlastic	130.000
CHILLER	140.000
TOTAL	420.000

## ANEXO G: Costos de administración

Postes delineadores

<b>CONCEPTO</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Gastos Generales	43.309	47.640	52.404	57.644	63.409
Publicidad y Mercadeo	50.000	55.000	60.500	66.550	73.205
<b>Total</b>	<b>93.309</b>	<b>102.640</b>	<b>112.904</b>	<b>124.194</b>	<b>136.614</b>

Delineadores de barandillas

<b>CONCEPTO</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Gastos Generales	43.309	47.640	52.404	57.644	63.409
Publicidad y Mercadeo	50.000	55.000	60.500	66.550	73.205
<b>Total</b>	<b>93.309</b>	<b>102.640</b>	<b>112.904</b>	<b>124.194</b>	<b>136.614</b>

## ANEXO H: Costos de Material Empaque (Materiales Auxiliares)

### Postes delineadores

Material de Empaque	Cantidad anual	Precio Unitario (Bsf).	Total material de Empaque anual ( Bolívares)
Cajas para almacenar 100 Unid contando cinta adhesiva	2.048	20	40.960
<b>Total</b>			<b>40.960</b>

### Delineadores de barandillas

Material de Empaque	Cantidad anual	Precio Unitario (Bsf).	Total material de Empaque anual ( Bolívares)
Cajas para almacenar 100 Unid contando cinta adhesiva	2.048	20	40.960
<b>Total</b>			<b>40.960</b>

## ANEXO I: Costos de servicios

### Postes delineadores

Concepto	ELECTRICIDAD			AGUA			TELEFONO		Total general
AÑOS	CANT. (Kwh.)	COSTO UNIT. (Bs./Kwh.)	TOTAL Bs.	CANT, (m3)	COSTO UNIT. (Bs./m3)	TOTAL Bs.	Renta Básica	TOTAL Bs.	
1	2.250	9,20	20.700,00	882	1	882,00	200,00	2.400,00	23.982,00
2	2.898	9,20	26.661,60	1134	1	1.134,00	232,00	2.784,00	30.579,60
3	3.312	9,20	30.470,40	1197	1	1.197,00	269,12	3.229,44	34.896,84
4	3.240	9,20	29.808,00	1197	1	1.197,00	312,18	3.746,15	34.751,15
5	3.240	9,20	29.808,00	1197	1	1.197,00	362,13	4.345,53	35.350,53

### Delineadores de barandillas

Concepto	ELECTRICIDAD			AGUA			TELEFONO		Total general
AÑOS	CANT. (Kwh.)	COSTO UNIT. (Bs./Kwh.)	TOTAL Bs.	CANT, (m3)	COSTO UNIT. (Bs./m3)	TOTAL Bs.	Renta Básica	TOTAL Bs.	
1	2.250	9,20	20.700,00	882	1	882,00	200,00	2.400,00	23.982,00
2	2.898	9,20	26.661,60	1134	1	1.134,00	232,00	2.784,00	30.579,60
3	3.312	9,20	30.470,40	1197	1	1.197,00	269,12	3.229,44	34.896,84
4	3.240	9,20	29.808,00	1197	1	1.197,00	312,18	3.746,15	34.751,15
5	3.240	9,20	29.808,00	1197	1	1.197,00	362,13	4.345,53	35.350,53

## ANEXO J: Modelo de encuesta



### ENCUESTA SOBRE ESCASA VISIBILIDAD AL CONducIR EN CARRETERA

Instrucciones: Marque con una X la opción que prefiera. Encuesta totalmente Anónima.

1.- ¿Conduce o ha conducido en carretera?    Si    No

2.- ¿Se ha enfrentado a alguna de las siguientes situaciones problemáticas mientras conduce?	
Fallos en el vehículo	
Problemas o deterioro de las vías	
Escasa visibilidad producto de la lluvia, niebla, nocturnidad, otros.	
Somnolencia	
Negligencia de terceros	
Señalización inadecuada	
Otros (indique):	

3.- ¿Considera que la escasa visibilidad mientras se conduce es un problema?    Si    No

4.- En caso de considerar la escasa visibilidad al conducir un problema, ¿qué solución recomienda?:

\_\_\_\_\_

5.- ¿Sentiría que su seguridad en la vía aumentaría con la instalación de equipos que aumenten la visibilidad de las vías?    Si    No

6.- ¿Está de acuerdo con una inversión en mejorar la visibilidad de las vías?    Si    No

Caracas, abril de 2015 | José Labori

**ANEXO K: Manuales de instalación y mantenimiento de los postes delineadores y de los delineadores de barandillas (Tamaño real)**

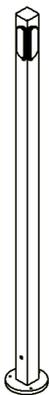


# Poste delineador vial MaJo Industrial®

## Información del producto

### Descripción

El Poste Delineador Vial MaJo Industrial® es un instrumento de demarcación vial compuesto por un poste de poliestireno de alta densidad flexible y dos lentes retrorreflectores de policarbonato aumentando la visibilidad de la vía.



LISTA DE PARTES		
PARTES	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	1	Cuerpo
2	4	Lente de poste
3	1	Base
4	1	Resorte
5	1	Pasador
6	1	Tapón rectangular tubería (RC 1x1-1/2 DBK1)
7	1	Pasador ISO 2341 B 5x45
8	1	Pasador de clavija ISO 1234 2,5x10
9	8	Remache GB/T 1015-1986 3mm

### Limitaciones en cuanto a ubicación y uso

Los Postes Delineadores Viales MaJo Industrial® son dispositivos altamente efectivos cuando se los aplica correctamente siguiendo las recomendaciones de este manual y/o su fabricante.

La durabilidad del lente retrorreflectivo depende del área geográfica en que se instalen, las condiciones de exposición y tránsito y mantenimiento. Su exposición a condiciones severas o inusuales puede acortar el desempeño para tales aplicaciones.

### Instrucciones para ensamblaje, montaje y fijación

Fijar el poste a una distancia mínima de 0,50 metros y no mayor de 1,50 metros del borde superior de la berna o, si fuese conveniente, en línea con la defensa. Hacer las perforaciones y colocar los ramplug montando los delineadores distanciándolos entre sí 30 metros; en caso de curva, el espaciamiento será según la siguiente tabla:

COLOCACIÓN POSTES	
Radio de curva (m)	Espacio entre postes (m)
15	5
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27

### Instrucciones de operación, mantenimiento y limpieza

Los delineadores viales que requieran limpieza deben mojarse con abundante cantidad de agua, y luego lavarse con una solución de detergente con esponja o cepillo de cerda. Evite ejercer una presión que pueda dañar la superficie. Enjuague con abundante agua después del lavado. No utilice solventes para limpiar las láminas.

**PARA INFORMACIÓN O ASISTENCIA  
LLAMAR AL: (+58 212) 368-2246**

MaJo Industrial® no asume ninguna responsabilidad por ninguna lesión, pérdida o daño que surja del uso del producto. Asimismo, MaJo Industrial® no se hace responsable por deterioros, pérdidas y/o fallas en el producto cuando éste sea utilizado combinadamente y/o conjuntamente con un producto no fabricado por MaJo Industrial®. Cualquier consecuencia que pudiera generarse en virtud de este uso de un producto no fabricado por MaJo Industrial®, será exclusiva responsabilidad del usuario, quien tendrá a su cargo a determinar las medidas de precaución de uso establecida por aquel fabricante.

**MaJo Industrial®** RIF J-31735273-4

Carretera Petare Santa Lucía Km 14. Zona Industrial Los Guayabitos.  
Galpón No. 3. Filas de Mariche, Edo Miranda, Vzla  
Teléfonos (+58 212) 368-2246 / (+58 416) 607-2250 / (+58 416) 627-9263

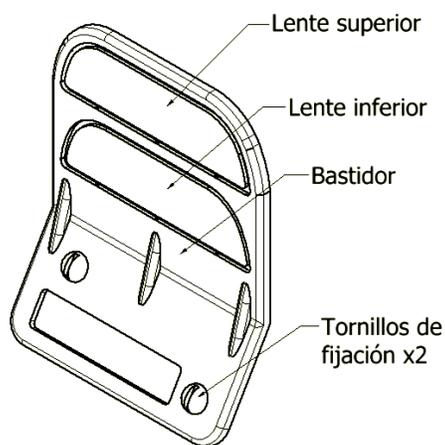


# Delineador de barandillas MaJo Industrial®

## Información del producto

### Descripción

El Delineador de barandillas MaJo Industrial® es un instrumento de demarcación vial compuesto por un bastidor instalable en barandillas y barreras de seguridad y dos lentes retrorreflectores, que aumentan la visibilidad de la vía.

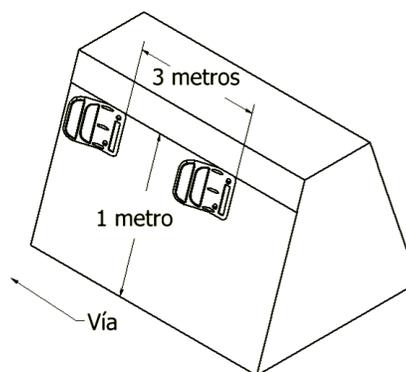


### Limitaciones en cuanto a ubicación y uso

Los Delineadores de Barandillas Viales MaJo Industrial® son dispositivos altamente efectivos cuando se los aplica correctamente siguiendo las recomendaciones de este manual y/o su fabricante. La durabilidad del lente retrorreflectivo depende del área geográfica en que se instalen, las condiciones de exposición y tránsito y mantenimiento. Su exposición a condiciones severas o inusuales puede acortar el desempeño para tales aplicaciones.

### Instrucciones para ensamblaje, montaje y fijación

Fijar el delineador en el costado de la barrera de seguridad a una altura de 1 metro sobre la calzada y con los lentes de cara a la vía. Hacer las perforaciones y colocar los tornillos de fijación montando los delineadores distanciándolos entre sí 3 metros.



### Instrucciones de operación, mantenimiento y limpieza

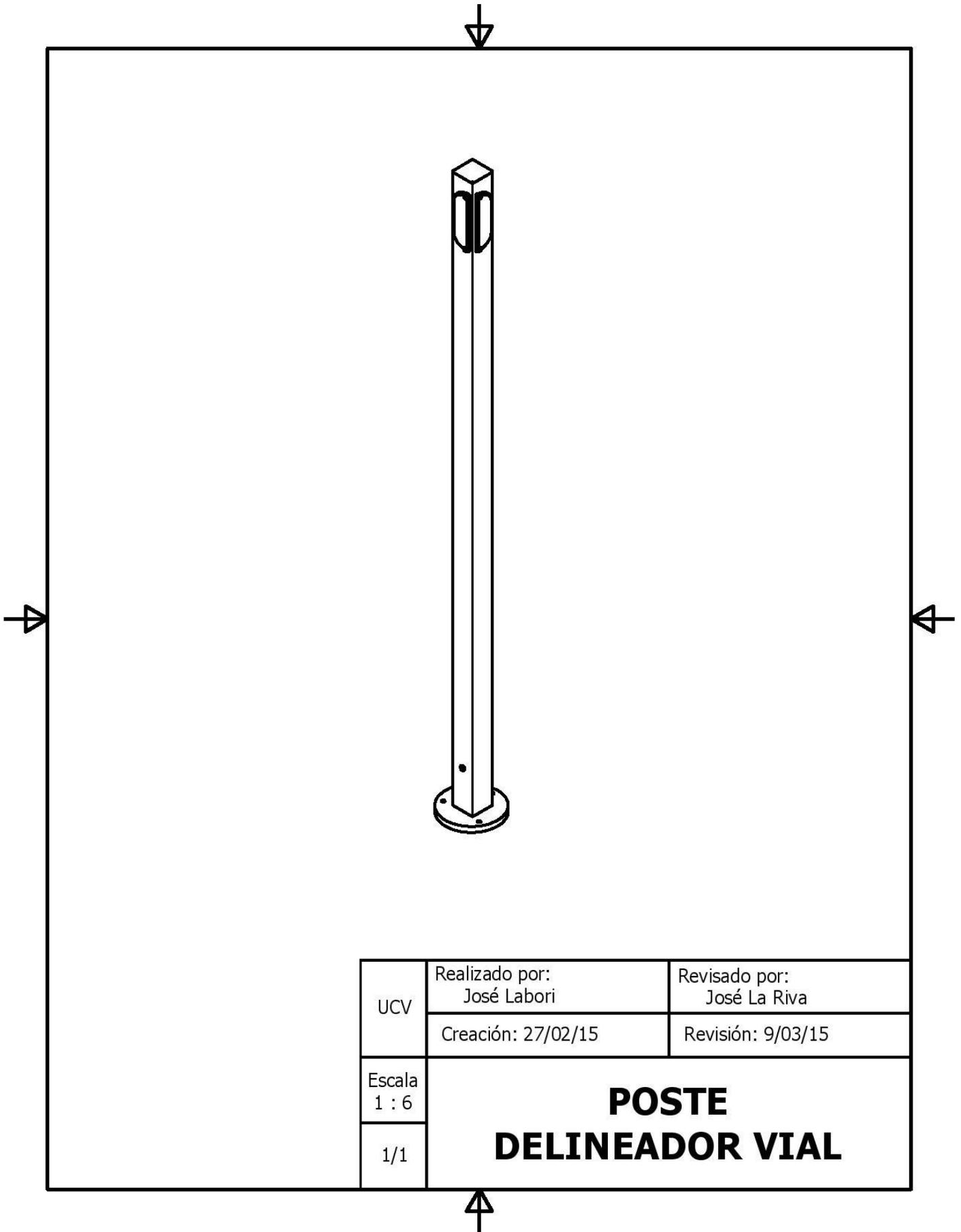
Los delineadores viales que requieran limpieza deben mojarse con abundante cantidad de agua, y luego lavarse con una solución de detergente con esponja o cepillo de cerda. Evite ejercer una presión que pueda dañar la superficie. Enjuague con abundante agua después del lavado. No utilice solventes para limpiar los lentes.

**PARA INFORMACIÓN O ASISTENCIA  
LLAMAR AL:  
(+58 212) 368-2246**

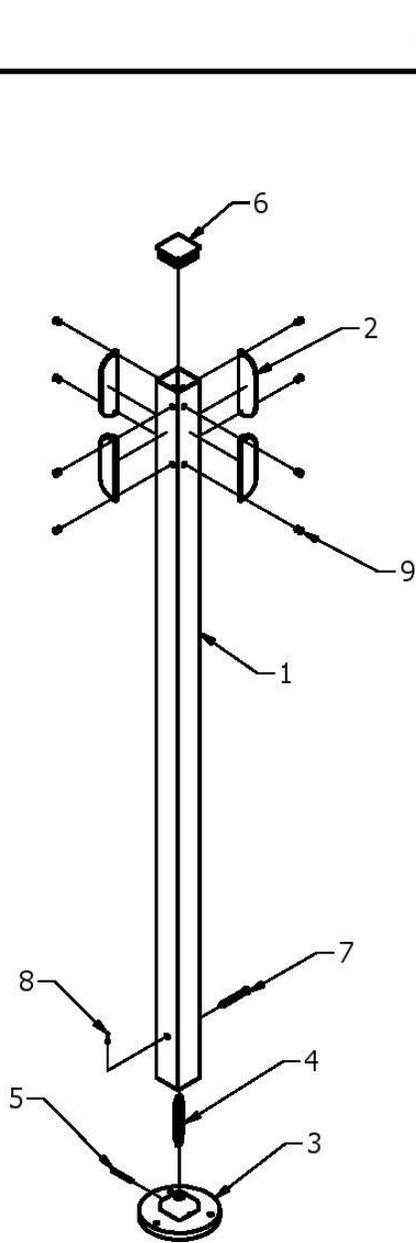
MaJo Industrial® no asume ninguna responsabilidad por ninguna lesión, pérdida o daño que surja del uso del producto. Asimismo, MaJo Industrial® no se hace responsable por deterioros, pérdidas y/o fallas en el producto cuando éste sea utilizado combinadamente y/o conjuntamente con un producto no fabricado por MaJo Industrial®. Cualquier consecuencia que pudiera generarse en virtud de este uso de un producto no fabricado por MaJo Industrial®, será exclusiva responsabilidad del usuario, quien tendrá a su cargo a determinar las medidas de precaución de uso establecida por aquel fabricante.

**MaJo Industrial®** RIF J-31735273-4  
Carretera Petare Santa Lucía Km 14. Zona Industrial Los Guayabitos.  
Galpón No. 3. Filas de Mariche, Edo Miranda, Vzla  
Teléfonos (+58 212) 368-2246 / (+58 416) 607-2250 / (+58 416) 627-9263

## **PLANOS**

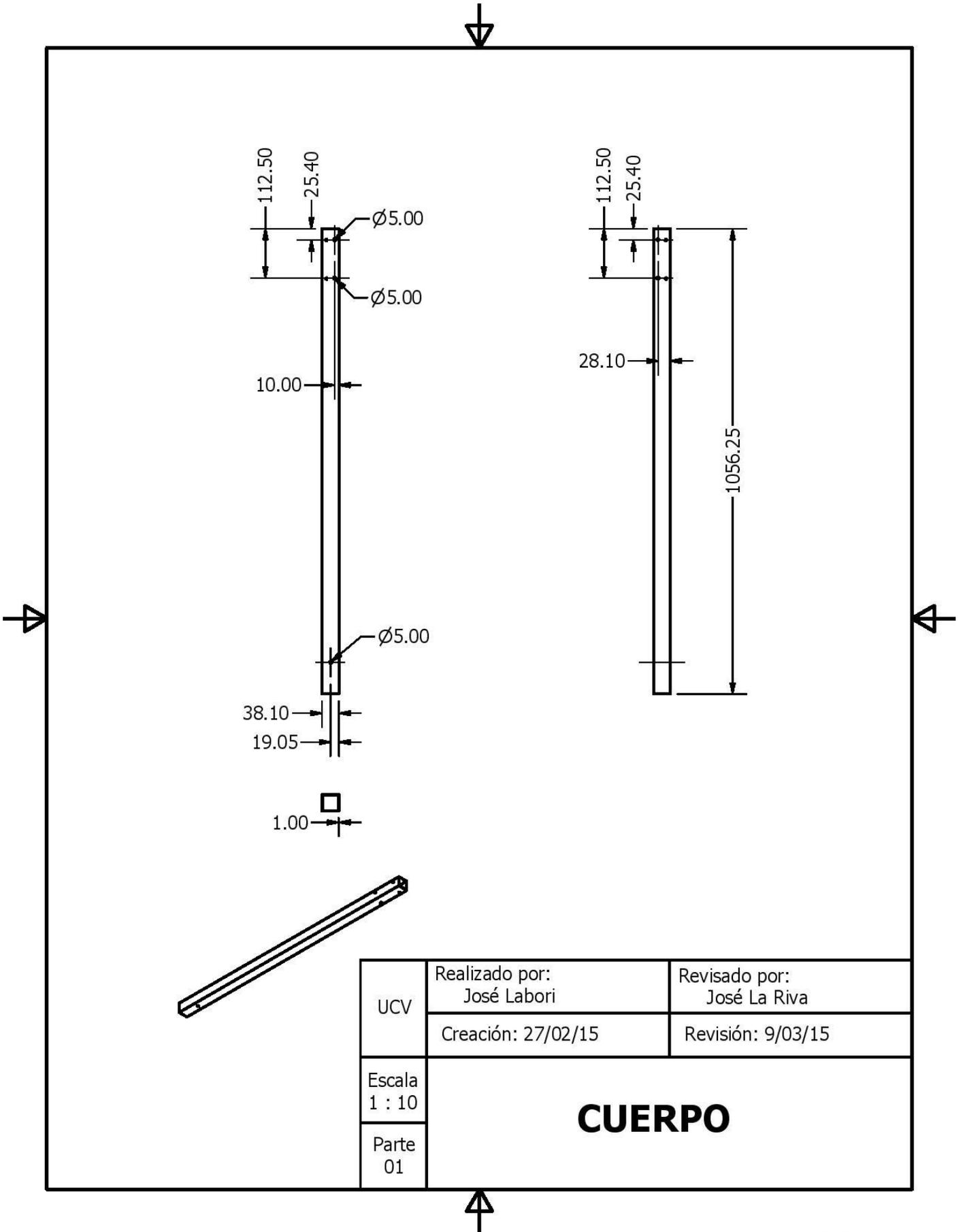


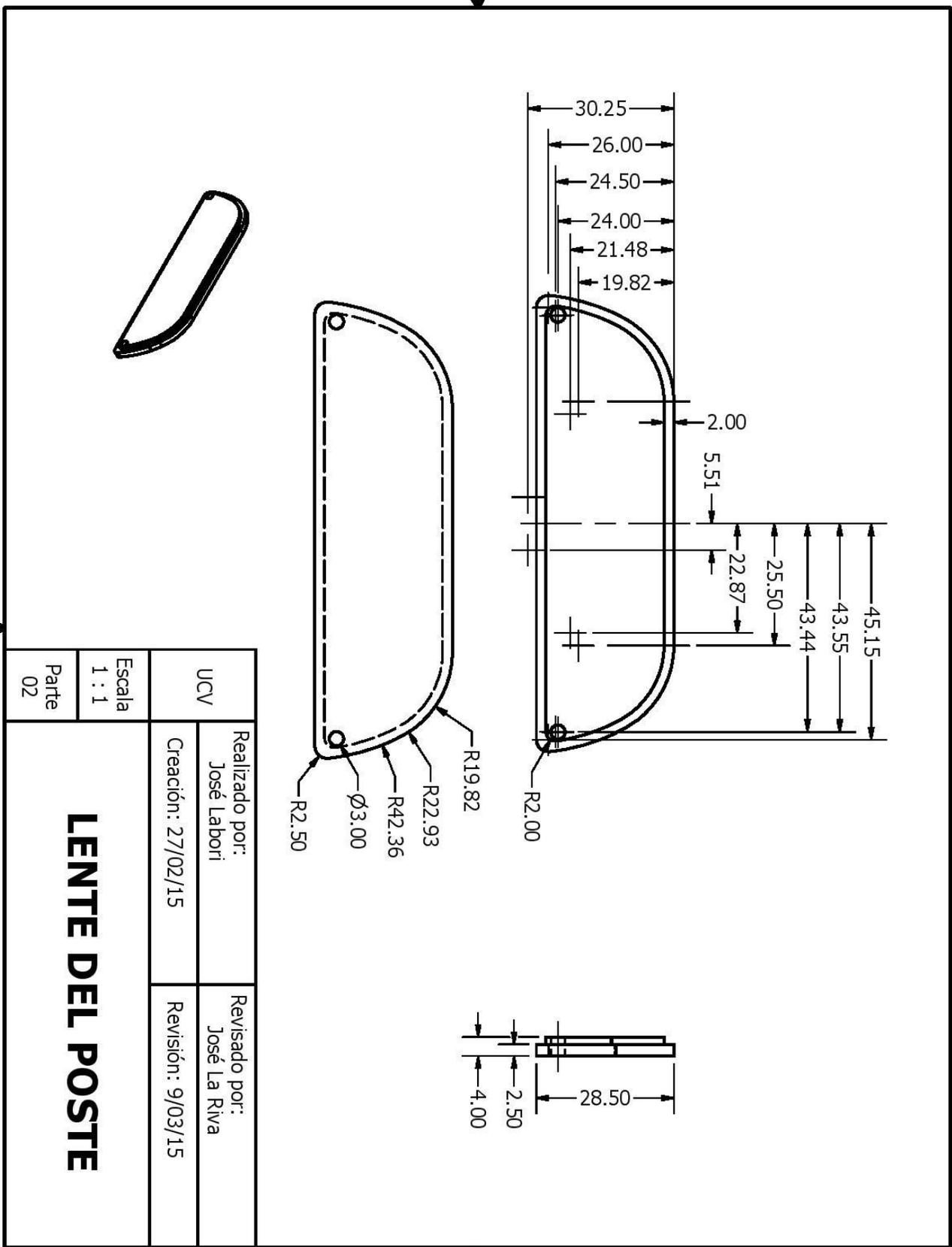
UCV	Realizado por: José Labori	Revisado por: José La Riva
	Creación: 27/02/15	Revisión: 9/03/15
Escala 1 : 6	<b>POSTE DELINEADOR VIAL</b>	
1/1		

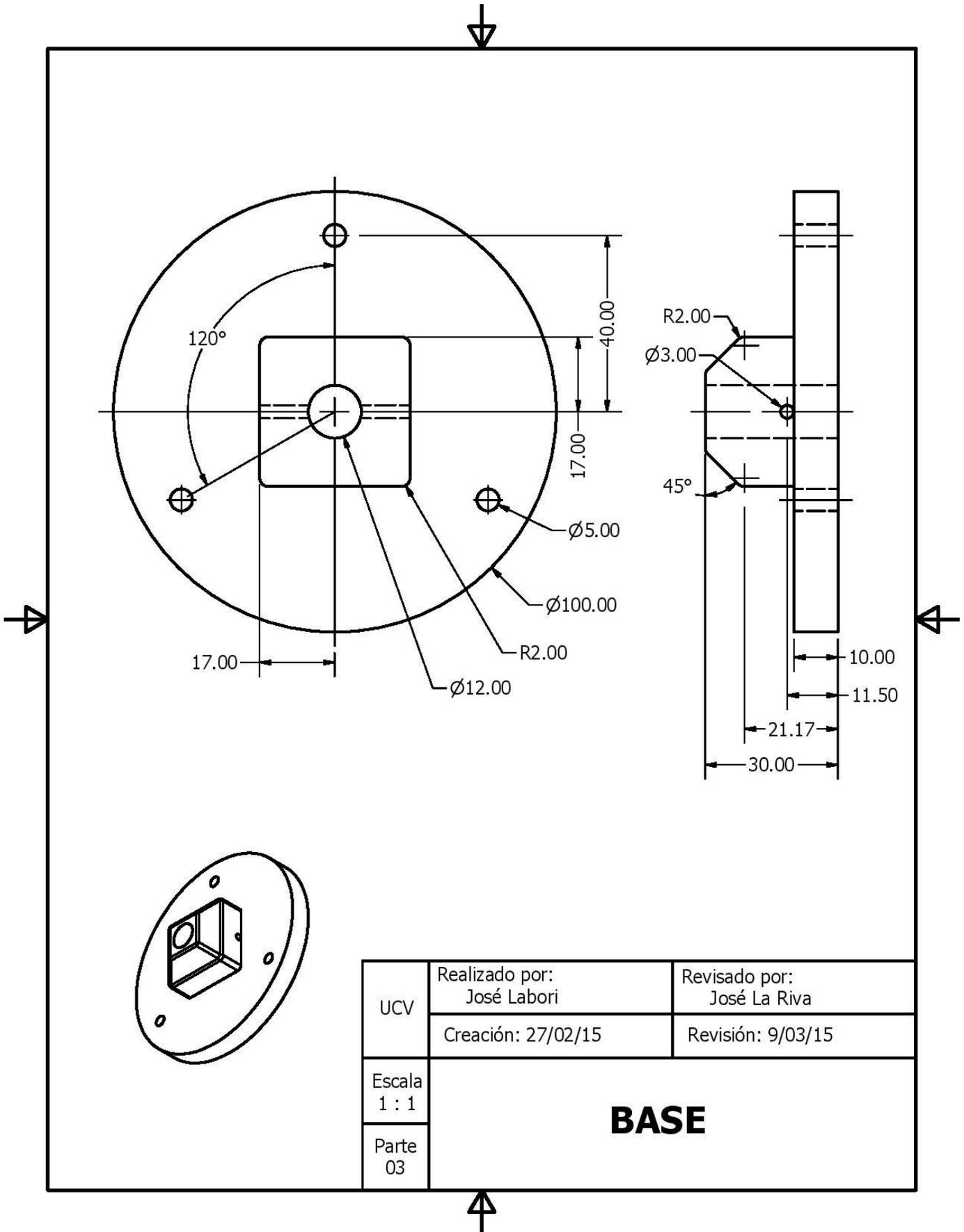


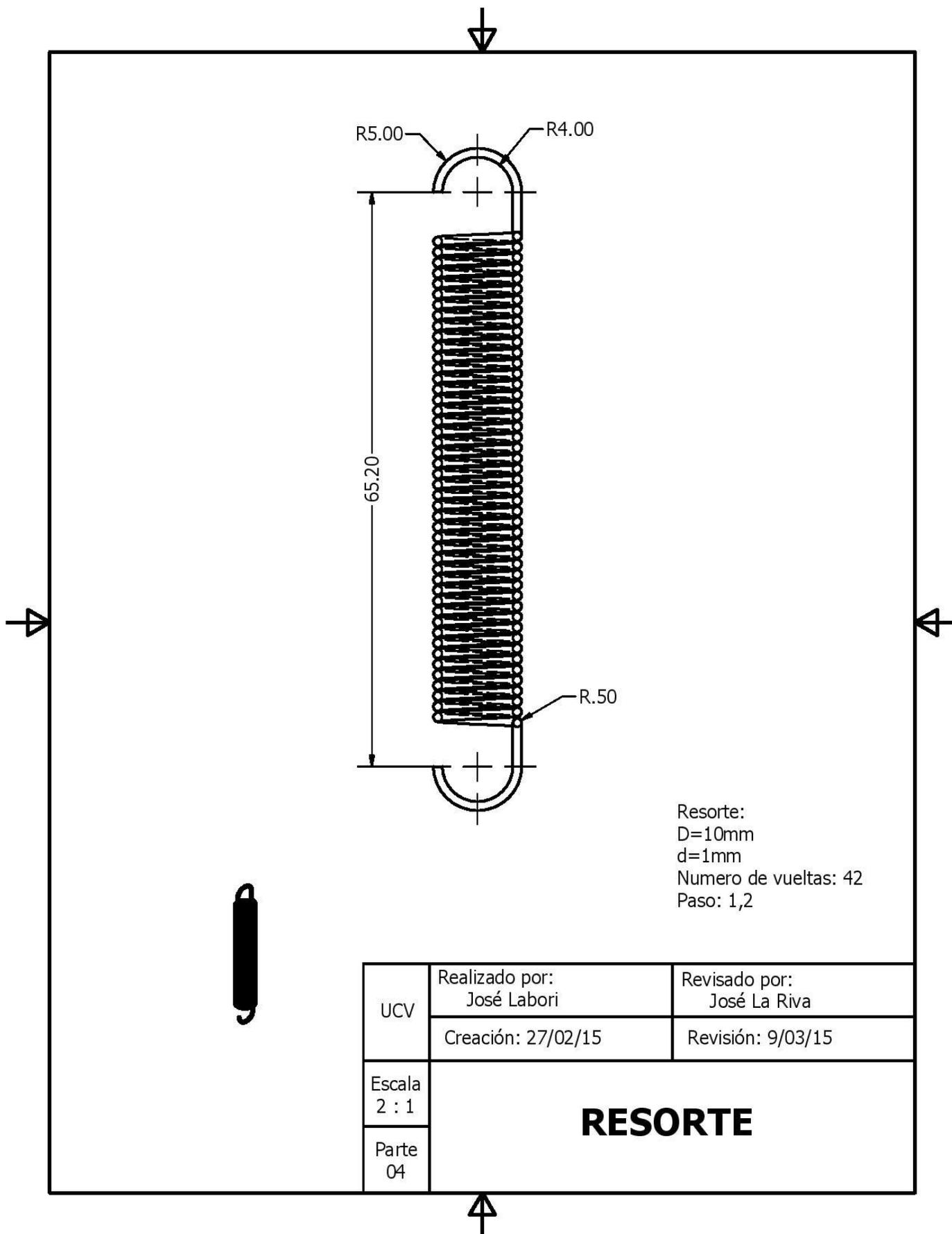
LISTA DE PARTES		
PARTES	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	1	Cuerpo
2	4	Lente de poste
3	1	Base
4	1	Resorte
5	1	Pasador
6	1	Tapón rectangular tubería (RC 1x1-1/2 DBK1)
7	1	Pasador ISO 2341 B 5x45
8	1	Pasador de clavija ISO 1234 2,5x10
9	8	Remache ISO 1051 3mm

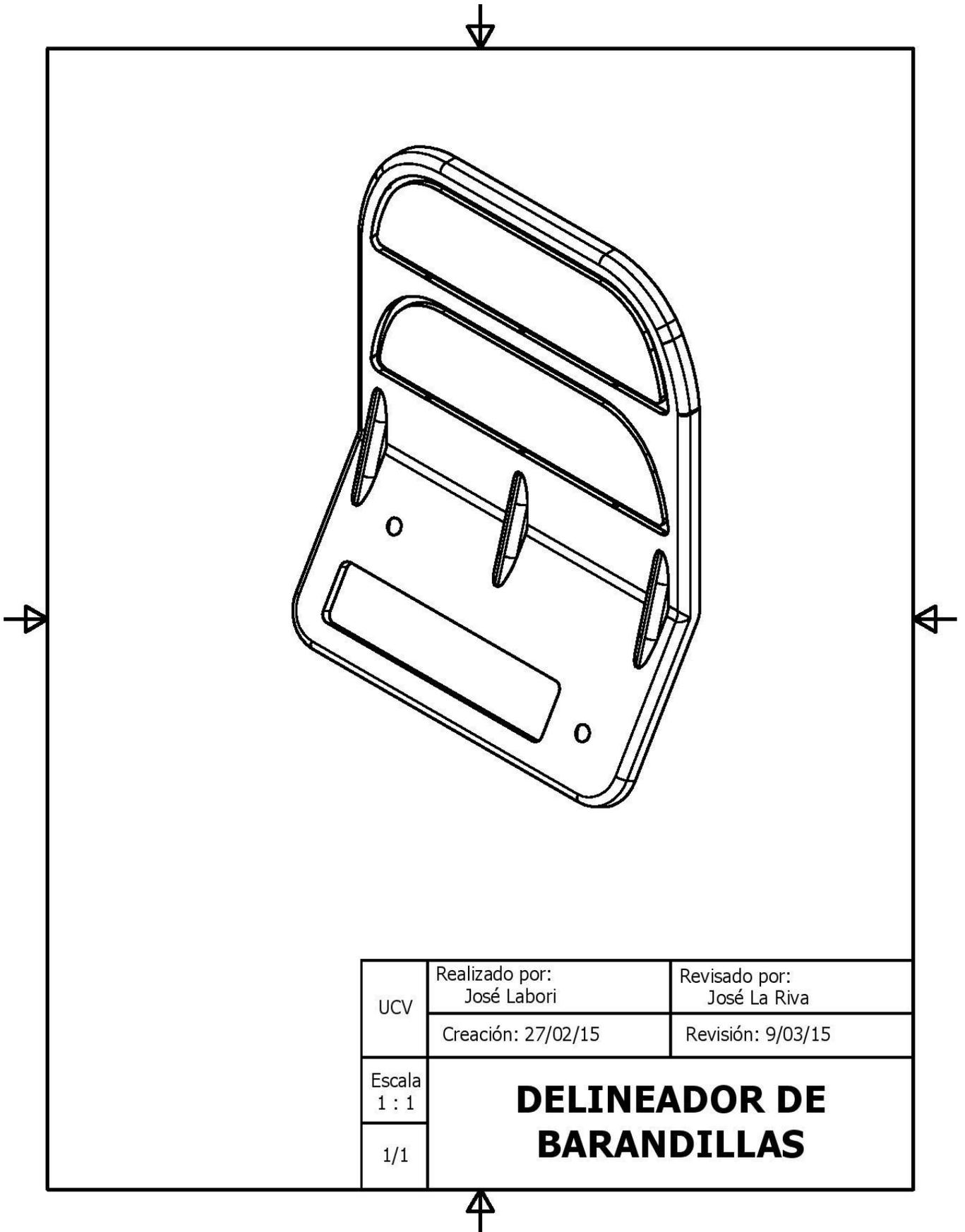
UCV	Realizado por: José Labori	Revisado por: José La Riva
	Creación: 27/02/15	Revisión: 9/03/15
Escala 1 : 8	<b>DESPIECE POSTE DELINEADOR VIAL</b>	
1/1		



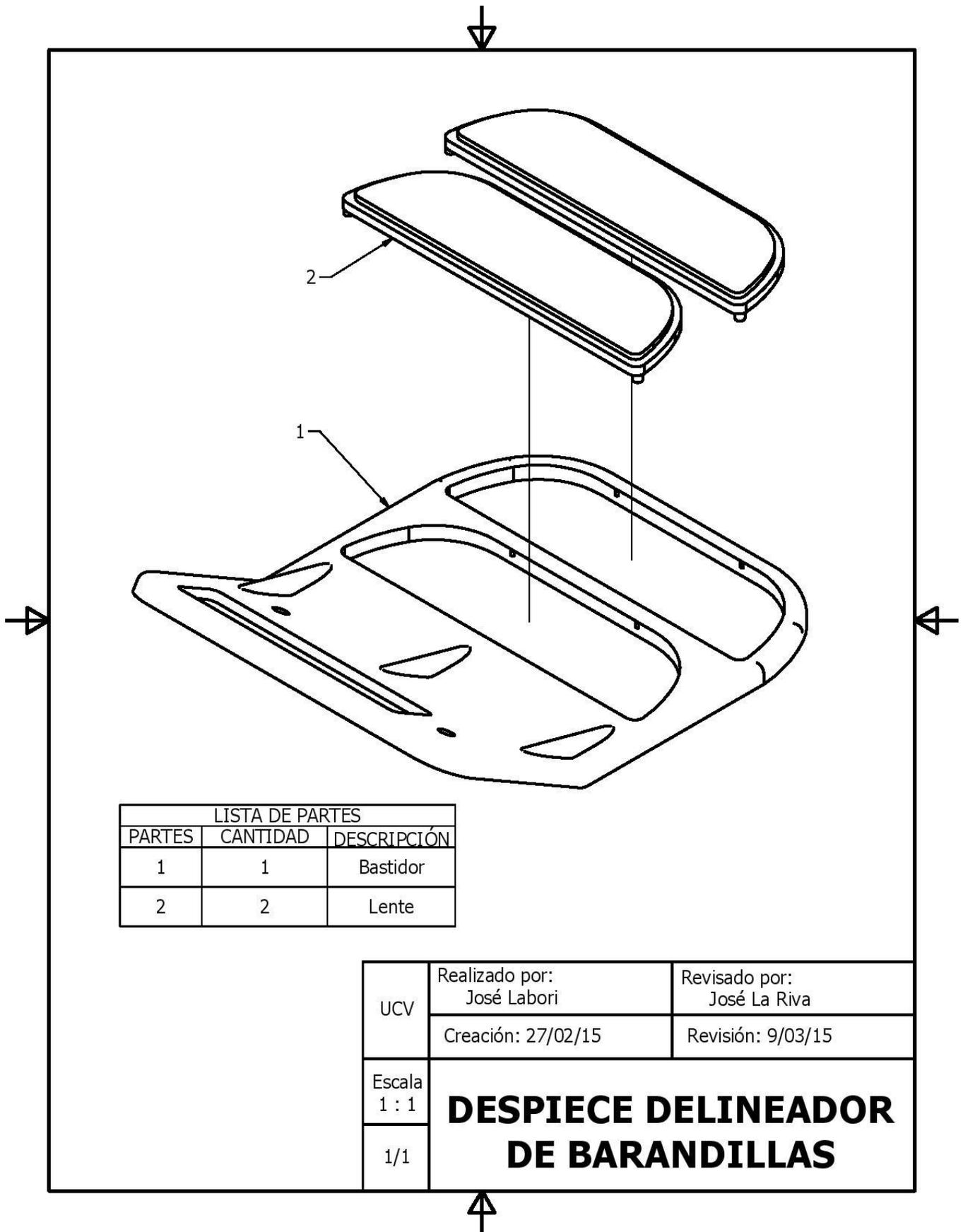






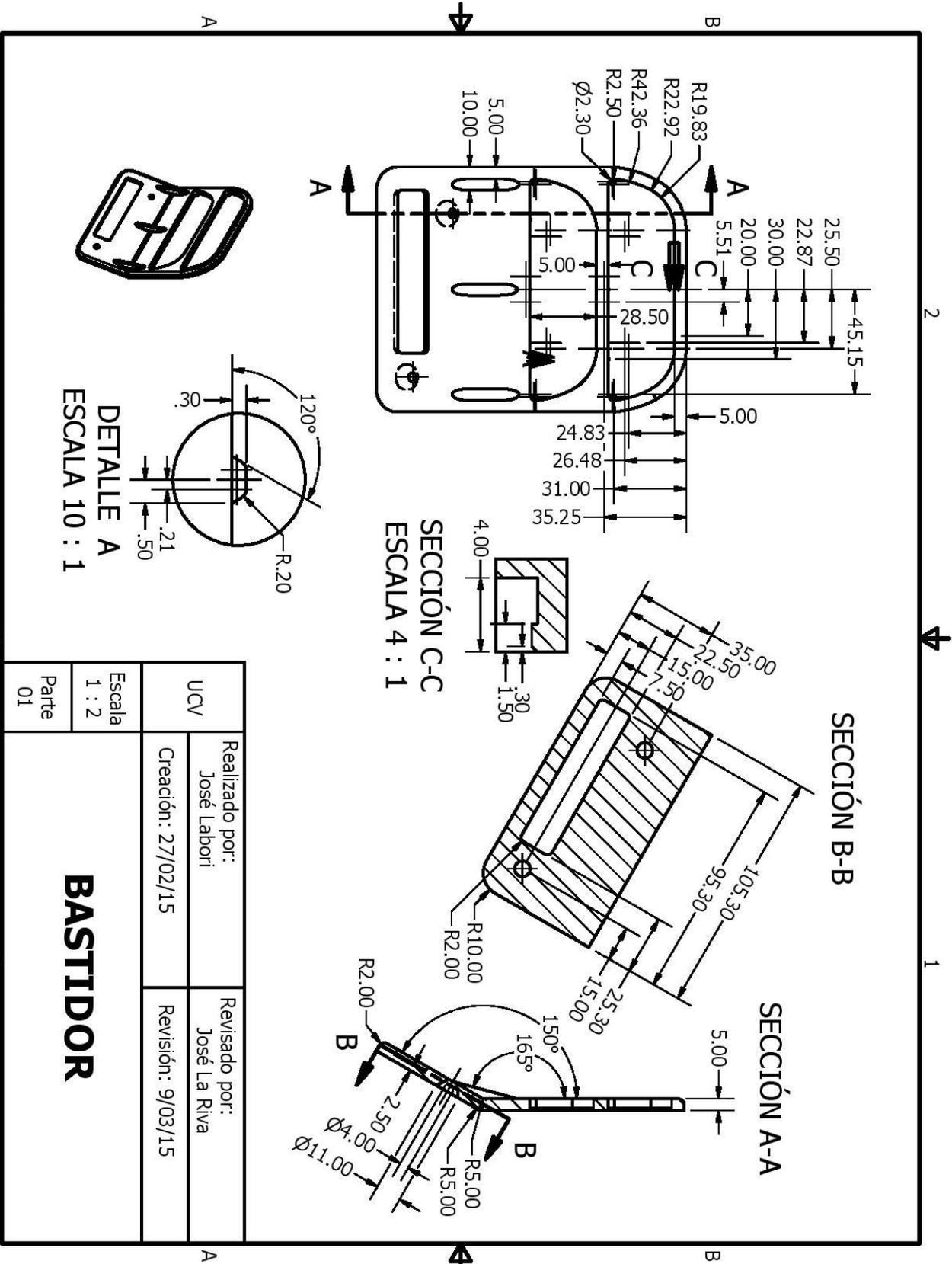


UCV	Realizado por: José Labori	Revisado por: José La Riva
	Creación: 27/02/15	Revisión: 9/03/15
Escala 1 : 1	<b>DELINERADOR DE BARANDILLAS</b>	
1/1		

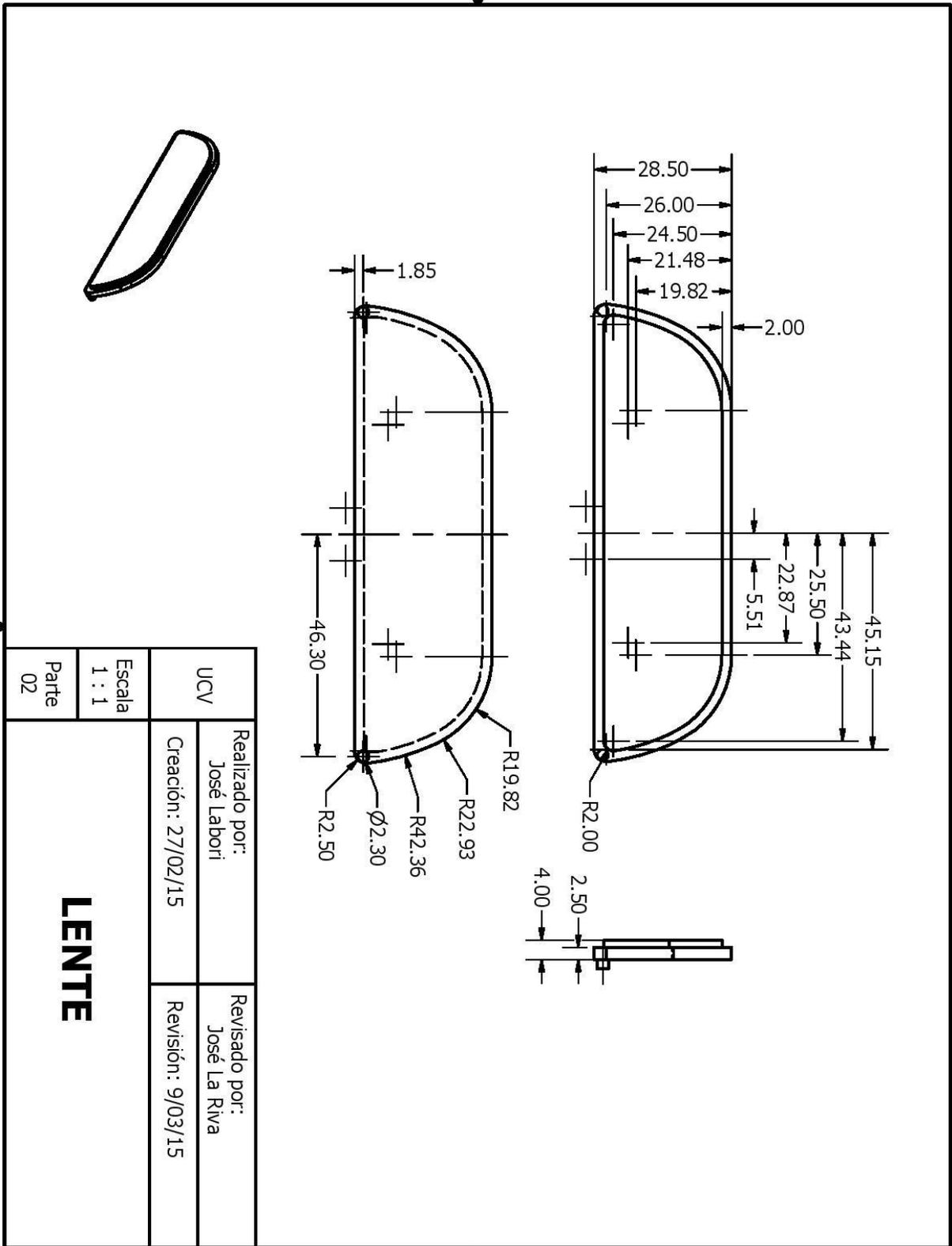


LISTA DE PARTES		
PARTES	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	1	Bastidor
2	2	Lente

UCV	Realizado por: José Labori	Revisado por: José La Riva
	Creación: 27/02/15	Revisión: 9/03/15
Escala 1 : 1	<b>DESPIECE DELINEADOR DE BARANDILLAS</b>	
1/1		



UCV	Realizado por:	Realizado por:
	José Labori	José La Riva
Escala 1 : 2	Creación: 27/02/15	Revisión: 9/03/15
Parte 01	<b>BASTIDOR</b>	



UCV	Realizado por:	Revisado por:
	José Labori	José La Riva
Escala 1 : 1	Creación:	Revisión:
	27/02/15	9/03/15
Parte 02	<b>LENTE</b>	