



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE “DISCO
PARE” ABATIBLE, UTILIZADO EN VEHÍCULOS DE
TRANSPORTE ESCOLAR E INSTITUCIONAL DE ACUERDO A
LA RESOLUCIÓN NO. 039-DIR-2015-ANT, PARA FINES DE
PRODUCCIÓN NACIONAL”**

FREDY CRISTÓBAL CHAUCA FALA
ALEX DARÍO YAGLOA TAGUA

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA - ECUADOR

2018

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2016-12-05

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

CHAUCA FALA FREDY CRSITÓBAL

Titulado:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE “DISCO PARE”
ABATIBLE, UTILIZADO EN VEHÍCULOS DE TRANSPORTE ESCOLAR E
INSTITUCIONAL DE ACUERDO A LA RESOLUCIÓN NO. 039-DIR-2015-
ANT, PARA FINES DE PRODUCCIÓN NACIONAL”**

Sea aceptado como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Eder Lenin Cruz Siguenza
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Celín Abad Padilla Padilla
ASESOR TRABAJO DE TITULACIÓN

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2016-12-05

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

YAGLOA TAGUA ALEX DARÍO

Titulado:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE “DISCO PARE”
ABATIBLE, UTILIZADO EN VEHÍCULOS DE TRANSPORTE ESCOLAR E
INSTITUCIONAL DE ACUERDO A LA RESOLUCIÓN NO. 039-DIR-2015-
ANT, PARA FINES DE PRODUCCIÓN NACIONAL”**

Sea aceptado como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Eder Lenin Cruz Siguenza
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Celin Abad Padilla Padilla
ASESOR TRABAJO DE TITULACIÓN

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CHAUCA FALA FREDY CRISTÓBAL

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE “DISCO PARE” ABATIBLE, UTILIZADO EN VEHÍCULOS DE TRANSPORTE ESCOLAR E INSTITUCIONAL DE ACUERDO A LA RESOLUCIÓN NO. 039-DIR-2015-ANT, PARA FINES DE PRODUCCIÓN NACIONAL”

Fecha de Examinación: 2018-02-27

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Eder Lenin Cruz Siguenza DIRECTOR			
Ing. Celin Abad Padilla Padilla ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: YAGLOA TAGUA ALEX DARÍO

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE “DISCO PARE” ABATIBLE, UTILIZADO EN VEHÍCULOS DE TRANSPORTE ESCOLAR E INSTITUCIONAL DE ACUERDO A LA RESOLUCIÓN NO. 039-DIR-2015-ANT, PARA FINES DE PRODUCCIÓN NACIONAL”

Fecha de Examinación: 2018-02-27

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Eder Lenin Cruz Siguenza DIRECTOR			
Ing. Celin Abad Padilla Padilla ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, CHAUCA FALA FREDY CRISTÓBAL y YAGLOA TAGUA ALEX DARÍO, egresados de la carrera de INGENIERÍA AUTOMOTRIZ de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, autores del trabajo de titulación denominado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE “DISCO PARE” ABATIBLE, UTILIZADO EN VEHÍCULOS DE TRANSPORTE ESCOLAR E INSTITUCIONAL DE ACUERDO A LA RESOLUCIÓN NO. 039-DIR-2015-ANT, PARA FINES DE PRODUCCIÓN NACIONAL”**, nos responsabilizamos en su totalidad el contenido en su parte intelectual y técnica, y nos sometemos a cualquier disposición legal en caso de no cumplir con este precepto.

Chauca Fala Fredy Cristóbal
Cedula de identidad: 172048083-7

Yagloa Tagua Alex Darío
Cedula de identidad: 060369067-8

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Chauca Fala Fredy Cristóbal y Yagloa Tagua Alex Darío, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Chauca Fala Fredy Cristóbal
Cedula de identidad: 172048083-7

Yagloa Tagua Alex Darío
Cedula de identidad: 060369067-8

DEDICATORIA

Dedico este triunfo a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mis familiares de los cuales aprendí aciertos y de momentos difíciles; a mi abuelito José Chauca, a mi hermano Kevin, a mi hermana Andrea y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en el presente trabajo de titulación, ¡Gracias a ustedes!

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

Chauca Fala Fredy Cristóbal

A mis padres quienes estuvieron brindando apoyo incondicional durante el cumplimiento de este proceso, quienes me dieron aliento de superación en los momentos más difíciles. Gracias.

A mis hermanos y familiares, quienes me dieron fuerzas para no renunciar y vencer al miedo.

Para aquellos amigos quienes supieron enseñar los motivos para seguir adelante, quienes no dudaron en extender la mano de apoyo en los tiempos difíciles.

Yagloa Tagua Alex Darío

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento más sincero a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Miguel y Judid por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

También agradezco a la universidad en donde me formé como profesional, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la carrera de Ingeniería Automotriz perteneciente a la facultad de Mecánica por brindarme nuevos conocimientos y formar buenos profesionales.

Chauca Fala Fredy Cristóbal

Agradezco a Dios por darme la vida, por su protección en tiempos de angustia, por guiarme por las sendas del camino correcto y sobre todo, esto fue posible gracias a su maravillosa gracia.

A mis padres y hermanos, quienes han sido aporte incondicional en cada etapa de mi vida, quienes supieron brindar su apoyo, especialmente durante este proceso y con ello cumplir con el sueño tan anhelado.

A mis amigos con quienes compartimos etapas esenciales en la formación académica y con quienes compartimos momentos alegres e inolvidables dentro y fuera de las aulas.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y sus docentes, quienes de forma incondicional apoyaron en la formación a nivel académico y personal, especialmente a los docentes Ing. Eder Cruz e Ing. Celin Padilla; quienes aportaron con sus conocimientos y enseñanzas para el desarrollo del presente trabajo.

Yagloa Tagua Alex Darío

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Antecedentes.....	1
1.2.	Planteamiento del problema	2
1.3.	Justificación	3
1.4.	Objetivos.	4
1.4.1.	Objetivo general	4
1.4.2.	Objetivos específicos	4

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	5
2.1.	Transporte escolar e institucional.....	5
2.1.1.	Régimen de sujeción del servicio	5
2.1.2.	Características de las unidades.....	5
2.2.	Señales de tránsito	5
2.2.1.	Disposiciones generales	5
2.2.2.	Disposiciones específicas	6
2.2.3.	Uniformidad de aplicación y diseño	7
2.3.	Grados de protección IP	9
2.4.	V.A.E (Valor agregado ecuatoriano)	10

2.5.	La desagregación tecnológica	10
2.5.1.	Importancia de la desagregación tecnológica	11
2.6.	Materiales	11
2.6.1.	Los plásticos	11
2.6.2.	Batería	16
2.6.3.	Faros	17
2.6.4.	Pinturas.....	18
2.6.5.	Elementos de unión	20
2.6.6.	Cables eléctricos.....	26
2.6.7.	Materiales metálicos	28
2.6.1.	Motores de corriente continua.....	31
2.6.2.	Motorreductor	32
2.7.	Software CAD.....	34
2.7.1.	CAD Solidworks	34

CAPÍTULO III

3.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	35
3.1.	Parámetros del diseño	35
3.1.1.	Resolución No. 039 DIR-2015-ANT	35
3.1.2.	Características de Disco Pare.....	35
3.1.3.	Grado de protección IP-54.....	37
3.2.	Esquemas generales para el diseño y construcción del prototipo.....	38
3.2.1.	Mapa de procesos de desagregación tecnológica	39
3.2.2.	Procesos de construcción del dispositivo.	40
3.3.	Diseño, cálculo y selección de elementos del dispositivo.	48
3.3.1.	Selección del motor	48
3.3.2.	Diseño electrónico	51
3.3.3.	Modelado geométrico de los elementos del dispositivo.....	55
3.3.4.	Cálculo de parámetros de corte y doblado.....	58

3.4.	Desagregación tecnológica.....	70
3.4.1.	Construcción del prototipo.....	70
3.5.	Metodología de desagregación tecnológica.....	77
3.5.1.	Procedimiento metodológico.....	77
3.5.2.	Formulación metodológica.....	78
3.5.3.	Análisis de Rubros.....	82
3.5.4.	Análisis de ítems.....	94
3.5.5.	Determinación de la Participación Ecuatoriana de los rubros del proyecto.....	101
3.6.	Pruebas de funcionamiento del prototipo.....	112

CAPÍTULO IV

4.	ESTUDIO DE COSTOS.....	115
4.1.	Costos directos.....	115
4.2.	Costos indirectos.....	116
4.3.	Costos totales.....	116
4.4.	Conclusiones y recomendaciones.....	117
4.4.1.	Conclusiones.....	117
4.4.2.	Recomendaciones.....	118

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1-2: Desagregación tecnológica medular del bien con componente nacional B.	11
FIGURA 2-2: Clasificación de los plásticos.....	12
FIGURA 3-2: Ejemplos de termoplásticos.....	13
FIGURA 4-2: Ejemplos de termofijos.	13
FIGURA 5-2: Ejemplos de elastómeros.....	14
FIGURA 6-2: Bridas de nylon.	15
FIGURA 7-2: Tubo flexible de plástico (corrugado).	15
FIGURA 8-2: Reacción de reducción de las baterías plomo-ácido.....	17
FIGURA 9-2: Tornillo y tuerca.....	20
FIGURA 10-2: Terminología usada en los tornillos.	20
FIGURA 11-2: Elementos de soldadura por arco.	23
FIGURA 12-2: Ejemplo de numeración de un electrodo.	24
FIGURA 13-2: Posicionamiento de los adhesivos.	25
FIGURA 14-2: Esquema de una unión adhesiva.	25
FIGURA 15-2: Formas comerciales de conductores eléctricos.	26
FIGURA 16-2: Conductor eléctrico.	27
FIGURA 17-2: Formas comerciales (largos).....	29
FIGURA 18-2: Formas comerciales (planos).	30
FIGURA 19-2: Formas comerciales (planos).	30
FIGURA 20-2: Plancha de acero galvanizado.	31
FIGURA 21-2: Partes de un motor de corriente continua.	31
FIGURA 22-2: Motorreductor de ejes paralelos.	33
FIGURA 23-2: Motorreductor sinfín o de 90 grados.	33
FIGURA 1-3: Dimensiones de la señal de “PARE”.....	37
FIGURA 2-3: Grado IP-54.....	38
FIGURA 3-3: Motorreductor para el dispositivo.	50
FIGURA 4-3: Modelado del motor en 3D.....	51
FIGURA 5-3: Circuito de control en 3D.....	53
FIGURA 6-3: Circuito de control, vista superior.	55
FIGURA 7-3: Circuito de control, vista inferior.	55
FIGURA 8-3: Despiece del prototipo de “Disco Pare”.....	58
FIGURA 9-3: Prototipo “Disco Pare” en 3D.....	58
FIGURA 10-3: Distancia entre el punzón y el troquel.	59

FIGURA 11-3: Vista superior del brazo desplegado.	61
FIGURA 12-3: Elementos a considerar en una chapa metálica.	63
FIGURA 13-3: Ubicación de fibra neutra.	63
FIGURA 14-3: Factor de estirado K, en Solidworks.	64
FIGURA 15-3: Dimensiones de la vista frontal de la base.	64
FIGURA 16-3: Dimensiones de corte para la base.	65
FIGURA 17-3: Dimensiones de la tapa, vista frontal.	66
FIGURA 18-3: Dimensiones de la tapa, vista lateral.	66
FIGURA 19-3: Dimensiones de corte de la tapa.....	67
FIGURA 20-3: Dimensiones en vista detallada del Rótulo “Disco Pare”.	68
FIGURA 21-3: Dimensiones del rótulo “Disco Pare”.....	68
FIGURA 22-3: Dimensiones del brazo.	69
FIGURA 23-3: Dimensiones de corte para el brazo oscilante.	69
FIGURA 24-3: Despiece del “Disco Pare” abatible.	70
FIGURA 25-3: Construcción del rótulo “Disco Pare”.....	71
FIGURA 26-3: Base de la caja del dispositivo.	71
FIGURA 27-3: Tapa de la caja del dispositivo.	71
FIGURA 28-3: Brazo oscilante.	72
FIGURA 29-3: Eje y arandela del brazo oscilante,	72
FIGURA 30-3: Soporte inferior del brazo.	72
FIGURA 31-3: Caucho para el eje y la tapa.....	73
FIGURA 32-3: Verificación del ensamble mecánico.	73
FIGURA 33-3: Elementos mecánicos luego del pintado.	73
FIGURA 34-3: Adhesivos de la señal PARE.	74
FIGURA 35-3: Luces leds rojas.....	74
FIGURA 36-3: Instalación de luces y colocación de adhesivos.	74
FIGURA 37-3: Sellado del rótulo “Disco Pare”.....	75
FIGURA 38-3: Ensamblado del conjunto de la caja.	75
FIGURA 39-3: Ensamblado del prototipo “Disco Pare”.	75
FIGURA 40-3: Maquina de Cizallar.....	76
FIGURA 41-3: Proceso de enroscado.....	76
FIGURA 42-3: Maquina de plegar.....	76
FIGURA 43-3: Máquina de soldar.	77
FIGURA 44-3: Amoladora y/o pulidora.	77
FIGURA 45-3: Análisis de precios unitarios (Etapa 2).	79
FIGURA 46-3: Análisis del precio unitario y determinación de VAE del Rubro.....	81
FIGURA 47-3: Formulario principal de Presupuesto.	82

FIGURA 48-3: Vista superior modelo 3D a 0°	113
FIGURA 49-3: Vista superior del prototipo a 0°	113
FIGURA 50-3: Angulo de funcionamiento en modelo 3D.....	114
FIGURA 51-3: Comprobación ángulo de funcionamiento.	114

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
GRÁFICO 1-3: Diagrama de flujo del proceso de desagregación tecnológica.	39
GRÁFICO 2-3: Diagrama de flujo del proceso de construcción	44
GRÁFICO 3-3: Circuito de control y funcionamiento del dispositivo.	51
GRÁFICO 4-3: Circuito de control cara posterior.....	52
GRÁFICO 5-3: Procedimiento metodológico.	78
GRÁFICO 6-3: Estructura del costo.	80

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1-2: Formas usadas para la señalización.....	7
TABLA 2-2: Colores utilizado en la señalización.....	8
TABLA 3-2: Grados IP.....	9
TABLA 4-2: Abreviatura de los plásticos más comunes.....	12
TABLA 5-2: Resistencia de los plásticos a los rayos UV.....	14
TABLA 6-2: Calibres AWG-MCM.....	28
TABLA 1-3: Grado IP 54.....	37
TABLA 2-3: Definición de roles funcionales.....	40
TABLA 3-3: Proceso de construcción.....	41
TABLA 4-3: Entradas de control.....	42
TABLA 5-3: Indicadores de desempeño.....	43
TABLA 6-3: Narrativas del proceso de construcción.....	45
TABLA 7-3: Riesgos y controles del proceso de construcción.....	47
TABLA 8-3: Elementos utilizados en la construcción del circuito de control.....	53
TABLA 9-3: Denominación y cantidad de elementos del prototipo de "Disco Pare".....	56
TABLA 10-3: Valor de las tolerancias para los tres grupos de láminas metálicas.....	60
TABLA 11-3: Listado de rubros del dispositivo.....	83
TABLA 12-3: Precio unitario Sistema eléctrico con microcontrolador Arduino.....	84
TABLA 13-3: Precio unitario Rotulo "Disco Pare".....	85
TABLA 14-3: Precio unitario Soporte inferior del brazo de plástico.....	86
TABLA 15-3: Precio unitario Caja metálica.....	87
TABLA 16-3: Precio unitario Eje metálico.....	88
TABLA 17-3: Precio unitario Pintura.....	89
TABLA 18-3: Precio unitario Adhesivos retroreflectivo.....	90
TABLA 19-3: Precio unitario Brazo oscilante.....	91
TABLA 20-3: Precio unitario Tapa del rótulo "Disco Pare".....	92
TABLA 21-3: Precio unitario Ensamblaje final.....	93
TABLA 22-3: Precios unitarios de los equipos.....	94
TABLA 23-3: Precios unitarios, porcentaje nacional, clasificación y CPC de los equipos.....	96
TABLA 24-3: Análisis de mano de obra.....	97
TABLA 25-3: Análisis de materiales.....	97
TABLA 26-3: Análisis de precios unitarios y determinación de l VAE.....	101

TABLA 27-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Sistema eléctrico con microcontrolador Arduino).	102
TABLA 28-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Rotulo “Disco Pare”).	103
TABLA 29-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Soporte inferior del brazo de plástico).....	104
TABLA 30-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Caja metálica).....	105
TABLA 31-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Eje metálico).	106
TABLA 32-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Pintura).	107
TABLA 33-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Adhesivos retroreflectivo)	108
TABLA 34-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Brazo oscilante).	109
TABLA 35-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Tapa del rótulo "Disco Pare").	110
TABLA 36-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Ensamblaje final).	111
TABLA 37-3: Porcentaje de Agregado Ecuatoriano del prototipo.	112
TABLA 1-4: Costos directos.....	115
TABLA 2-4: Costos indirectos.....	116
TABLA 3-4: Costos totales.....	116

LISTA DE ABREVIACIONES

ANT	Agencia Nacional de tránsito
FENATEI	Federación Nacional de Transporte Escolar e Institucional de Ecuador
CAD	Diseño Asistido por Computadora
VAE	Valor Agregado Ecuatoriano
ASTM	Asociación Americana de Ensayo de Materiales.
IP	Índice de protección.
SERCOP	Servicio Nacional de Contratación Pública
INCOP	Instituto Nacional de Compras Públicas
LED	Diodo emisor de luz
Soldadura TIG	Soldadura por arco por gas de tungsteno
Soldadura MIG	Soldadura de hilo con gas inerte
AWS	Sociedad Americana de soldadura
AWG-MCM	Calibre de Cable Americano
DPD	Desarrollo del Producto Digital
3D	Elemento tridimensional
RTE	Reglamento Técnico Ecuatoriano
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
CPC	Clasificación Central de Productos
Pri:	Peso Relativo del elemento i
EP:	Elemento Enteramente Producido
NP:	Elemento No Producido
ND:	Elemento que no hace parte de las listas.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: Resolución No. 039-DIR-2015-ANT.

ANEXO B: Código de programación del circuito electrónico.

ANEXO C: Procedimiento de uso de equipos y herramientas.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad desarrollar un prototipo de “Disco Pare” abatible de acuerdo a la resolución No. 039-DIR-2015-ANT para uso en vehículos de Transporte Escolar e Institucional; aplicando la metodología de desagregación tecnológica, el cual nos determinará los componentes de procedencia nacional y extranjera que se utilizaran para la construcción del prototipo y así lograr determinar el Valor Agregado Ecuatoriano, conforme lo establece el Servicio Nacional de Contratación Pública en la resolución Nro. RE-INCOP-2013-095. El diseño y simulación del funcionamiento mecánico del prototipo se realizó mediante el software CAD (Solidworks) el cual nos permite desarrollar y modelar cada una de las características de los elementos del prototipo, además de poder definir las dimensiones puntuales de los diferentes elementos. El sistema de control electrónico se desarrolló en el hardware libre (Arduino) el cual basa en una placa con un microcontrolador que permite establecer el funcionamiento del sistema eléctrico-mecánico. Para que el prototipo sea fiable se aplicó la norma IP 54, la cual establece el grado de protección que debe reunir el equipo eléctrico para su uso externo. Los resultados obtenidos son; la desagregación tecnológica en un 90%, determinación del Valor Agregado Ecuatoriano en un 53%, y un prototipo que cumple con las características y especificaciones establecidas en la resolución Nro. 039-DIR-2015-ANT y la norma IP 54 en un 100%. Luego del trabajo realizado podemos concluir que para aumentar el porcentaje de participación ecuatoriana y disminuir importaciones de este tipo de dispositivos se debe utilizar materiales, equipos, mano de obra, transporte, entre otros de procedencia nacional; para así lograr reducir la salida del capital al extranjero e impulsar el cambio de la matriz productiva.

PALABRAS CLAVE: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <DISCO PARE ABATIBLE>, <VALOR AGREGADO ECUATORIANO (VAE)>, <DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA>, <DISPOSITIVO DE SEGURIDAD >.

ABSTRACT

The purpose of the title work is to develop a prototype "Stop Disk" that can be folded according to Resolution No. 039-DIR-2015-ANT for use in School and Institutional Transportation Vehicles; applying the methodology of technological disaggregation, which will determine the components of national and foreign origin that will be used for the construction of the prototype and thus be able to determine the Ecuadorian Value Added, as established by the National Public Procurement Service in Resolution No. RE-INCOP-2013-095. The design and simulation of the mechanical operation of the prototype was done using CAD software (Solidworks), which allows us to develop and model each one of the characteristics of the prototype elements, in addition to being able to define the point dimensions of the different elements. The electronic control system was developed in free hardware (Arduino), which is based on a board with a microcontroller that allows to establish the operation of the electrical-mechanical system. In order for the prototype to be reliable, the IP 54 standard was applied, which establishes the degree of protection that electric equipment must meet for external use. The results obtained are: technological disaggregation by 90%, determination of the Ecuadorian Added Value by 53%, and a prototype that complies with the characteristics and specifications established in resolution No. 039-DIR-2015-ANT and the IP standard 54 in 100%. After the work done we can conclude that to increase the percentage of Ecuadorian participation and decrease imports of this type of devices must use materials, equipment, labor, transportation, among others of national origin; in order to reduce the outflow of capital abroad and promote the change of the productive matrix.

Keywords:

Technology and Engineering Science.
Removable Stop Disk
Ecuadorian Added Value (EAD).
Technological Disaggregation.
Security Device.



CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El “Disco Pare” se empleará para notificar al conductor que debe detener completamente el vehículo y sólo reanudar la marcha cuando pueda hacerlo en condiciones que eviten totalmente la posibilidad de accidente. (SEÑALES VERTICALES, 2014, pág. 44)

El servicio de transporte escolar e institucional constituye un sistema personalizado para estudiantes y trabajadores, ya sean estos del sector público o privado que requieren de movilización desde sus hogares hasta las instituciones educativas o lugares de trabajo y viceversa, de acuerdo a la necesidad del contratante. (ANT, 2014, pág. 03)

Con el objetivo de garantizar un transporte seguro, eficiente y responsable para los niños, niñas y adolescentes en el Ecuador, quienes en su mayoría son los usuarios del servicio de transporte comercial “ESCOLAR E INSTITUCIONAL”, la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), implanta la Resolución No. 039-DIR-2015-ANT (ver Anexo A) y es aprobado como nuevo dispositivo de seguridad un “DISCO PARE” abatible al costado izquierdo de estas unidades. (ANT, 2016)

El “Disco Pare” se emplea para advertir a los conductores que deben detener el vehículo y continuar la marcha solo cuando pueda hacerlo, en condiciones que eviten la posibilidad de accidente.

Dentro de la Resolución No. 039-DIR-2015-ANT éste nuevo dispositivo deberá contar con dos caras retroreflectivas y dos luces titilantes, que indiquen que este dispositivo está activado. El conductor del vehículo tiene la obligación de activar el DISCO PARE ABATIBLE al momento de embarque o desembarque de los pasajeros, esto permitirá que el flujo de circulación en ambos sentidos de la vía se detenga para seguridad de los mismos. (ANT, 2016),

El reglamento emitido por la Agencia Nacional de Tránsito tiene como requisito llevar un “Disco Pare” abatible ubicado al costado izquierdo del automotor, el cual en la actualidad es importado en su totalidad, generando así un déficit en la adquisición de repuestos cuando estos elementos fallan o para proporcionar su respectivo mantenimiento. (RGLOTTTSV, 2016)

La presente propuesta tiene como objetivo la fabricación de un prototipo de “Disco Pare” abatible que ayudará a impulsar la producción nacional, esto mediante la sustitución de importaciones, repuestos, insumos, materia prima, mano obra en manufactura, buscando la participación de la industria y el trabajo nacional.

Por lo cual se utilizará la metodología de desagregación tecnológica para generar partes piezas que puedan ser desarrolladas dentro del país y verificar cuales se necesitan importar.

Se entiende por desagregación tecnológica a la separación de cada una de las partes y piezas de un conjunto tecnológico para la fabricación y distribución de un bien o un servicio. Busca desagregar la tecnología medular y exterior con el fin de mejorar la posición de negociación del cliente, reducir costos y la cantidad de adquisición, para generar demanda de bienes y servicios nacionales y promover la expansión y asimilación de tecnología. (EMPRESA PÚBLICA IMPORTADORA, 2014)

La desagregación significa negociar rubro a rubro, buscando hacer partícipe a la empresa o a la industria nacional, propiciando el aprendizaje y la autonomía. De este ejercicio se llega a definir qué es lo indispensable para comprar. (EMPRESA PÚBLICA IMPORTADORA, 2014)

1.2. Planteamiento del problema

El “Disco Pare” abatible es uno de los elementos de seguridad fundamental para garantizar la seguridad de los usuarios del Servicio del Transporte Comercial Escolar e Institucional, éste dispositivo debe estar instalado de manera obligatoria en las unidades, el cual debe ser homologado en la Agencia Nacional de Tránsito según la Resolución No. 039-DIR-2015-ANT.

Existe el producto en referencia en el mercado pero no se cuenta con el servicio postventa que se requiere para el respectivo mantenimiento, garantía técnica, repuestos, etc. Por ello surge la necesidad del estudio y construcción de este dispositivo para satisfacer las necesidades del mercado ecuatoriano.

En el Ecuador la tecnología limitada que existe para la manufactura, deficiencia de materiales, insumos, entre otros para la producción nacional, y la falta vinculación de las instituciones con la industria, son algunos factores que dificultan la fabricación del dispositivo, por lo que se tendrá que desarrollar por medio de desagregación tecnológica, qué es posible adquirir o producir dentro del país y qué se deberá importar para la construcción del dispositivo en el Ecuador.

Para satisfacer las necesidades del dispositivo de producción nacional, en primera instancia se realizará un prototipo de “Disco Pare” abatible que cumpla con las normas establecidas por la

Agencia Nacional de Tránsito, antes de producir el dispositivo en serie que cubra la demanda nacional.

La realización de este proyecto tiene como finalidad aplicar la metodología para la desagregación tecnológica de bienes importados para generar un prototipo de “Disco Pare” abatible fiable. Con la mayor cantidad de partes y piezas ecuatorianas.

1.3. Justificación

Como parte de un plan piloto, en la ciudad de Quito se instalaron diez dispositivos, cinco de éstos presentaron daños y no existen los repuestos para el arreglo. La empresa encargada de la distribución e instalación de este accesorio se encuentra en la ciudad de Quito. (AGN, 2016)

La Federación Nacional de Transporte Escolar e Institucional de Ecuador, menciona que cuenta con 208 operadoras, entre compañías y cooperativas agremiadas, actualmente formado por 16 mil transportistas legalmente constituidos en las 24 provincias del país lo cual nos da una referencia interesante de posibles clientes. (FENATEI, 2014)

Con este proyecto se pretende generar productos nacionales y así impulsar la matriz productiva, reduciendo la dependencia de importación, la ejecución de este proyecto responde a satisfacer la necesidad de demanda actual, buscando tener una ventaja competitiva en el desarrollo del dispositivo de “Disco Pare” abatible para mantener una producción nacional y usar como complemento obligatorio la aplicación de la resolución No. 039-DIR-2015-ANT.

Se aplicara los conocimientos de diseño adquiridos durante la formación profesional en la Escuela de Ingeniería Automotriz, poniendo en práctica las técnicas de procesos de manufactura aplicando la normativa de transporte escolar para los establecimientos del sistema educativo nacional. Que mediante Resolución No. 039-DIR-2015-ANT de 30 de junio de 2015, se reforma parcialmente el Art. 26 de la Resolución No. 112-DIR-2014-ANT de 12 de septiembre de 2014, relativa al uso del dispositivo del “Disco Pare”. (ESPINOSA, 2016, págs. 01-02)

Para el diseño del prototipo del “Disco Pare” abatible se utilizará software CAD “Solidworks” como herramienta para el desarrollo del producto digital, el cual permite controlar de forma adecuada las dimensiones del elemento a diseñar.

Mediante la realización de este proyecto se pretende realizar un prototipo de “Disco Pare” abatible que cumpla con las características obligatorias de la resolución No. 039-DIR-2015-ANT, de producción nacional aplicando la metodología para la desagregación tecnológica de bienes importados para utilizar partes y piezas construidas en Ecuador generando así un dispositivo fiable y sobre todo con servicio técnico posventa.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar un prototipo de “Disco Pare” abatible, de producción nacional de acuerdo a la resolución No. 039-DIR-2015-ANT para uso en vehículos de Transporte Escolar e Institucional, buscando así la sustitución de importaciones.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar normas de construcción, diseño, seguridad y características del prototipo cumpliendo con los requisitos especificados por la Agencia Nacional de Tránsito, para generar un dispositivo fiable.
- Desarrollar la desagregación tecnológica de un “Disco Pare” abatible que en la actualidad se importa, desglosando cada uno de sus elementos, para conocer sus componentes y realizar la sustitución de partes y piezas de producción nacional que puedan adquirirse.
- Simular el funcionamiento del prototipo de fabricación nacional mediante el uso de software CAD “Solidworks” según las características del prototipo especificadas en la resolución No. 039-DIR-2015-ANT, para verificar dimensiones y el diseño del dispositivo.
- Construir el prototipo utilizando las especificaciones técnicas, realizar las pruebas y comprobar el funcionamiento del prototipo, para cumplir con las características expuestas en la resolución No. 039-DIR-2015-ANT.
- Evaluar el porcentaje del V.A.E (Valor Agregado Ecuatoriano) en la construcción del dispositivo “Disco Pare” abatible.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Transporte escolar e institucional

El servicio de transporte escolar e institucional constituye un sistema personalizado para estudiantes y trabajadores, ya sean estos del sector público o privado, para la movilización de acuerdo a la necesidad del contratante. (ANT, 2014, pág. 03)

La transportación escolar e institucional se realizará en vehículos automotores que se encuentren debidamente homologados y equipados para la prestación de un servicio de calidad y seguridad, por lo que deberán observar obligatoriamente las normas técnicas y niveles de servicio determinados por el organismo competente. (ANT, 2014, pág. 04)

2.1.1. Régimen de sujeción del servicio

Las operadoras del servicio de transporte escolar e institucional para su operación, regulación y control están sujetas a la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, al Reglamento aplicativo y a la resolución No. 112-DIR-2014-ANT. (ANT, 2014, pág. 03)

2.1.2. Características de las unidades

Las unidades que presten el servicio de transporte comercial escolar e institucional estarán identificadas con los colores amarillo y negro, reconocidos internacionalmente, llevaran logotipo de la operadora a la cual pertenecen y la expresión “ESCOLAR E INSTITUCIONAL”, además de contar con un “DISCO PARE” a los costados del automotor, el cual debe activarse al momento que el conductor detenga el vehículo, para alertar y permitir que el resto de vehículos tomen precauciones del caso y los adhesivos con sellos y autorizaciones que han sido otorgados y colocados por la unidad competente. (ANT, 2014, pág. 08)

2.2. Señales de tránsito

2.2.1. Disposiciones generales

Los dispositivos de control del tránsito solamente deben ser instalados cuando un estudio de ingeniería de tránsito haya indicado la necesidad de su uso. Un dispositivo de control de tránsito debe cumplir con los siguientes requisitos básicos:

- a) Cumplir y satisfacer una necesidad.

- b) Ser visible y llamar la atención del usuario vial.
- c) Contener, transmitir un mensaje claro y simple.
- d) Inspirar respeto y colocarse de modo que brinde el tiempo adecuado para una respuesta del usuario vial. (INEN, 2011, pág. 06)

En vista de que el objeto principal de la Ingeniería de Tránsito es la seguridad del usuario vial, los dispositivos de control de tránsito no deben presentar por sí mismo peligro alguno para los usuarios de las vías ni contribuir a la ocurrencia o gravedad de cualquier tipo de accidente. Además, los dispositivos de control de tránsito y/o sus soportes no llevaran ningún mensaje de publicidad o ningún otro mensaje que no esté relacionado al control de tránsito. (INEN, 2011, pág. 06)

2.2.2. Disposiciones específicas

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos, éstos contienen instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías; para ello los medios empleados para transmitir la información constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color. (INEN, 2011, pág. 06)

2.2.2.1. Clasificación de señales y sus funciones

Señales regulatorias (Código R): Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito. (INEN, 2011, pág. 07)

Señales preventivas (Código P): Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma. (INEN, 2011, pág. 07)

Señales de información (Código I): Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés. (INEN, 2011, pág. 07)

Señales especiales delineadas (Código D): Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la vía misma. (INEN, 2011, pág. 07)

Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (código T): Advierten, informan y guían a los usuarios viales de transitar con seguridad sitios de trabajos en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales. (INEN, 2011, pág. 07)

2.2.3. Uniformidad de aplicación y diseño

En la uniformidad de aplicación es esencial que condiciones viales similares, sean tratadas siempre con el mismo tipo de señal, de modo que los usuarios de las vías puedan anticipar el curso de acción requerido. El uso de una señal que esté en discrepancia con las condiciones existentes, crea confusión, estableciendo una situación peligrosa. (INEN, 2011, pág. 08)

La uniformidad en el diseño de las señales, facilita la identificación por parte del usuario vial, por lo que se estandariza el uso de la forma, color y mensaje. (INEN, 2011, pág. 08)

2.2.3.1. Formas

Tabla 1-2: Formas usadas para la señalización.

	El octógono se usa exclusivamente para la señal "PARE".
	El triángulo equilátero con un vértice hacia abajo se usa exclusivamente para la señal de "CEDA EL PASO".
	El rectángulo con el eje mayor vertical se usa generalmente para señales regulatorias
	El círculo se usa para señales en los cruces de ferrocarril.
	El rombo se usa para señales preventivas y trabajos en la vía con pictogramas.
	La cruz diagonal amarilla se reserva exclusivamente para indicar la ubicación de un cruce de ferrocarril a nivel.
	El rectángulo con el eje mayor horizontal se usa para señales de información y guía; señales para obras en las vías y propósitos especiales, así como para señales regulatorias y preventivas.
	El escudo se usa para señalar las rutas.
	El péndulo se usa para señales en zona escolar.

Fuente: (INEN, 2011, págs. 08-09)

2.2.3.2. Colores

Los colores normalizados para señales son los que se indican a continuación y deben cumplir con las especificaciones de las normas INEN correspondientes o, en su defecto con las de la norma ASTM D 4956. (INEN, 2011, pág. 09)

Tabla 2-2: Colores utilizado en la señalización.

COLOR	USO
<p>ROJO</p> 	Es usado como color de fondo en las señales de PARE, en señales relacionados con movimientos de flujo prohibidos y reducción de velocidad, en señales especiales de peligro; como un color alternativo de fondo para banderas de Cruce De Niños.
<p>NEGRO</p> 	Se usa como color de símbolos, leyenda y flechas, en marcas de peligro, para leyenda y fondo de señales de direccionamiento de vías.
<p>BLANCO</p> 	Se usa como color de fondo para la mayoría de señales regulatorias, nomenclatura de calles y señales informativas; y, en las señales que tienen fondo verde, azul, negro, rojo o café, como un color de leyendas, símbolos como flechas y orlas.
<p>AMARILLO</p> 	Se usa como color de fondo para señales preventivas, señales complementarias de velocidad, distancias y leyendas, y señales de riesgo.
<p>NARANJA</p> 	Se usa como color de fondo para señales de trabajos temporales en las vías y para banderolas en CRUCES DE NIÑOS.
<p>VERDE</p> 	Se usa como color de fondo para las señales informativas de destino; también se utiliza como color de leyenda, símbolo y flechas para señales de estacionamientos no tarifados.
<p>AZUL</p> 	Se usa como color de fondo para las señales informativas de servicio; también, como color de leyenda y orla en señales direccionales de las mismas, y en señales de estacionamiento en zonas tarifadas.
<p>CAFÉ</p> 	Se usa como color de fondo para señales informativas turísticas y ambientales.
<p>VERDE LIMON</p> 	Se usa para las señales que indican una Zona Escolar

Fuente: (INEN, 2011, págs. 09-10)

2.3. Grados de protección IP

IP (Ingress Protection). El sistema de clasificación IP proporciona un medio de clasificar el grado de protección de sólidos (como polvo) y líquidos (como agua) que el equipo eléctrico y gabinetes deben reunir. El sistema es reconocido en la mayoría de los países y está incluido en varios estándares, incluyendo el IEC 60529. (TEC, 2015, pág. 01)

Los números IP son frecuentemente indicados en gabinetes, conectores, etc. El tercer dígito, referente a la protección contra impactos mecánicos generalmente es omitido (TEC, 2015, pág. 01).

Tabla 3-2: Grados IP.

	Primer número Protección contra sólidos		Segundo número Protección contra líquidos		Tercer número Protección contra impactos mecánicos
0	Sin protección	0	Sin protección	0	Sin protección
1	Protegido contra objetos sólidos de más de 50mm	1	Protegido contra gotas de agua que caigan verticalmente	1	Protegido contra impactos de 0.225 joules
2	Protegido contra objetos sólidos de más de 12mm	2	Protegido contra rocíos directos a hasta 15° de la vertical	2	Protegido contra impactos de 0.375 joules
3	Protegido contra objetos sólidos de más de 2.5mm	3	Protegido contra rocíos directos a hasta 60° de la vertical	3	Protegido contra impactos de 0.5 joules
4	Protegido contra objetos sólidos de más de 1mm	4	Protegido contra rocíos directos de todas las direcciones - entrada limitada permitida	4	Protegido contra impactos de 2.0 joules
5	Protegido contra polvo – entrada limitada permitida	5	Protegido contra chorros de agua a baja presión de todas las direcciones - entrada limitada permitida	5	Protegido contra impactos de 6.0 joules
6	Totalmente protegido contra polvo.	6	Protegido contra fuertes chorros de agua de todas las direcciones – entrada limitada permitida	6	Protegido contra impactos de 20.0 joules
7		7	Protegido contra los efectos de la inmersión de 15cm - 1m	7	Protegido contra largos periodos de inmersión bajo presión
8		8	Protegido contra largos periodos de inmersión bajo presión	8	

Fuente: (TEC, 2015, pág. 02)

2.4. V.A.E (Valor agregado ecuatoriano)

VAE, término utilizado en contexto internacional, Valor Agregado Ecuatoriano-VAE (conforme las resoluciones del SERCOP) de los proveedores del Estado es un elemento desequilibrante para activar el sistema de preferencias acorde a la realidad de la producción nacional y además establece los nuevos criterios para la determinación y cálculo del componente nacional. (REDIN, 2015)

Esta metodología, refiere a la medición de la materia prima ecuatoriana insumida en la producción nacional de bienes a través de la cadena de proveedores. (REDIN, 2015)

Según las “reglas de contenido nacional”, por ejemplo, un producto es considerado ecuatoriano cuando el 40% de sus contenidos proviene de insumos originados en el país. Si el componente doméstico no llega a ese umbral, entonces ese insumo no será tratado como nacional. (EL TELÉGRAFO, 2016)

Para calcular el VAE de un bien o servicio que la empresa privada podría ofrecerle al Estado ecuatoriano, se toma en cuenta el porcentaje nacional de empleo, insumos, materias primas y servicios usados en la producción o en la compra de otros bienes ecuatorianos. Por ello, mientras mayor sea la adquisición de insumos locales y la utilización de trabajo de mano de obra nacional, mayor será también el VAE de un producto y de una empresa. (EL TELÉGRAFO, 2016)

2.5. La desagregación tecnológica

Para poder entender lo que es la desagregación tecnológica es prioritario primero entender el concepto de estas dos palabras:

- **Desagregación:** Es la separación de dos cosas unidas.
- **Tecnología:** Es el conjunto de conocimientos técnicos, ordenados científicamente, que permiten diseñar y crear bienes o servicios que facilitan la adaptación al medio y satisfacen las necesidades de las personas. (EMPRESA PÚBLICA IMPORTADORA, 2014)

Entonces se entiende por desagregación tecnológica al proceso dirigido a descomponer los proyectos de inversión que puedan implicar la contratación de bienes de procedencia extranjera, en sus diferentes elementos técnicos y económicos con el objeto de permitir la participación de la industria y el trabajo nacional. (EMPRESA PÚBLICA IMPORTADORA, 2014)

La desagregación significa negociar rubro a rubro, buscando hacer partícipe a la empresa o a la industria nacional, propiciando el aprendizaje y la autonomía. De este ejercicio se llega a definir qué es lo indispensable para comprar. (EMPRESA PÚBLICA IMPORTADORA, 2014)

2.5.1. *Importancia de la desagregación tecnológica*

Al momento de realizar la desagregación tecnológica del bien importado, se debe tomar en cuenta su naturaleza, es decir, si se trata de un bien con componente ecuatoriano o si es completamente importado. (MONTALVO, 2017, pág. 05)

Cuando el bien es ensamblado o fabricado en el país, se puede obtener el componente ecuatoriano y extranjero, y asociar estos componentes a su tecnología de fabricación. (MONTALVO, 2017, pág. 05)

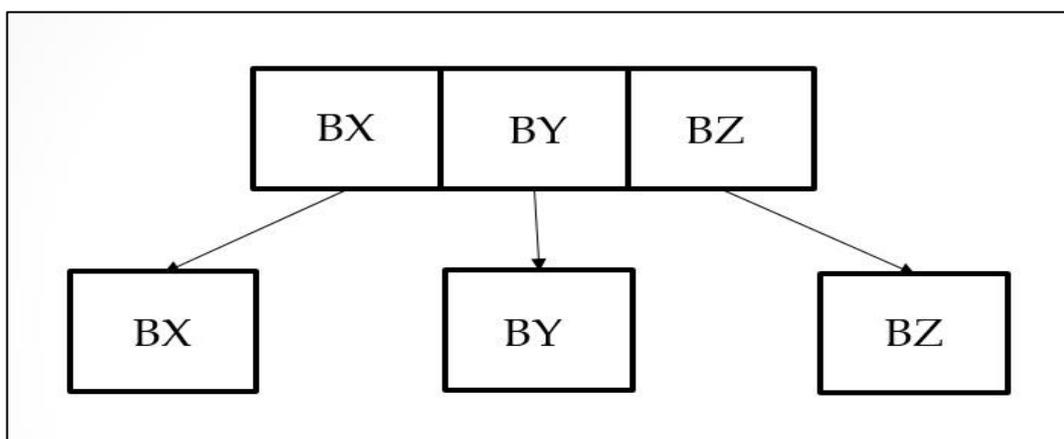


Figura 1-2: Desagregación tecnológica medular del bien con componente nacional B.

Fuente: (MONTALVO, 2017, pág. 05)

La figura 1-2 representa el ejemplo de un bien B desagregado en las unidades más básicas. Estas unidades son denominadas BX, BY, BZ, y cada una de estas unidades es un paquete tecnológico que tiene una tecnología propia de fabricación. (MONTALVO, 2017, pág. 05).

2.6. **Materiales**

2.6.1. *Los plásticos*

Los plásticos son un amplio conjunto de materiales orgánicos que tienen como elemento principal el carbono, combinado con otros ingredientes como el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno. Es sólido en su estado final, pero en alguna etapa de su manufactura es suficientemente suave para ser moldeado mediante transformación aplicando calor y/o presión. (ÁLVAREZ, 1997, pág. 08)

Tabla 4-2: Abreviatura de los plásticos más comunes.

Abreviatura	Nombre completo
ABS	Polimerizados acrílnitro-butadieno-estireno
CA	Acetato de celulosa
CAB	Acetobutirato de celulosa
CP	Propionato de celulosa
EPS	Polimerizado de PVC en emulsión
E-PVC	Polimerizado de PVC en emulsión
EVA	Copolímeros etileno-acetato de vinilo
HD-PE	Polietileno de alta densidad = polietileno de baja presión
LD-PE	Polietileno de baja densidad = polietileno de alta presión
MD-PE	Polietileno densidad media
MF	Resinas o masas de colada melanina – formaldehido
M-PVC	PVC polimerizado en masa
PA	Poliamida
PB	Polibuteno
PC	Policarbonato
PE	Polietileno
PETP	Tereftalato de poletilenglicol
PF	Resina o masas de colada melanina – formaldehido
PMMA	Polimetil – metacrilato
PMP	Polometil-penteno
POM	Policetal
PP	Poliacetal
PS	Poliestireno
PSAN	Copolímeros estireno-acrilonitrilo (=SAN)
PTFE	Polietrafluoretileno
PVAC	Acetato de polivinilo
PVC	Cloruro de polivinilo
PVCAC	Copolímeros cloruro-acetato de vinilo
PVDC	Cloruro de polivinilideno
PUR	Poliuretanos
SAN	Copolímeros estireno-acitrilo
SB	Copolímeros estireno= Poliestireno antichoque
S-PVC	PVC polimerizado en suspensión
UF	Resinas o masas de modelo de urea-formaldehido
PET	Polietileno tereftalato

Fuente: (ÁLVAREZ, 1997, pág. 20)

2.6.1.1. Clasificación de los plásticos.

Los plásticos se dividen en tres grupos:

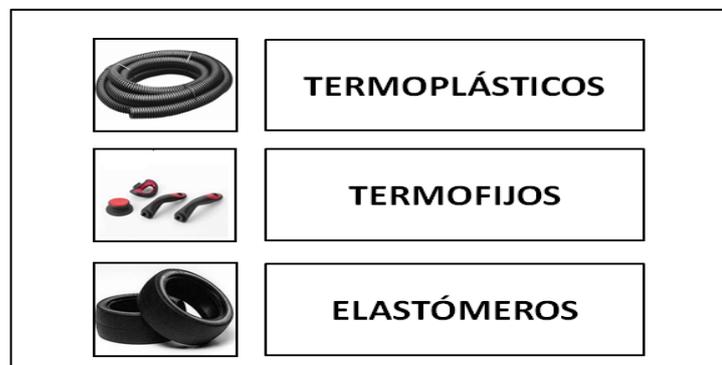


Figura 2-2: Clasificación de los plásticos.

Fuente: (ÁLVAREZ, 1997, pág. 21)

Termoplásticos: Son plásticos con moléculas que cuando se calientan sus relaciones intermoleculares se debilitan y se vuelve más suave. Esto hace que se pueda moldear fácilmente por diferentes métodos. Cuando el material se enfría se endurece y vuelve a su estado normal. Algunos ejemplos típicos de termoplásticos: ABS, PVC, poliestireno, polipropileno, poliamidas, poliacetales, etc. (ÁLVAREZ, 1997, pág. 22)

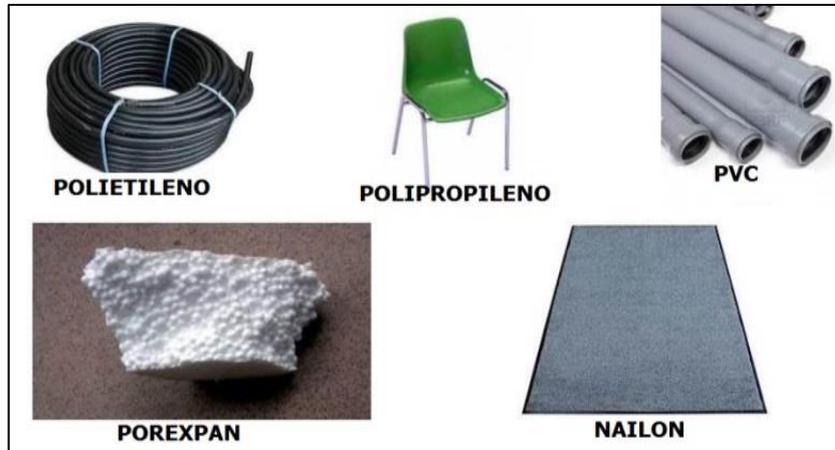


Figura 3-2: Ejemplos de termoplásticos.

Fuente: (SEQUEROS, pág. 13)

Termofijos: Son llamados también termoestables ya que no sufren deformaciones al ser calentados. Una vez que estos polímeros adquieren una rigidez no pueden volverse a trabajar.

Los Termofijos se presentan casi siempre en forma líquida, más o menos viscosa (resina) y al añadirle un catalizador se efectúa el proceso de polimerización, lo que produce el endurecimiento de la resina en una forma irreversible. (ÁLVAREZ, 1997, pág. 23)



Figura 4-2: Ejemplos de Termofijos.

Fuente: (SEQUEROS, pág. 12)

Elastómeros: Los elastómeros son ubicados muchas veces dentro de los termofijos. Estos son un grupo de materiales plásticos de origen vegetal o sintético que tienen la cualidad o facultad de elongación hasta 30 veces su tamaño normal pudiendo regresar a su estado original sin sufrir

cambios. Existen elastómeros termofijos y elastómeros termoplásticos, es decir, termoplásticos con gran capacidad de elongación, y termofijos con esta misma cualidad. (ÁLVAREZ, 1997, pág. 24)



Figura 5-2: Ejemplos de elastómeros.

Fuente: (SEQUEROS, pág. 14)

Los plásticos también pueden dividirse en grupos dependiendo de otras características.

2.6.1.2. *Por sus propiedades:*

- **Ligereza:** Baja densidad, flota en el agua.
- **Capacidad aislante:** Material aislante del calor y del frío. No conduce la electricidad
- **Resistencia mecánica:** Dureza, tenacidad y resistencia a esfuerzos. Idóneo para su uso en muebles, carcasas y recipientes.
- **Facilidad de fabricación:** Puede modelarse y adoptar todo tipo de formas, producción barata de piezas y objetos de plástico.
- **Comportamiento ecológico:** Los plásticos pueden ser biodegradables. (CALVACHE, 2013, pág. 26)
- **Propiedades ópticas:** Determinan el grado de luz que puede dejar pasar un cuerpo a través de él.
- **Resistencia a los rayos UV:** Característica de los plásticos de oponerse a su debilitación por su exposición al sol. (ÁLVAREZ, 1997, pág. 32)

Tabla 5-2: Resistencia de los plásticos a los rayos UV.

Más resistentes	Resistentes	Menos resistentes
Epóxicos	Poliamidas	Uretanos
Poliéster	Polietileno	ABS
Vinilos	Polipropileno	
Resinas fenólicas	Poliestireno	
Acrílicos	PVC	
Policarbonatos	Silicones	

Fuente: (ÁLVAREZ, 1997, pág. 32)

2.6.1.3. *Bridas de nylon*

Son elementos de sujeción y unión de determinados objetos. Las bridas de nylon son abrazaderas plásticas fabricadas con poliamida y sirven para sujetar cables, cerrar bolsas y atar o adjuntar productos; se usan en automoción, embalaje, aeronáutica, instalaciones eléctricas y construcción. (EMBALAJES TERRA, 2017)



Figura 6-2: Bridas de nylon.

Fuente: <http://www.precygrap.com>

Están conformados de nylon, el cual es un compuesto orgánico formado por macromoléculas de carbono e hidrogeno, es decir el nylon es una fibra elástica y resistente a los rayos UV. Además las bridas de nylon están fabricadas con poliamida, estas se encuentran dentro de los materiales sintéticos termoplásticos más importantes. (EMBALAJES TERRA, 2017)

2.6.1.4. *Tubos flexibles de plásticos*

Estos se fabrican con materiales termoplásticos, generalmente con PVC de doble capa, haciéndolo más resistente y hermético. Se caracterizan por ser livianos, y por su superficie corrugada que lo hace flexible. (FARADAYOS, 2017)

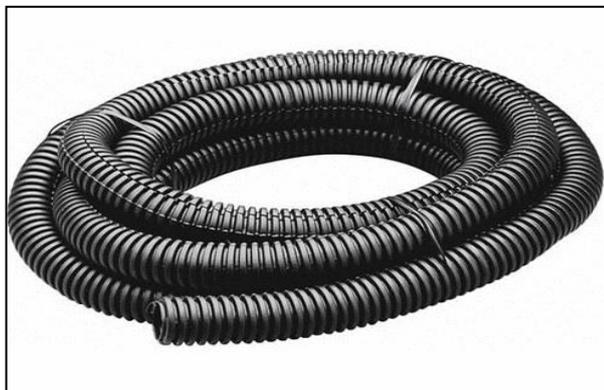


Figura 7-2: Tubo flexible de plástico (corrugado).

Fuente: (FARADAYOS, 2017)

Aplicaciones:

- Instalación en zonas visibles, donde el radio de curvatura del alambrado que se vaya a realizar es grande.
- En aparatos que involucre el cableado con curvaturas elevadas. (FARADAYOS, 2017)

2.6.1.5. *Tubo termoretráctil*

Fabricado en poliolefina, nylon o plástico, el tubo termoretráctil está disponible en distintas formas y modelos para que puedas adaptarlos al uso final. Asimismo, el mercado ofrece tubos termoretráctiles con otras características:

- Diferentes colores para diferenciar la tipología del cable que pasa a través de ellos, así como las conexiones necesarias en los extremos.
- Protección a los rayos ultravioleta (UV).
- Son aptos para electrónica e informática, aíslan el calor y permiten mantener los cables ordenados. (BEXTOK, 2016)

Entre las características tenemos que es un gran aislante eléctrico que permite resguardar del polvo, líquidos y otras partículas ambientales; y otorga estabilidad, ya que su posición es una mezcla perfecta entre rigidez y flexibilidad. (BEXTOK, 2016)

2.6.2. *Batería*

Una batería es un dispositivo electroquímico que transforma energía química en energía eléctrica y viceversa. Una batería almacena energía eléctrica para el uso cuando es necesario. (BOSCH, 2013, pág. 07)

El proceso de transformación es reversible, lo que significa que la batería puede ser cargada y descargada varias centenas de veces. (BOSCH, 2013, pág. 07)

En el vehículo, la batería desempeña el papel de una unidad de almacenamiento químico para la energía eléctrica generada por el alternador cuando el vehículo está en funcionamiento. Esa energía debe estar disponible para arrancar el motor después que este haya sido apagado. (BOSCH, 2013, pág. 07)

La batería también absorbe los picos de voltaje del sistema eléctrico del vehículo para que ellos no dañen los componentes eléctricos sensibles. (BOSCH, 2013, pág. 07)

2.6.2.1. Voltaje nominal

En el caso de las baterías plomo-ácido, el voltaje (teórico) nominal de una única celda es definido en 2 voltios. (BOSCH, 2013, pág. 07)

El voltaje nominal de la batería como total resulta de la multiplicación de los voltajes de las celdas individuales por el número de celdas conectadas en serie. El voltajes nominal en baterías de arranque es de 12 V, los 24V necesarios para los sistemas eléctricos de los camiones son de suministrados a través de la conexión en serie de dos baterías de 12V. (BOSCH, 2013, pág. 07)

2.6.2.2. Principios de funcionamiento

Para generar electricidad, estas baterías usan la reacción de reducción que se presenta a continuación:

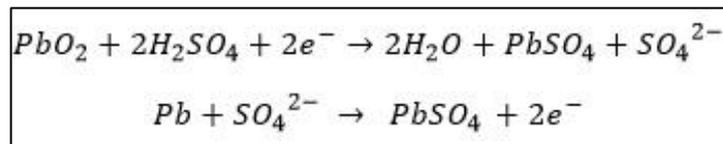


Figura 8-2: Reacción de reducción de las baterías plomo-ácido.

Fuente: (MARTÍNEZ BERTRAN, 2017, pág. 14)

2.6.3. Faros

Los faros se consideran elementos de seguridad activa ya que son capaces de proyectar la luz generada por las lámparas para iluminar la calzada. (DOMÍNGUEZ SORIANO & FERRER, 2008, pág. 53)

2.6.3.1. Lámparas

Las lámparas transforman la energía eléctrica en energía luminosa y calorífica. La energía luminosa se emplea como fuente o foco de luz y se proyecta para iluminar .la energía calorífica generada no tiene aplicación. (DOMÍNGUEZ SORIANO & FERRER, 2008, pág. 53)

2.6.3.2. Tipos de lámparas

Lámparas de incandescencia.-Se emplean en vehículos clásicos con faro europeo, para el alumbrado de la luz de carretera y cruce. (DOMÍNGUEZ SORIANO & FERRER, 2008, pág. 54)

Las lámparas de incandescencia se fabrican con un filamento compuesto de un material de temperatura de fusión muy alto, normalmente tungsteno. El filamento se coloca dentro de una

ampolla de vidrio, en la que se ha practicado el vacío y relleno de gas (argón o nitrógeno). Al circular la corriente eléctrica, el filamento se pone incandescente, generando el foco de luz y calor. (DOMÍNGUEZ SORIANO & FERRER, 2008, pág. 54)

Lámparas halógenas.- Suponen un aumento enorme en la capacidad lumínica de la bombilla y en su duración. En lugar de un filamento rodeado de vacío, el interior de la lámpara contiene un gas halógeno que permite que dicho filamento alcance más temperatura sin fundirse, incrementando la luz que emite y la duración de la misma. (FIDALGO, 2013)

Lámparas de LED.- Son las de última generación. La luz es emitida por diodos luminosos y es similar a la de las lámparas de descarga de gas, pero tiene varias ventajas. La primera de ellas es que su encendido es instantáneo. La segunda es que el faro puede estar compuesto por varios módulos matriciales, de modo que cada uno de ellos puede proporcionar varios puntos de luz que iluminan zonas concretas de la carretera, como en el sistema Matrix de Opel y Audi. (FIDALGO, 2013)

Señales LED para Tránsito.- Exigentes aplicaciones de señales de tránsito requieren fiabilidad constantes las 24 horas del día y los 365 días del año. El reemplazo de señales incandescentes con sistemas LED de alta eficiencia y extensa vida, proporcionan ahorros significativos en energía y costos de mantenimiento. (World Partner, 2017)

2.6.4. Pinturas

Las pinturas desde un punto de vista técnico-económico, constituyen el método más adecuado para la protección de los materiales empleados en la construcción y en la industria, además la aplicación de pintura debe cumplir con dos funciones: proteger de la corrosión y proporcionar el aspecto estético final. (GIUDICE & PEREYRA, 2009, págs. 02-03)

2.6.4.1. Corrosión de metales

La corrosión es un proceso natural y normal de deterioro, por la acción del medio que los rodea. También la corrosión es un proceso de destrucción o deterioro electroquímico de un metal por acción y reacción de éste con el medio que lo rodea. (ABARCA, 2003, pág. 05)

Con el proceso de pintado se pretende minimizar la corrosión de las láminas utilizadas, para ello se debe usar un tipo de pintura anticorrosiva, ya que este protegerá la superficie del metal.

El tipo de corrosión principal que se toma en cuenta es la corrosión atmosférica, el cual se presenta en casi todos los metales que están expuestos a la acción de los elementos atmosféricos. (ABARCA, 2003, pág. 11)

2.6.4.2. *Procesos de pintado*

Al realizar el pintado, por lo general se está aplicando un recubrimiento superficial, este puede ser de diferentes formas, esto incluyen las pinturas convencionales en base disolvente, barnices, esmaltes, lacas y pintura látex. (LURRALDE & ETXEIBIZITZA, 1997, pág. 39)

La elección del tipo de pintura y el proceso de aplicación a utilizar determinara el aspecto, protección frente a la corrosión y otros agentes, estas exigencias se especifican como requisitos del acabado, como puede ser: resistencia a la corrosión y compuestos químicos, brillo, resistencia a la humedad, a la temperatura, plegado, entre otros. (LURRALDE & ETXEIBIZITZA, 1997, pág. 39)

2.6.4.3. *Aplicación de las pinturas*

Pulverización electrostática: Es un proceso de recubrimiento electroestático, en donde el polvo se atomiza mediante aire comprimido en una pistola de pulverización y se le da una carga eléctrica. La pieza a recubrir se conecta a tierra para que atraiga las partículas cargadas de polvo, adhiriéndose a la superficie metálica. (LURRALDE & ETXEIBIZITZA, 1997, pág. 59)

Las partículas de polvo pueden cargarse mediante tres métodos diferentes:

- **Sistema electrostático convencional:** Las pistolas de pulverización electrostática imparten una carga electrostática al polvo, este se atomiza por medio de un electrodo cargado localizado en el frente de la pistola de pulverización.
- **Por fricción (Triboelectricidad):** Las partículas de polvo se hacen pasar sobre una superficie plástica en donde la acción del polvo que fluye a través de la pistola genera una carga de fricción en el polvo. Este elemento cargado es transportado por la corriente de aire al sustrato, en donde se adhiere debido a la atracción electroestática.
- **Por combinación de ambos métodos o triboplus:** Este método es la combinación de los dos métodos anteriores, con ello se mejora la velocidad, además tiene un mejor efecto del envoltente y espesor. (LURRALDE & ETXEIBIZITZA, 1997, págs. 59-60)

2.6.4.4. *Secado de la pintura*

Una vez que se ha aplicado un recubrimiento a una pieza, esta debe pasar por un proceso de secado posterior, para lo cual se menciona varios métodos de secado:

- **Secado a temperatura ambiente:** Para pinturas con alto contenido de disolventes aplicadas en piezas de gran tamaño.

- **Secado al horno:** El secado se realiza en horno a temperaturas entre 100 y 200°C que dependen del tipo de pintura. La aplicación de calor a la pieza se puede realizar por conducción, convección o radiación.
- **Secado forzado por aire:** Una forma alternativa de acelerar el proceso de secado, aplicable a toda clase de pinturas, son los sistemas de aire forzado, en donde la temperatura oscila entre los 50 y 100°C, estos sistemas aprovechan en efecto Venturi para proyectar grandes cantidades de aire filtrado a gran velocidad sobre la superficie pintada a secar. (LURRALDE & ETXEIBIZITZA, 1997, pág. 65)

2.6.5. Elementos de unión

2.6.5.1. Tornillos y tuercas

Se utilizan para unir de forma no permanente los elementos de máquinas. Son componentes de gran utilidad, insustituibles en diversas ocasiones y con características de diseño y construcción que les permiten una perfecta adaptación a muy variadas condiciones y circunstancias de trabajo. La parte más importante de los tornillos y tuercas es la rosca. (PORRAS & SORIANO, pág. 125)

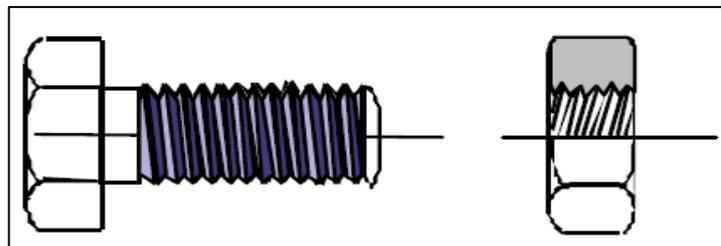


Figura 9-2: Tornillo y tuerca.

Fuente: (PORRAS & SORIANO, pág. 125)

Terminología usada en los tornillos:

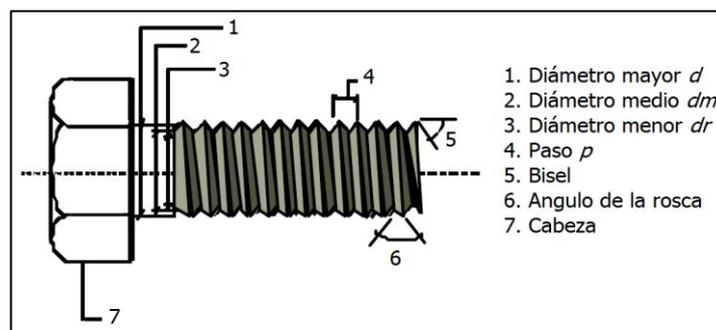


Figura 10-2: Terminología usada en los tornillos.

Fuente: (PORRAS & SORIANO, pág. 125)

La terminología del roscado de tornillo, que se ilustran en la figura 10-2, se explica de la siguiente manera:

Cabeza: Zona para agarre con herramientas para su colocación.

Cuerpo o vástago: Zona en la que va tallada la rosca.

Paso: Distancia entre dos hilos adyacentes medida paralelamente al eje del tornillo.

Diámetro mayor: Es el mayor tamaño de la rosca.

Diámetro menor o diámetro de núcleo: Es el de menor tamaño de la rosca.

Angulo de rosca: Es el formado por las dos caras que separan dos hilos consecutivos.

Bisel: Ángulo final del cuerpo del tornillo.

Tornillo de rosca simple: Tornillo con un solo hilo.

Tornillo de rosca múltiple: Tornillo con varios hilos. (PORRAS & SORIANO)

2.6.5.2. *Uniones soldadas*

Soldadura: Es un proceso de unión de metales que se realizan por fusión localizada de las partes a unir, mediante la aplicación conveniente de calor o presión, con o sin aporte de material a las piezas unidas, donde el material de aporte es de igual o diferente tipo a las partes a unir. (GARAVITO, 2008, pág. 05)

Las uniones por soldadura se usan cuando las secciones que se unirán son delgadas, uno de estos métodos puede propiciar ahorros significativos, como la eliminación de sujetadores individuales, con sus respectivos agujeros y los costos de ensamble representan un factor importante. (BUDYNAS & NISBETT, 2008, pág. 458)

Tipos de soldadura

Soldadura Fuerte (Welding): Es una operación en la cual dos o más partes son unidas mediante calor o presión, o ambos efectos a la vez, obteniéndose continuidad de la naturaleza del material entre las partes unidas. Este tipo de suelda se puede realizar con o sin material de aporte. (GARAVITO, 2008, pág. 10)

Tipos de soldadura Welding:

- TIG
- MIG
- Electrodo revestido
- Flash welding

- Soldadura por resistencia (punto)
- Soldadura por difusión y por fricción.
- Soldadura autógena
- Soldadura por haz de electrones

Soldadura autógena o por gas: En este tipo de soldadura y corte con gas, el principio es simple: una llama es producida por la combustión controlada de una mezcla de oxígeno y un gas combustible. Los gases son obtenidos de fuentes o tanques separados y pasados a través de reguladores y luego pasados a través de una antorcha en donde se mezclan, para salir por la boquilla donde ocurre la ignición. (GARAVITO, 2008, pág. 10)

Las soldaduras son formadas por el cordón de metal fundido del metal base y el material de aporte cuando se usa. El material de aporte puede ser desde el mismo de las piezas a unir o una varilla de metal con alto contenido de plata, los cuales, son usadas en la soldadura de chapas muy finas, zonas delicadas o piezas de diferentes metales. El uso de fundentes remueve el óxido y las escoria del área de soldadura y ayuda a asegurar una soldadura de calidad. (GARAVITO, 2008, pág. 11)

Soldadura por arco eléctrico: Consiste en un arco eléctrico que se establece entre las partes a soldar y un electrodo metálico. La energía eléctrica convertida en calor, genera una temperatura en el arco cerca de 5500 °C, causando la fundición de los metales y después la unión. (GARAVITO, 2008, pág. 12)

El proceso de soldadura se realiza mediante un arco eléctrico que es mantenido entre la punta de un electrodo cubierto y la pieza a trabajar, en donde las gotas del metal derretido son transferidas a través del arco y son convertidas en un cordón de soldadura. (GARAVITO, 2008, pág. 12)

Soldadura TIG: Se trata de una soldadura en una atmosfera con gas inerte y electrodo de tungsteno. Este procedimiento puede ser utilizado en uniones que requieran alta calidad de soldadura y en soldaduras de metales altamente sensibles a la oxidación tales como el titanio y el aluminio. Su uso más frecuente esta dado en aceros resistentes al calor, aceros inoxidable y aluminio. (GARAVITO, 2008, pág. 13)

Las mayores ventajas del proceso TIG provienen de la estabilidad y la concentración del arco, además de que es factible utilizar en todas las posiciones y tipos de juntas y del buen aspecto del cordón. (GARAVITO, 2008, pág. 13)

Soldadura MIG: La soldadura con arco eléctrico y gas, es un proceso en el cual el electrodo es un alambre metálico desnudo consumible y la protección se proporciona inundando el arco eléctrico con un gas. (GARAVITO, 2008, pág. 14)

La protección se realiza por medio de un gas o la mezcla de gases, entre los cuales se tiene: argón, helio y bióxido de carbono. La combinación de alambre de electrodo desnudo y los gases protectores eliminan el recubrimiento de escoria en la gota de la soldadura, por tanto evitan la necesidad del esmerilado y limpieza manual de la escoria. (GARAVITO, 2008, pág. 14)

Electrodos

Los materiales de aporte son propiamente los electrodos, varillas, alambres, flujos, etc., que constituyen el metal de aportación en la soldadura. El electrodo es una varilla metálica especialmente preparada, para servir como material de aporte en los procesos de soldadura por arco. (SENATI, 2009, pág. 75)

Revestimiento: Es un material compuesto por distintas sustancias químicas, los cuales tienen las siguientes funciones.

- Dirige el arco, conduciéndolo a una fusión equilibrada y uniforme.
- Crea gases que actúan como protección, evitando el acceso de oxígeno y de nitrógeno provenientes del aire circundante.
- Produce una escoria que cubre la soldadura, evitando el enfriamiento brusco y también el contacto del oxígeno y el nitrógeno cuando está caliente.
- Estabiliza el arco. (SENATI, 2009, pág. 75)

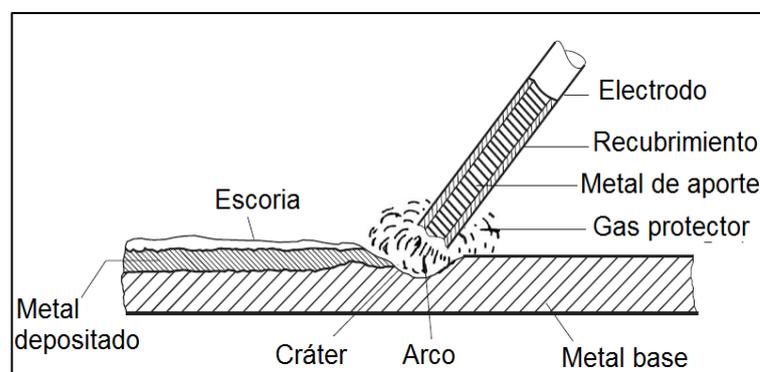


Figura 11-2: Elementos de soldadura por arco.

Fuente: (SENATI, 2009, pág. 75)

Clasificación de los electrodos

El sistema de clasificación de los electrodos es numérico y es establecida por la AWS, el cual a cada tipo del electrodo designa un número determinada. En la figura 12-2 se indica la explicación del sistema, en este caso, el número del electrodo solo es de cuatro cifras:

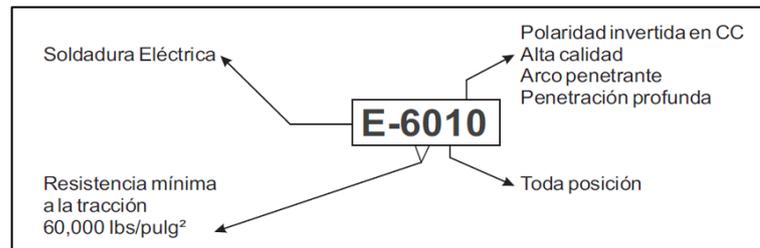


Figura 12-2: Ejemplo de numeración de un electrodo.

Fuente: (SENATI, 2009, pág. 76)

Tipos de electrodos:

- E-7014: indica que se puede usar con corriente alterna y continua (cualquier polaridad), el revestimiento es de hierro en polvo y proporciona un rápido relleno.
- E-7015: señala que el electrodo solo es utilizable con corriente continua (polaridad invertida) y que el revestimiento es de bajo hidrogeno.
- E-7016: señala que el electrodo puede usarse con corriente alterna y con corriente continua (polaridad invertida) y que el revestimiento es de bajo hidrogeno.
- E-6027: Indica que el electrodo puede utilizarse como cualquier clase de corriente: alterna o continua (cualquier polaridad) y el revestimiento es de hierro en polvo, proporcionando un mayor y más rápido relleno de las juntas de soldadura.
- E-7018: Puede emplearse tanto en corriente alterna como la corriente continua (polaridad invertida) que el revestimiento es de bajo hidrogeno y en consecuencia, que el revestimiento es de bajo hidrogeno se emplea en los aceros de pobre soldabilidad y en general donde se pretende alcanzar una mayor resistencia y seguridad. (SENATI, 2009, pág. 77)

2.6.5.3. Uniones adhesivas

En un sistema de unión y sellado de materiales, los adhesivos ocupan un lugar que en ocasiones comparten con otros sistemas de unión, para lo cual se requieren conocimientos básicos para un

adecuado uso y solo a través de un diseño adecuado de la unión se logran resultados satisfactorios. (MADRID, 1997, pág. 03)



Figura 13-2: Posicionamiento de los adhesivos.

Fuente: (MADRID, 1997, pág. 03)

Un adhesivo se define como una sustancia que aplicada entre las superficies de dos materiales permite una unión resistente a la separación, a estos dos materiales que se pretende unir por medio del adhesivo se conoce como sustrato o adherentes, en donde el conjunto de interacciones físicas y químicas que tienen lugar en la interface adhesivo/adherente recibe el nombre de adhesión. (MADRID, 1997, pág. 03)



Figura 14-2: Esquema de una unión adhesiva.

Fuente: (MADRID, 1997)

Adhesivos reactivos flexibles

La función principal de un adhesivo elástico es el de sellado, sin embargo muchos adhesivos elásticos se emplean en uniones estructurales empleando suficiente superficie para incrementar la rigidez de unión. (MADRID, 1997, pág. 31)

Los más importantes tipos de adhesivos elásticos son:

- a) Siliconas
- b) Poliuretanos

c) Silanos modificados

Los adhesivos elásticos se encuentran comercialmente como fluidos más o menos viscosos que forman un caucho elástico mediante una reacción química. (MADRID, 1997, pág. 31)

Siliconas: La polimerización de las siliconas da lugar a subproductos de reacción que por lo general son volátiles.

Las siliconas una vez curadas, presentan las siguientes ventajas:

- Buena adhesividad y sellado sobre una amplia variedad de sustratos.
- Permanecen flexibles entre $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $250\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Buena durabilidad, ya que son resistentes a la humedad, el ozono y la radiación UV.
- Propiedades dieléctricas destacadas.

Algunas desventajas son:

- No se pueden pintar.
- Las siliconas acéticas producen un olor penetrante; y las alcoxi y las ocímicas presentan olores suaves.
- Baja resistencia a aceites calientes, combustibles y productos clorados. (MADRID, 1997, pág. 32)

2.6.6. *Cables eléctricos*

En general la palabra “conductor” se usa con un sentido distinto al alambre, ya que por lo general un alambre es de sección circular, mientras que un conductor puede tener otras formas (por ejemplo barras rectangulares o circulares). (HARPER, 2005, págs. 84-85)

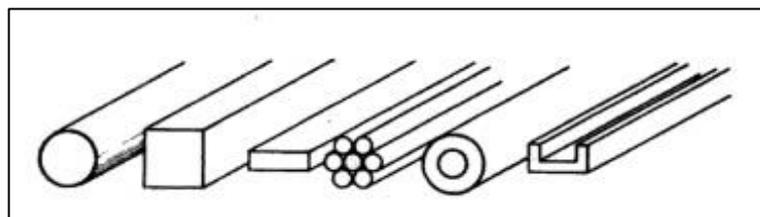


Figura 15-2: Formas comerciales de conductores eléctricos.

Fuente: (HARPER, 2005, pág. 87)

Los conductores de electricidad son componentes capaces de conducir o transmitir electricidad, generalmente en forma de hilo sólido o cable, por tener un coeficiente de resistividad muy pequeño. Estos pueden ser alambre, aquellos de una sola hebra o un cable formado por varias hebras. (LONGO, 2009)

Los conductores más utilizados normalmente son de cobre (Cu) o aluminio (Al). (LONGO, 2009)

El cobre es el elemento más usado para la fabricación de conductores eléctricos ya que tiene varias ventajas mecánicas (resistencia al desgaste y maleabilidad) y eléctricas (capacidad para transportar electricidad). En cualquiera de los casos, los conductores deben tener resistencia eléctrica, ser mecánicamente fuertes y flexibles y llevar un aislamiento adecuado al uso que se les va a dar. (LONGO, 2009)



Figura 16-2: Conductor eléctrico.

Fuente: (LONGO, 2009)

2.6.6.1. *Clases de conductores eléctricos*

Los tipos de conductores eléctricos más conocidos, se detallan a continuación:

Alambres: Estos son conductores que están formados por un hilo sólido.

Cables: Estos son hechos con alambres o hilos más delgados, para lograr una mejor flexibilidad

Cable Paralelo: Estos son conductores individuales, pero que se encuentran unidos por su aislamiento.

Cable encauchetado: Estos conductores son de dos o más cables independientes y aislados, que vienen a su vez recubiertos por otro aislante común. (LONGO, 2009)

Tabla 6-2: Calibres AWG-MCM.

Calibre AWG	SECCION mm ²	FORMACION No. de hilos	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO TOTAL	CAPAC. DE CORRIENTE
o MCM		por diámetro	mm.	MM.	Kg/Km	para 1 conductor al aire libre Amp.
		mm.				
14	2,08	1 x 1,63	1,14	3,91	31,60	30
12	3,31	1 x 2,05	1,14	4,33	44,50	35
10	5,26	1 x 2,59	1,14	4,87	64,40	50
8	8,34	1 x 3,26	1,52	6,30	104,50	70
14	2,08	7 x 0,62	1,14	2,28	33,20	30
12	3,31	7 x 0,78	1,14	4,14	46,90	35
10	5,26	7 x 0,98	1,14	4,62	67,50	50
8	8,37	7 x 1,23	1,52	5,98	116,60	70
6	13,30	7 x 1,55	1,52	6,73	170,40	95
4	21,15	7 x 1,96	1,52	7,69	255,50	125
2	33,62	7 x 2,47	1,52	8,92	388,90	170
1	42,36	7 x 2,78	2,03	11,47	482,90	195
1/0	53,49	19 x 1,89	2,03	13,51	621,00	230
2/0	67,43	19 x 2,12	2,03	14,66	778,00	265
3/0	85,01	19 x 2,39	2,03	16,01	934,00	310
4/0	107,20	19 x 2,68	2,03	17,46	1159,00	360
250	127,00	37 x 2,09	2,41	19,45	1368,00	405
300	152,00	37 x 2,29	2,41	20,85	1623,00	445
350	177,00	37 x 2,47	2,41	22,11	1876,00	505
400	203,00	37 x 2,64	2,41	23,30	2128,00	545
500	253,00	37 x 2,95	2,41	25,47	2631,00	620
600	304,00	37 x 3,23	2,79	28,19	3174,00	690
700	355,00	37 x 3,49	2,79	30,01	3609,00	755

Fuente: (ELECTROCABLE, 2013)

2.6.7. *Materiales metálicos*

Los materiales metálicos puros no se utilizan en la fabricación de piezas y conjuntos porque sus propiedades son poco significativas. Para mejorar las propiedades mecánicas de ciertos materiales puros, se fabrican las aleaciones, que son mezclas de dos o más metales puros. (GÓMEZ, ÁGUEDA, GARCÍA, & MARTÍN, 2011, pág. 36)

El hecho de que los materiales que tiene al hierro como elemento principal sean los más empleados, ha llevado a distinguir dos grandes familias entre los materiales metálicos: los materiales férreos y los metales no férreos. (GÓMEZ, et al., 2011, pág. 36)

Los metales férreos son cuerpos metálicos que contiene hierro como elemento principal y carbono en proporciones variables. Según el porcentaje de carbono, se distinguen: el hierro, el acero y las fundiciones. (GÓMEZ, et al., 2011, pág. 36)

Los metales no férreos no llevan hierro en su composición, y estos metales son: aluminio, magnesio, cobre, plomo, estaño, cinc, níquel y titanio, etc. (GÓMEZ, et al., 2011, pág. 36)

Las principales aleaciones no férricas son:

- Aluminio (ligeras)
- Magnesio (ultraligeras)
- Níquel (superaleaciones)
- Aleaciones de metales pesados (cobre, plomo, cinc etc.). (GÓMEZ, et al., 2011, pág. 36)

2.6.7.1. Aleaciones

Se denomina aleación a la unión de un metal con otros metales o metaloides conservando, en estado sólido sus propiedades metálicas. Los metales se alean con otros para conseguir un conjunto de características muy difíciles de encontrar en los metales puros, los cuales no tienen una utilización industrial salvo en caso muy específicos. (GÓMEZ, et al., 2011, pág. 46)

Para obtener una aleación, se funden al mismo tiempo el metal y los aleantes y a continuación se les deja enfriar y solidificar (GÓMEZ, et al., 2011, pág. 46).

2.6.7.2. Formas comerciales

Formas comerciales más habituales de materiales metálicos son:

Largos: barras cuadradas o redondas y alambres.

Planos: superficies de diferentes espesores, las más finas se denominan chapas.

Perfiles: barras con formas especiales: en u, triangular, entre otros.

Lingotes: bloques obtenidos al vaciar metal líquido en un molde. (BENITEZ, 2009, pág. 6)



Figura 17-2: Formas comerciales (largos).

Fuente: (BENITEZ, 2009, pág. 6)



Figura 18-2: Formas comerciales (planos).

Fuente: (BENITEZ, 2009, pág. 6)



Figura 19-2: Formas comerciales (planos).

Fuente: (BENITEZ, 2009, pág. 6)

2.6.7.3. *Los aceros*

Los aceros son aleaciones de hierro y de carbono (entre el 0,03 y el 1,76 %) a las que se añaden otros materiales (manganeso, níquel, titanio, etc.) según las propiedades del tipo de acero que se desee lograr. (BENITEZ, 2009, pág. 11)

Existen dos tipos de aceros:

Aceros comunes. Hechos sólo con hierro y carbono. Son muy fáciles de soldar y poco resistentes a la corrosión. Se emplean en estructuras, clavos, tornillos, herramientas, etc. (BENITEZ, 2009, pág. 11)

Aceros aleados. Hechos con hierro, carbono y otros elementos. Muy resistentes a la corrosión, al desgaste y a las altas temperaturas. Se emplean para fabricar instrumentos y piezas especiales. (BENITEZ, 2009, pág. 11)

2.6.7.4. *Acero galvanizado*

El galvanizado, el recubrimiento de hierro o de acero con zinc, es posiblemente el proceso más ecológico para evitar la corrosión. Se estima que los costos de la corrosión representan alrededor del 4% del PBI de las naciones industrializadas, porcentaje que tiende a ser mayor en las economías de los países emergentes. (ICZ; LATIZA, 2015, pág. 5)

Cada 90 segundos, en todo el mundo, una tonelada de acero se consume por la corrosión, y de cada dos toneladas de acero producido, una es para reemplazar el acero corroído. El galvanizado representa el uso eficiente del zinc para proteger el acero por largos períodos, lo que significa un ahorro de recursos con un impacto mínimo en el medio ambiente. (ICZ; LATIZA, 2015, pág. 5)

El acero galvanizado se recicla fácilmente con otros desechos de acero en el proceso de producción del metal. La mejora de la tecnología de quema de gas también ha mejorado la eficiencia energética en la calefacción del baño de galvanización. (ICZ; LATIZA, 2015, pág. 5)



Figura 20-2: Plancha de acero galvanizado.

Fuente: (NOVACERO, 2016, pág. 43)

2.6.1. Motores de corriente continua

2.6.1.1. Tipos de máquinas eléctricas

- **Generador:** Es aquel que transforma la energía mecánica en energía eléctrica.
- **Motor:** Es aquel que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

2.6.1.2. Partes del motor de corriente continúa

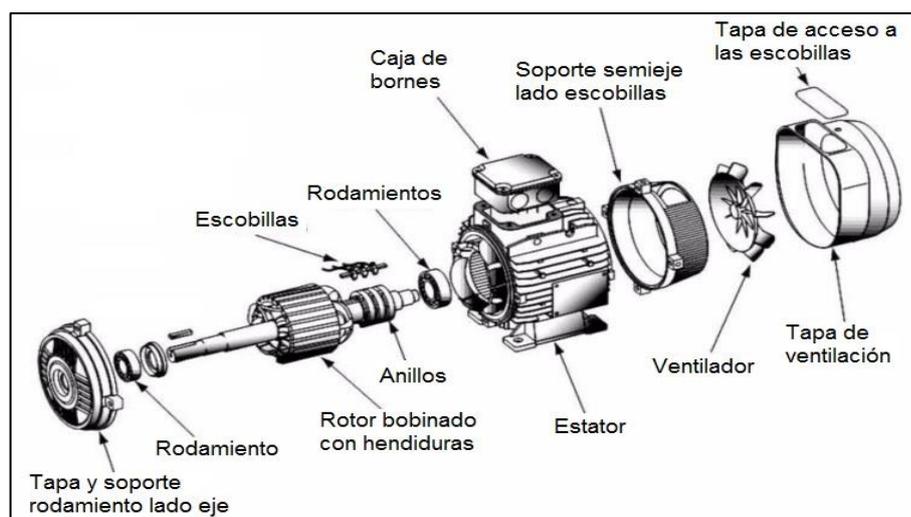


Figura 21-2: Partes de un motor de corriente continua.

Fuente: (MARISCAL, 2013, pág. 1)

2.6.2. *Motorreductor*

Los motorreductores o reductores de velocidad son sistemas formados por engranajes que hacen que los motores eléctricos funcionen a distintas velocidades de forma segura, son creados a base de engranajes, mecanismos circulares o serrados con geometrías diferentes, según su tamaño y la función en cada motor eléctrico. (TERCERSA S.L, 2016)

2.6.2.1. *Tipos de reductores de velocidad*

Hay una amplia gama de reductores de velocidad o motorreductores, aunque hay que señalar que existen diferentes modelos que se diferencian por su forma, por su disposición del montaje y resistencia. Ellos son: Engranajes Helicoidales, Corona y Sin Fin, Ortogonales, Ejes Paralelos, Pendulares y Planetarios. (TERCERSA S.L, 2016)

2.6.2.2. *Ventajas al usar motorreductores*

- Se consigue un equilibrio perfecto entre la velocidad y la potencia transmitida.
- Se logra una eficacia en la transmisión de la potencia prestada por el motor eléctrico.
- Aumenta la seguridad en la transmisión, reduciendo tanto gastos como mantenimientos.
- Requiere menos espacio y mejor rigidez para el montaje.
- Se minimiza el tiempo de su instalación. (TERCERSA S.L, 2016)

2.6.2.3. *Elementos que componen un reductor de velocidad*

- **Concepto de “torque” o “par”.**-Es una fuerza de giro expresada en unidades de kilogramo por metro o Newton por metro. El “torque” o “par” mezclado con un tiempo de ejecución se convierte en una “potencia”. (CLR, 2017)
- **Motor eléctrico.**- Un motor eléctrico tiene una potencia determinada en HP y dispone de una velocidad de operación a la cual gira la flecha de salida. Ambas características; potencia y velocidad definen un “torque” o “par” que puede liberar el motor. Es el “par” el que permite girar o no una determinada carga. (CLR, 2017)
- **Caja reductora.**- Se trata del mecanismo de transmisión. Está compuesta por una serie de componentes mecánicos que permiten la correcta reducción de velocidad y el aumento de la transmisión de par. Hablamos de engranajes, casquillos, coronas, arandelas, poleas, piñones. (CLR, 2017)

2.6.2.4. Clasificación de motorreductores en función de la disposición de sus ejes.

a. Reductores de ejes paralelos

Son un tipo de motorreductor de engranajes que se sirven de estos mismos para realizar la reducción de velocidad óptima. El eje del motor y del motorreductor está en planos paralelos, esta disposición permite conseguir cajas reductoras muy planas. (CLR, 2017)

Ventajas tiene un reductor de ejes paralelos

- Un diseño compacto, que se traduce en un menor peso y espacio
- Alcanzan un rango de potencia de hasta 200 KW.
- Baja vibración, bajo nivel sonoro. (CLR, 2017)



Figura 22-2: Motorreductor de ejes paralelos.

Fuente: (CLR, 2017)

b. Reductores sinfín corona o de 90 grados

Puede ser considerado el tipo de reductor de velocidad más sencillo, se compone de una corona dentada, normalmente de bronce, cuyo centro contiene un eje de acero. Esta corona está permanente en contacto con un husillo de acero en forma de tornillo sin fin (de ahí su nombre) Como particularidad, sus ejes se disponen en un ángulo de 90 grados. (CLR, 2017)



Figura 23-2: Motorreductor sinfín o de 90 grados.

Fuente: (CLR, 2017)

2.7. Software CAD

El Diseño Asistido por Computadora es una de las muchas herramientas empleadas por los ingenieros y desarrolladores, el programa CAD es una pieza clave de las actividades de Desarrollo del Producto Digital (DPD), que a su vez forma parte de los procesos de gestión del ciclo de vida del producto. (LEÃO, 2017)

Limitar virtualmente el producto es diseñar completamente todas y cada una de las características del producto final, por medio de un programa CAD que va a permitir obtener el producto sin los fallos debidos a la definición de las dimensiones relativas entre cada una de las partes, conjuntos y subconjuntos, elementos auxiliares y de su montaje. (ESCUDERO, 2009)

2.7.1. CAD Solidworks

Entre los programas más comunes para el diseño de partes y piezas se tiene el software CAD Solidworks que ayuda a desarrollar el producto y la verificación de las dimensiones, tolerancias y el material aplicado en el sólido.

Solidworks es un programa de diseño mecánico 3D con el que se puede generar geometrías tridimensionales usando sólidos paramétricos, la aplicación está enfocada a diseño de producto, diseño mecánico, ensambles y dibujos para taller. Solidworks diseña de forma que deja un historial de operaciones para referenciarlas en cualquier momento. (3D CAD PORTAL, 2013)

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

El Ecuador se encuentra en el cambio de su matriz productiva, para ello el gobierno implementó medidas de sustitución de importaciones con el fin de reducir la importación y aumentar la producción nacional, en este caso la producción nacional del dispositivo “Disco Pare” abatible usado en vehículos de transporte escolar e institucional.

El desarrollo de la desagregación tecnológica se analiza como metodología para determinar el valor agregado ecuatoriano “VAE”, conforme lo establece el servicio nacional de contratación pública “SERCOP”.

La investigación deberá cumplir con lo establecido en la resolución No. 039 DIR-2015-ANT, en el cual se presentan las características del “Disco Pare”, que posteriormente serán utilizadas para desarrollar el diseño del prototipo.

El diseño del prototipo de “Disco Pare” será desarrollado mediante el uso del software CAD (Solidworks), el cual permite limitar virtualmente, y diseñar cada una de las características del producto final, además de poder definir las dimensiones relativas entre las diferentes partes, elementos externos y el ensamblaje.

3.1. Parámetros del diseño

3.1.1. Resolución No. 039 DIR-2015-ANT

Reforma parcial del Art. 26 de la resolución No. 112-DIR-2014-ANT “Reglamento para el Servicio de Transporte Comercial Escolar e Institucional”. Las unidades que presten el Servicio de Transporte Comercial Escolar e Institucional debe contar, con un “Disco Pare” el mismo que deberá ser abatible al costado izquierdo del automotor, el cual debe activarse al momento que el conductor detenga el vehículo, para alertar y permitir que el resto de vehículos tomen las precauciones del caso y los adhesivos con sellos y autorizaciones que han sido otorgados y colocados por la autoridad competente. (ANT, 2015, pág. 04)

3.1.2. Características de Disco Pare

Cada vehículo que preste el Servicio de Transporte Comercial Escolar e Institucional, estará equipada con un brazo de señal de PARE que cumpla con los siguientes requisitos:

3.1.2.1. *Especificaciones del Disco Pare*

- a) El rótulo de señal de PARE será un octágono rectangular inscrito en un círculo con un diámetro mínimo de 450 mm.
- b) Fondo de color rojo en ambos lados.
- c) Debe tener un borde blanco mínimo de 12 mm.
- d) La palabra “PARE” estará con letras mayúsculas blancas en ambos lados. Las letras deberán tener mínimo de 140 mm de altura y deberán cumplir con los requisitos del RTE INEN 4: 2008 Parte 4. Señalización vial. Parte 4. “Alfabetos normalizados”. (ANT, 2015, pág. 05)
- e) La palabra “PARE” debe ser retroreflectiva, de acuerdo a la norma técnica antes mencionada.
- f) La superficie de ambos lados del rótulo de señal PARE debe ser retroreflectiva como mínimo con material de Tipo III, según el Art. 6.5.4 del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 “Señalización vial. Parte 3. Señales de vías. Requisitos”.
- g) Las superficies no reflectivas, que forman parte de los sistemas de montaje, anclaje y funcionamiento, ya sea eléctrico, neumático o hidráulico de la señal “PARE”, no deberán superponerse sobre la superficie retroreflectiva de la misma en más de 7,5 % del total del área de la señal.
- h) Cada lado de la señal de parada deberá tener por lo menos dos luces rojas que parpadeen alternativamente. Las luces deberán estar centradas en el eje vertical del brazo de PARE. Una de las lámparas se encuentra en la parte superior extrema del brazo de parada y el otro en su extremo inferior. (ANT, 2015, pág. 05)

3.1.2.2. *Disposiciones sobre la instalación y funcionamiento del dispositivo:*

- a) El brazo de señal de PARE será instalado en el lado izquierdo delantero del vehículo, además deberá cumplir los siguientes requisitos cuando este desplegada.
 - 1. La señal de PARE deberá estar perpendicular al lado lateral del bus, con una tolerancia de $\pm 5^\circ$;
 - 2. El borde superior de la señal de PARE estará ubicado a una distancia máxima de 150 mm del borde inferior de la ventana de los pasajeros e inmediatamente detrás de la ventana del conductor para el caso de: MICROBUS, MINIBUS, BUS.

- b) El borde superior de la señal de PARE estará ubicado a nivel del borde inferior de la ventana de los pasajeros e inmediatamente detrás de la ventana del conductor para el caso de FURGONETA.
- c) La señal de PARE se desplegará automáticamente de tal manera que las luces incorporadas se activen al mismo tiempo. El mecanismo para la activación del dispositivo deberá estar al alcance del conductor. (ANT, 2015, pág. 05)

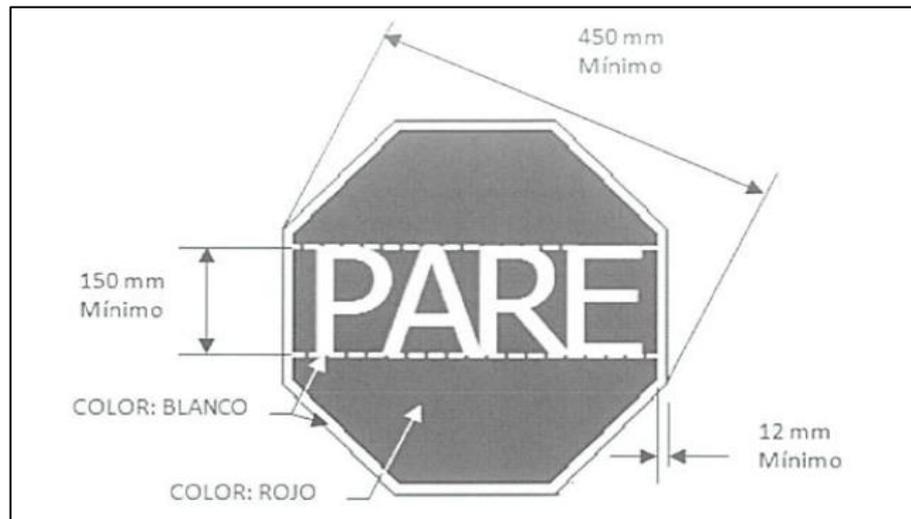


Figura 1-3: Dimensiones de la señal de “PARE”.

Fuente: (ANT, 2015, pág. 06)

3.1.3. Grado de protección IP-54

En el presente proyecto se aplicará como característica del producto la norma IP 54, resistente al agua y adecuado para el uso externo en equipo eléctrico.

El cuál cuenta con las siguientes características:

Tabla 1-3: Grado IP 54.

Cifra	Descripción abreviada	Indicación breve sobre los objetos que no deben penetrar
5	Protección contra la penetración de polvo	No se impide la penetración totalmente del polvo, pero se evita que el polvo entre en gran cantidad que perjudique el funcionamiento normal del sistema.
4	Protegida contra las proyecciones de agua	El agua proyectada en diferentes posiciones no debe afectar el funcionamiento del dispositivo.

Fuente: (TEC, 2015, pág. 02)

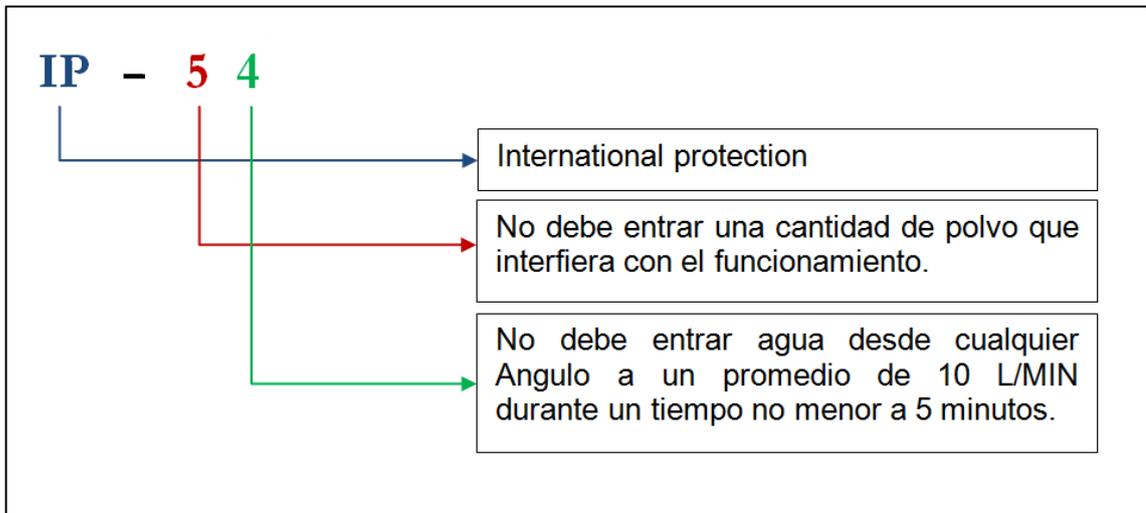


Figura 2-3: Grado IP-54.

Fuente: Autores.

Esta característica será manejada en los datos técnicos, además usada para la construcción del contenedor que resguarda los elementos eléctricos y electrónicos del prototipo de “Disco Pare”, así garantizando un dispositivo fiable.

3.2. Esquemas generales para el diseño y construcción del prototipo

El proceso de construcción de piezas en el Ecuador se ha desarrollado con el paso de los años y con la presencia de nuevas tecnologías para desarrollar un sinfín de elementos, cabe recordar que para realizar un proyecto es necesario tener en cuenta procesos válidos con la ayuda de metodologías de ingeniería, investigación y análisis.

El proceso de construcción se detalla en el siguiente diagrama de flujo y en el procedimiento de construcción del prototipo, los cuales sirven para tener una guía detallada desde la importación de producto, procesos de desagregación tecnológica, diseño, construcción, control de calidad, verificación del VAE y la obtención del producto nacional.

Para garantizar la construcción del prototipo se realizarán controles en los distintos procesos basándose en las características y especificaciones establecidas en la Resolución No. 039-DIR-2015-ANT y la norma IP-54.

3.2.1. *Mapa de procesos de desagregación tecnológica*

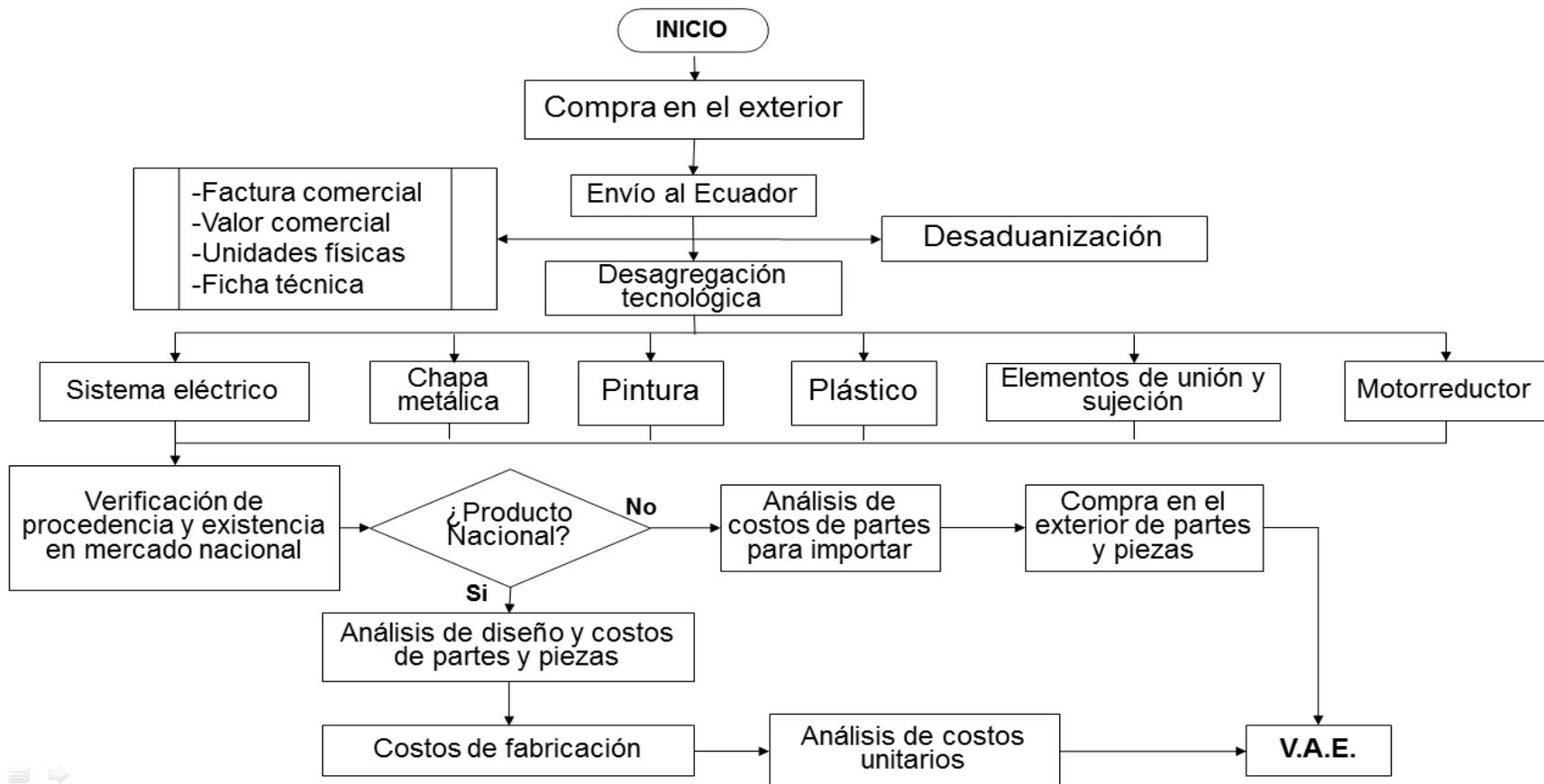


Gráfico 1-3: Diagrama de flujo del proceso de desagregación tecnológica.

Fuente: Autores

3.2.2. *Procesos de construcción del dispositivo.*

Tabla 2-3 Definición de roles funcionales.

Roles funcionales	Descripción de roles
Supervisor/ Gerente	Persona que se encarga de dirigir, gestionar o administrar una empresa u entidad.
Jefe del sector metalmecánica / Jefe de taller.	El rol funcional es supervisar, controlar las operaciones y control de calidad de los procedimientos que defina la compañía para la elaboración del producto.
Técnico Soldador	Es un profesional experto en el proceso de soldadura y corte de metales, controla la calidad de la soldadura y calibra las máquinas y/o equipos para soldar.
Pintor	Es un profesional experto en el área del proceso de pintado, organiza y ejecuta el proceso de preparación previa y el pintado mismo, manipulando herramientas adecuadas según la necesidad.
Programador y diseñador electrónico.	Es un profesional capacitado para programar y diseñar componentes o programas de sistemas de computación. Desarrolla la programación y elabora los circuitos electrónicos según las necesidades de la empresa.
Asistente de diseño electrónico.	Colabora con el programador en el ensamble y desarrollo de los circuitos electrónicos según las especificaciones y normas establecidas en la empresa.
Ayudante del sector metalmecánica.	Es un profesional cuyas funciones son asistir en todo el proceso de construcción y colaborar con el desarrollo y ensamblaje de la parte mecánica del producto.
Diseñador mecánico.	Realiza las funciones de diseñar y establecer el tipo de material que se utiliza para la creación de las partes y piezas del producto, delimita en un entorno virtual los diferentes componentes y genera una simulación del funcionamiento.

Fuente: Autores.

Proceso de construcción.

Responsable: Supervisor / Gerente.

Objetivo: Realizar el proceso de construcción de los diferentes elementos que componen el producto de acuerdo a los requerimientos establecido por la empresa.

Tabla 3-3: Proceso de construcción.

Inicio del proceso			Definición del proceso	Fin del proceso		
Requisición del producto.			Es la aprobación del proceso para asegurar que los productos cumplan con las especificaciones técnicas de calidad y estándares establecidos.	Entrega de productos comprados, desarrollados por la empresa y entrega de la documentación para el respectivo registro.		
Solicitante	Entrada	Requisito	Actividades	Resultados	Requisitos	Clientes
Diseñador mecánico.	Solicitud de fabricación de un producto.	- Especificaciones del producto o servicio según se requiera. -Justificación de materiales necesarios para la construcción.	Realizar pedido de materiales y elementos.	Iniciar el proceso de construcción del producto.	-Identificación previa de posibles elementos y/o materiales.	Jefe del sector metalmecánica / Jefe de taller.
Control de calidad.	Revisión de características y especificaciones.	-Revisado -Analizado -Sea aprobado	Verificar los procesos de manufactura y ensamblaje del producto.	Verificación del cumplimiento del proceso establecido por la empresa.	Aprobación por Jefe del taller.	Supervisor / Gerente.
Proveedor Nacional	Producto o servicio para entrega Documentación	-De acuerdo a lo establecido en la orden de compra. -Documentación completa de la compra.	Recepción y verificación de material por bodega con la respectiva documentación de la compra.	Entrega del producto o servicio.	-Notificación de la compra al solicitante. -Inspección por el solicitante.	Solicitante
Proveedor Internacional	Producto o servicio para entrega Documentación	-De acuerdo a lo establecido en la orden de compra. -Documentación completa de la compra.	Confirmar instrucciones de envío con el proveedor y embarcador.	Preparación de mercadería para envío según acuerdos establecidos	-Método de transporte. -Clasificación de productos por importar	Solicitante
Jefe del sector metalmecánica / jefe de taller.	Solicitud de materiales para construcción del producto.	- Especificaciones de los materiales, equipos y mano de obra necesarios para la construcción.	Construcción del sistema eléctrico, electrónico y mecánico. Ensamble del dispositivo.	Producto totalmente ensamblado y funcional.	Aprobar los ensayos del funcionamiento según los parámetros y normas establecidas.	Supervisor / Gerente.

Fuente: Autores.

Tabla 4-3: (Continuación) Entradas de control.

Entrenamiento y conocimiento	Quien lo define	Requisitos
<p>Cursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cursos de Solidworks -Cursos de Eagle / Proteus -Cursos de programador y diseñador electrónico. -Curso de proceso de soldadura. -Cursos para procesos de manufactura en el sector metalmecánica. 	Supervisor / Gerente.	<ul style="list-style-type: none"> -Aprobar cada nivel de los cursos. -Cursos claros y aplicables para diseño y construcción de partes y piezas.
<p>Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Conocimiento de procesos de construcciones metálicas. 	Supervisor / Gerente.	<ul style="list-style-type: none"> -Haber trabajado en cargos similares.

Fuente: Autores.

Tabla 5-3: Indicadores de desempeño.

Nombre del indicador	Fórmula	Meta	Frecuencia de medición	Responsable de medición
Tiempos de requerimientos hasta emisión de orden de compra al proveedor.	# de días de recepción SIM / # de días de emisión de compra	75 %	Mensual	Supervisor / Gerente.
Grado de satisfacción del cliente interno.	Formato de encuesta	100 %	Mensual	Supervisor / Gerente.
Número de devoluciones de mercadería por no conformidad de características del dispositivo.	# De devoluciones / # de órdenes de compra.	0 %	Mensual	Supervisor / Gerente.

Fuente: Autores.

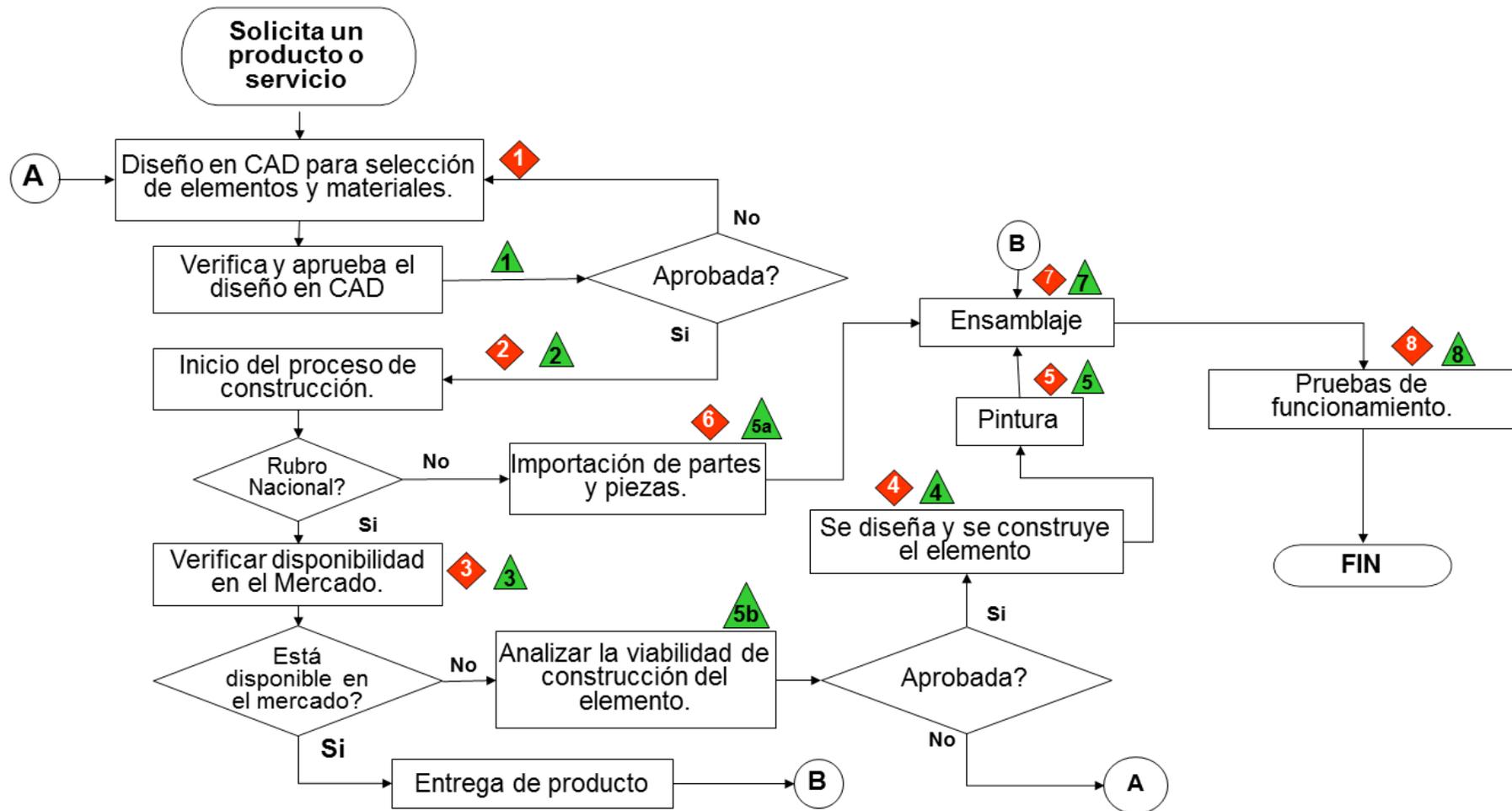


Gráfico 2-3: Diagrama de flujo del proceso de construcción

Fuente: Autores

Tabla 6-3: Narrativas del proceso de construcción.

Descripción de tareas del proceso	Roles funcionales
<p>Diseño en CAD para selección de elementos y materiales.</p> <p>Se realizará el diseño del dispositivo que cumpla con las características y especificaciones establecidas en la resolución No. 039 DIR-2015-ANT.</p> <p>Se realizará la requisición de materiales conforme las necesidades justificadas en el diseño del dispositivo.</p>	<p>Diseñador mecánico.</p>
<p>Verifica y aprueba el diseño en CAD</p> <p>La requisición será revisada y aprobada por el gerente, caso contrario se optara por cambiar el diseño del dispositivo.</p>	<p>Supervisor / Gerente.</p>
<p>Inicio del proceso de construcción.</p> <p>Se verificará si el rubro es nacional o extranjero según la intensidad tecnológica de los elementos.</p>	<p>Jefe del sector metalmecánica / Jefe de taller.</p>
<p>Importación de partes y piezas (compra internacional)</p> <p>Se elaborará una orden de compra que será dirigida a un proveedor en el extranjero, la cual especificará las características necesarias del producto por parte del solicitante.</p>	<p>Supervisor / Gerente.</p>
<p>Verificar disponibilidad en el Mercado (compra nacional)</p> <p>Se elaborará la orden de compra, la cual especificará las características necesarias del producto por parte del solicitante y las cotizaciones aprobadas, con el cual se identificará a los posibles proveedores y la disponibilidad en el mercado ecuatoriano.</p>	<p>Supervisor / Gerente.</p>

Fuente: Autores

Tabla 6-3: (Continuación) Narrativas del proceso de construcción.

Descripción de tareas del proceso	Roles funcionales
<p>Entrega de producto</p> <p>El proveedor entregará el producto o servicio solicitado en el lugar acordado de acuerdo a los requerimientos enviados en la orden de compra.</p> <p>Analizar la viabilidad de construcción del elemento.</p> <p>Se analizará si el elemento se puede construir en la empresa cumpliendo con las normas y características definidas.</p> <p>Se diseña y construye el elemento ya sea eléctrico, electrónico o mecánico.</p> <p>Se diseñará el elemento conforme a la disponibilidad de los materiales, equipos y mano de obra nacionales.</p> <p>Pintura.</p> <p>Se llevará a cabo el proceso de pintura de los elementos desarrollados según los parámetros establecidos por la empresa.</p> <p>Ensamblaje</p> <p>Se ensamblarán todos los elementos que conforman el dispositivo entre estos están: elementos nacionales e importados y los elementos construidos en la empresa.</p> <p>Pruebas de funcionamiento.</p> <p>Las pruebas del dispositivo se realizan verificando las características de funcionamiento del dispositivo según lo establecido en la resolución No. 039 DIR-2015-ANT, el cual indica cómo debe comportarse el dispositivo al momento de ser activado y el comportamiento cuando se encuentre accionado.</p>	<p>Proveedor.</p> <p>Diseñador mecánico.</p> <p>Diseñador mecánico/ Técnico Soldador/ Programador y diseñador electrónico/ Asistente de diseño electrónico.</p> <p>Pintor.</p> <p>Ayudante del sector metalmecánica.</p> <p>Jefe del sector metalmecánica / Jefe de taller.</p>

Fuente: Autores

Tabla 7-3: Riesgos y controles del proceso de construcción.

# Riesgo 	Riesgo	Control# 	Punto de control y frecuencia
R1	Selección de materiales y dimensiones del dispositivo incorrectos.	C1	Analizar las características y del dispositivo según lo establecido en la resolución No. 039 DIR-2015-ANT. Frecuencia: Cada vez que se le presenta un nuevo diseño del elemento.
R2	Que no se defina correctamente la procedencia del elemento.	C2	Verificar la disponibilidad en el mercado nacional o internacional, dando prioridad a los productos nacionales. Frecuencia: Cada vez que sea realizada una orden de compra.
R3	Que no sea un producto de calidad y no cuente con la respectiva garantía.	C3	Analizar la selección los proveedores a quienes se les solicitará la cotización y verificación de certificados de calidad. Frecuencia: Cada vez que se realice una selección de proveedores.
R4	Que la construcción de los elementos y los servicios solicitados no cumplan con las características que se exigen para la construcción del dispositivo.	C4	Que lo ofertado sea lo mismo que fue solicitado, basado en los siguientes parámetros: calidad del producto o servicio, tiempo de entrega y precio. Frecuencia: Cada vez que se solicite un producto o servicio.
R5	Que el proceso de pintado sea erróneo.	C5	Se analizará el tipo de pintura que debe emplearse al elemento y se realizará controles al proceso de pintado. Frecuencia: Cada vez que se realice el proceso de pintado.
R6	Que el producto no cumpla con las especificaciones.	C6a	Revisión de mercancía según la orden de compra emitida al proveedor internacional para la respectiva entrega. Frecuencia: Cada vez que se vaya a proceder a entregar un producto.
		C6b	Revisión de mercancía nacional para la respectiva entrega. Frecuencia: Cada vez que se vaya a proceder a entregar un producto.
R7	Que los elementos no cuenten con las dimensiones adecuadas para realizar el ensamble del dispositivo.	C7	Verificación de número de partes, cantidades, especificaciones etc., antes de ser entregados al solicitante. Verificar con el solicitante que este en conformidad con lo solicitado. Frecuencia: cada vez que se recibe mercancía.
R8	Que el dispositivo no funcione correctamente o no cumpla con las especificaciones establecidas.	C8	Revisar el diseño y el proceso de construcción. Frecuencia: Cada vez que se vaya a despachar un dispositivo.

Fuente: Autores

3.3. Diseño, cálculo y selección de elementos del dispositivo.

En este paso se determina y se diseña cada una de las características finales del prototipo “Disco Pare”, con ello definir las dimensiones relativas entre las diferentes partes en el ensamble. Además se selecciona los elementos que no se pueden construir de acuerdo a los parámetros establecidos en la resolución.

3.3.1. Selección del motor

Para seleccionar el motor eléctrico para el prototipo de “Disco Pare” se debe considerar algunos factores importantes, de los cuales se menciona a continuación:

- Tipo de motor.
- Potencia y velocidades nominales.
- Voltaje de operación.
- Tipo de caja.
- Detalles de montaje.
- Par torsional.
- Factores ambientales de trabajo.
- Variaciones de voltaje que se puede tolerar.
- Cargas en el eje. (MOTT, 2006, pág. 798)

3.3.1.1. Tipo de movimiento

Para mover el brazo del dispositivo se necesita un motor eléctrico pequeño, para un espacio pequeño y con una eficacia en la transmisión de movimiento. Por ello se surge la necesidad de utilizar un motorreductor pequeño que cumpla con la transmisión de movimiento requerido, en este caso uno con mecanismos que cumplan con el movimiento rotatorio.

La transmisión de la potencia del motorreductor será mediante la transmisión electromecánica, esto porque consigue una potencia de salida y velocidad adecuada para el accionamiento del brazo del dispositivo. La corriente eléctrica será continua con un voltaje de 12 V.

3.3.1.2. Cálculo de torque, velocidad y potencia mecánica

Torque o par máximo

El torque es la fuerza que ejerce el motorreductor sobre el eje para levantar la carga del conjunto del brazo del dispositivo de “Disco Pare”. El torque se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$T = F \cdot d \quad (1)$$

Dónde:

T = Torque en el eje.

F = Fuerza del brazo (peso del conjunto del brazo).

d = Distancia.

Se considera que la fuerza requerida para mover el conjunto del brazo del dispositivo es el peso, para el cual la masa del conjunto es de 2.5 kg y la distancia a la cual actúa el peso de 76 mm del eje.

Desarrollo:

$$F = m \cdot a$$

$$F = 2.5 \text{ kg} \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$F = 24.5 \text{ N}$$

$$T = F \cdot d$$

$$T = 24.5 \text{ N} (0.076 \text{ m})$$

$$T = 1.86 \text{ Nm}$$

$$T = 18.97 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Velocidad

Se conoce que la velocidad de giro del conjunto del brazo del dispositivo es lenta, por lo que para los respectivos cálculos se estima una velocidad angular de 5 rev/min. Esta velocidad angular es constante. Además no se especifica la velocidad de apertura cierre del brazo móvil del dispositivo.

$$w = 5 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 0,52 \text{ rad/s}$$

Potencia mecánica

Al obtener los datos del torque y velocidad se procede a calcular la potencia necesaria para realizar el determinado trabajo.

$$P = w \cdot T \quad (2)$$

Dónde:

P = Potencia mecánica.

w = Velocidad angular.

T = Torque en el eje.

Desarrollo:

$$P = w \cdot T$$

$$P = 0.52 \frac{\text{rad}}{\text{s}} (1.86 \text{ Nm})$$

$$P = 0.97 \text{ J/s}$$

$$P = 0.97 \text{ W}$$

Luego de los respectivos cálculos se obtiene los siguientes parámetros:

- Par: 18.97 *kg.cm*
- Potencia: 0.97 W

Se conoce el tipo de motorreductor a seleccionar, en este caso se elige un motorreductor sinfín corona o 90 grados, 12V DC, con un par de 30 *kg.cm* y una potencia de 41 W; esto porque se acerca a las características requeridas, además de su sencillez y resulta ser más económico que otros motores. Además en este tipo de motorreductor viene incorporado un sensor que mide el ángulo de giro del eje.



Figura 3-3: Motorreductor para el dispositivo.

Fuente: Autores

Luego de seleccionar y obtener el motorreductor se procede a modelar la geometría de éste en 3D, esto para verificar el correcto ensamblaje en la caja y su posterior simulación virtual de movimiento.

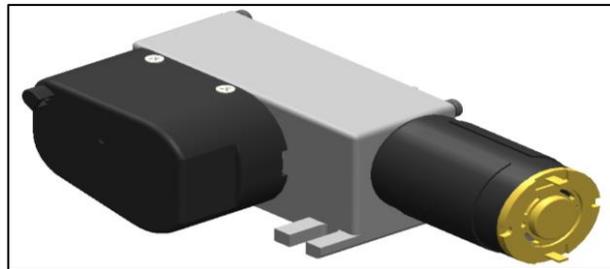


Figura 4-3: Modelado del motor en 3D.

Fuente: Autores

3.3.2. Diseño electrónico

Para elaborar el sistema eléctrico del dispositivo es necesario conocer el circuito de control del motor. El circuito de control será el encargado de regular el sentido y la velocidad del giro del motor, el cual está basado en un microcontrolador Arduino Nano.

El microcontrolador Arduino Nano es el encargado de gobernar la velocidad y el sentido de giro del motor, además del control del funcionamiento de las luces al momento de accionar el brazo del “Disco Pare”, activando las luces de forma titilante. El esquema eléctrico del sistema de control se realiza en un software para diseño electrónico, con lo cual se facilita el diseño y construcción del circuito.

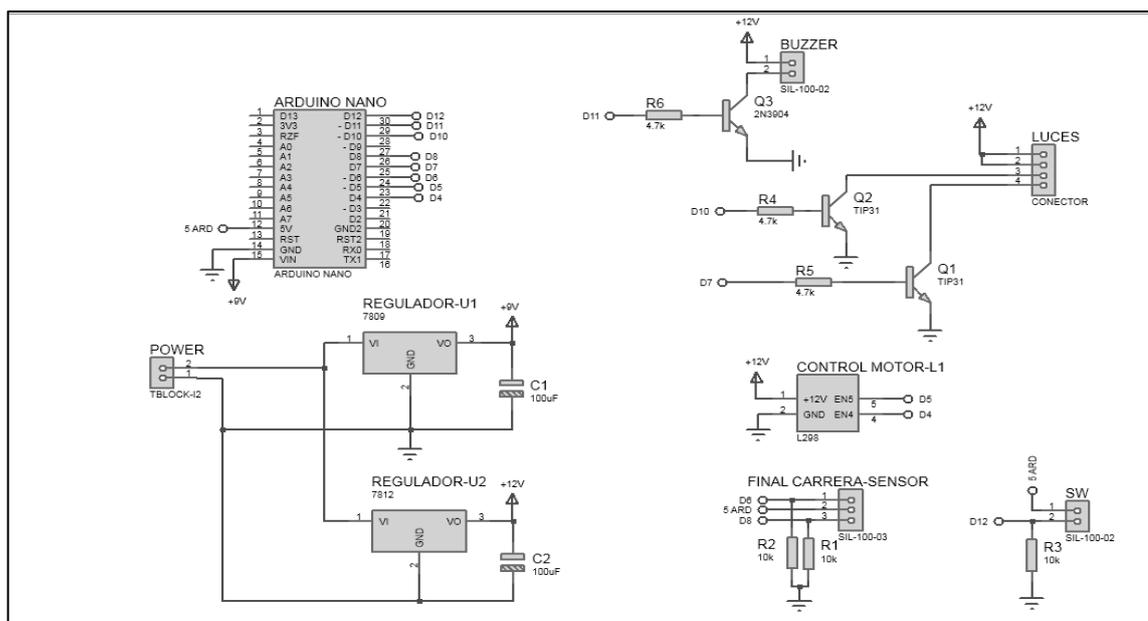


Gráfico 3-3: Circuito de control y funcionamiento del dispositivo.

Fuente: Autores

Luego del diseño del circuito eléctrico se procede a convertir el esquema del sistema en un diseño para circuito impreso, con el fin de facilitar la construcción de la placa del circuito de control.

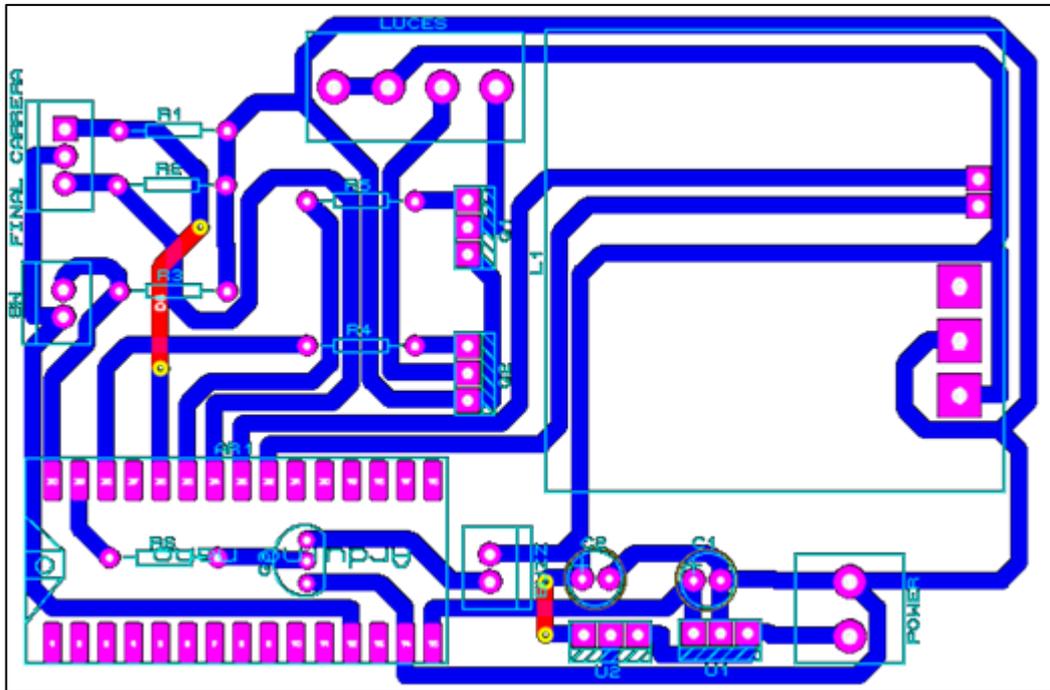


Gráfico 4-3: Circuito de control cara posterior.

Fuente: Autores

3.3.2.1. Funcionamiento:

El sistema de control se alimenta de un voltaje nominal de 12 V de corriente continua a través de las líneas 1 y 2, pero este voltaje no es constante ya que varía de 9 V a 14 V, por ello se incorpora un regulador adicional que controlara el voltaje de entrada manteniéndose constante a 12 V; la línea 1 es la alimentación, al cual se conecta otro regulador en este caso el 7809, para que controle el voltaje de entrada al Arduino.

En el Arduino se realiza la programación respectiva, con lo cual se controlara la velocidad y sentido de giro del motor, además de controlar el parpadeo de las luces leds y el pitido del zumbador. El sonido o pitido se activa al momento que se despliegue el brazo del “Disco Pare”.

El control del ángulo en el motor se basa de un sensor de fin de carrera que viene incorporado en el motorreductor. El accionamiento del dispositivo se basa en un interruptor que estará instalado en los mandos del conductor.

3.3.2.2. Construcción del circuito

Luego del diseño virtual del circuito impreso se genera y se importa el circuito 3D para el software CAD Solidworks, esto para conocer las dimensiones relativas entre los diferentes componentes eléctricos y mecánicos; y con ello definir la posición que llevará el circuito en la caja metálica.

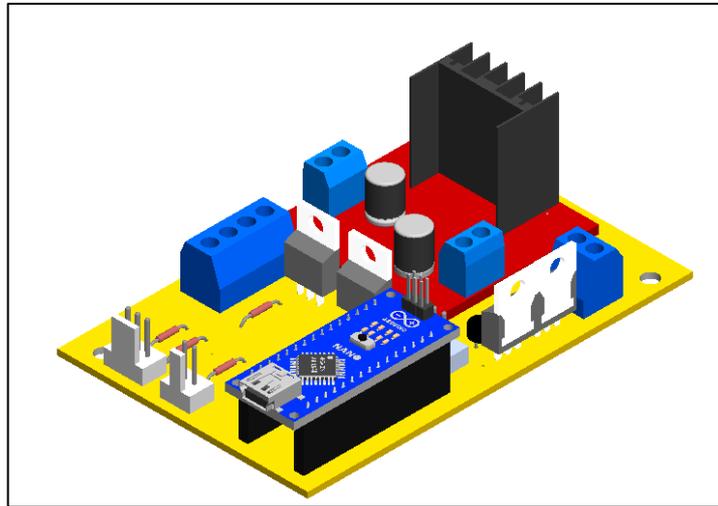
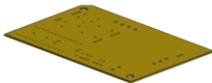


Figura 5-3: Circuito de control en 3D.

Fuente: Autores

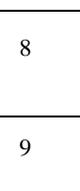
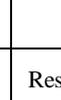
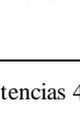
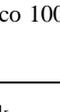
Para la construcción del circuito de control se necesita los elementos mencionados en la tabla en la tabla 8-3.

Tabla 8-3: Elementos utilizados en la construcción del circuito de control.

NO. DE ELEMENTO	DIBUJO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
1		Lamina baquelita PCB de 100x65 mm	1
2		Módulo Arduino Nano	1
3		Regulador de voltaje 7809	1

Fuente: Autores

Tabla 8-3: (Continuación) Elementos utilizados en la construcción del circuito de control.

NO. DE ELEMENTO	DIBUJO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
4		Regulador de voltaje 7812	1
5		Módulo de control del motor H L298	1
6		Transistor 2N3904	1
7		Transistor TIP 31	2
8		Capacitor Eléctrico 100 uf	2
9		Resistencias 4.7 k	3
10		Resistencias 10 k	3
11		Conector de 2 pines	2
12		Conector de 3 pines	1
13		Conector de bloque de terminales 2 posiciones	1
16		Conector de bloque de terminales 4 posiciones	1

Fuente: Autores

Para el modelado en Solidworks se genera y se importan los elementos desde la librería del software Proteus, para posteriormente ensamblar todos los elementos que conforman el circuito de control electrónico, además facilita el proceso de construcción.

Con los elementos seleccionados y con el diseño del circuito de control, se procede a construir el circuito, el cual se muestra en las gráficas 6-3 y 7-3.

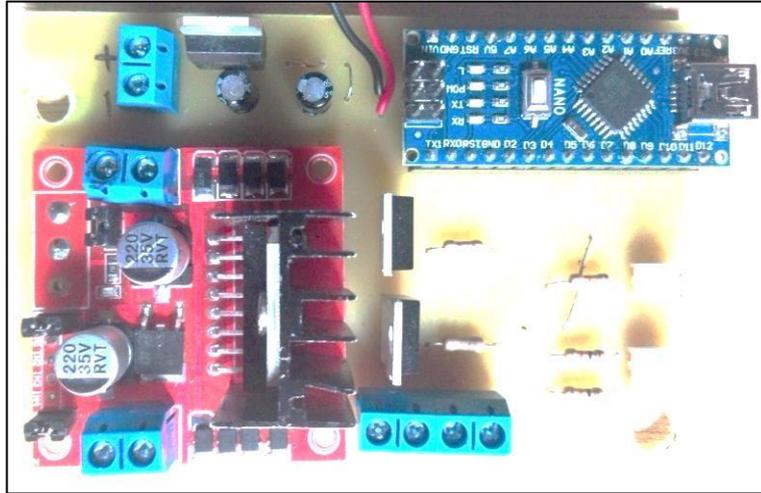


Figura 6-3: Circuito de control, vista superior.

Fuente: Autores

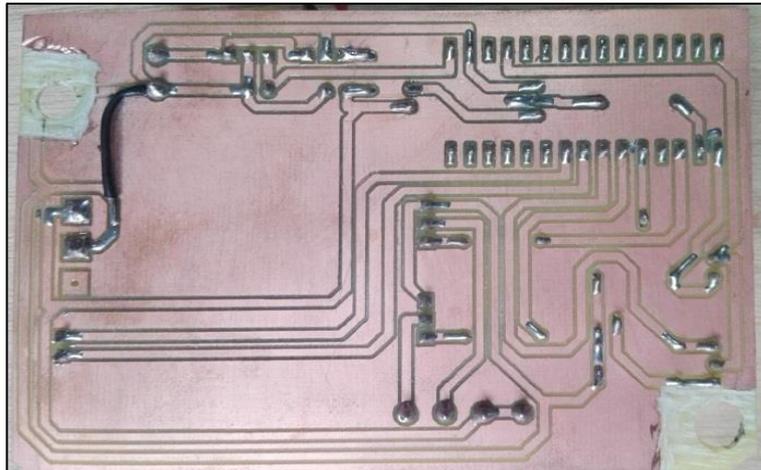


Figura 7-3: Circuito de control, vista inferior.

Fuente: Autores

3.3.3. *Modelado geométrico de los elementos del dispositivo*

El proceso de diseño se facilita gracias a la utilización de programas computacionales, en este caso el Solidworks, el cual cumple con las necesidades para el diseño. Para la construcción del prototipo se tienen identificados los elementos que se pueden y/o se fabrican en el mercado nacional y los que se importan, en donde las partes que se van a construir se diseñan. Las partes hechas en el mercado nacional y las importadas se modelan en 3D.

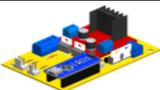
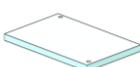
Como dato adicional se conoce que los elementos de unión: pernos, tornillos, tuercas y arandelas no se diseñan, ya que se encuentran normalizados en el mercado. Para el ensamble virtual se selecciona el elemento de unión requerido desde la librería de Solidworks.

Tabla 9-3: Denominación y cantidad de elementos del prototipo de “Disco Pare”.

N.º DE ELEMENTO	DIBUJO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1		Subconjunto base de la caja	1
2		Motorreductor	1
4		Tornillo cabeza avellanada de cruz M3x0.5x10	2
5		Tuerca hexagonal con arandela a presión 1/4"-20	1
6		Eje metálico	1
7		Soporte inferior del brazo	1
8		Brazo oscilante	1
9		Subconjunto Rótulo “Disco Pare”	1
10		Tapa del Rótulo “Disco Pare”	1
11		Tornillo cabeza avellanada plana M3.5x0.6x10	2
12		Tuerca hexagonal baja M3.5x0.6	2
13		Tornillo cabeza cilíndrica cruz M3.5x0.6x6	2

Fuente: Autores

Tabla 9-3: (Continuación) Denominación y cantidad de elementos del prototipo de “Disco Pare”.

N.º DE ELEMENTO	DIBUJO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
14		Arandela del eje metálico	1
15		Perno cabeza hexagonal interna M8x1.25x20	1
16		Caucho de la tapa	2
17		Caucho del eje motor	1
18		Tuerca hexagonal autoblocante	4
19		PCB Control	1
20		Aislante del circuito	1
21		Zumbador	1
22		Tapa de la caja	1
23		Adhesivo retroreflectivo frontal	1
24		Adhesivo retroreflectivo posterior	1
25		Luces led rojas	4
26		Tornillo cabeza avellanada plana M4x0.7x8	8
27		Tuerca hexagonal baja M4x0.7x8	8
28		Arandela simple 6x12	4

Fuente: Autores

El resultado final del modelo geométrico en software CAD Solidworks del prototipo de “Disco Pare” se detalla a continuación:

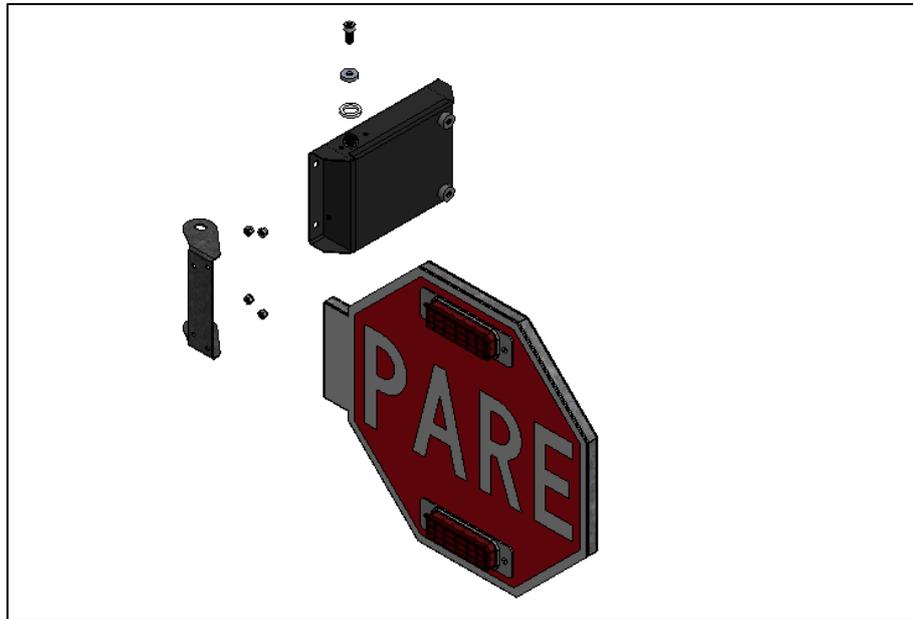


Figura 8-3: Despiece del prototipo de “Disco Pare”.

Fuente: Autores.



Figura 9-3: Prototipo “Disco Pare” en 3D.

Fuente: Autores

3.3.4. Cálculo de parámetros de corte y doblado

A continuación se procede a realizar el cálculo de los parámetros de corte y doblado, diseñados en el software CAD de las piezas en chapa metálica, que se puede producir en el país, además estos diseños deben cumplir con las dimensiones mencionadas en la Resolución No. 039-DIR-

2015-ANT. La finalidad de este proceso es facilitar la construcción de los elementos en chapa metálica del dispositivo.

A continuación se muestran los elementos que se van a analizar:

- Rótulo “Disco Pare”
- Base de la caja.
- Tapa de la caja.
- Brazo oscilante

3.3.4.1. Análisis de corte de la lámina o chapa metálica.

En este paso se determinan los parámetros para el respectivo corte de las partes que son construidas en chapa metálica. Para la selección del tipo de lámina metálica se realiza un análisis de su existencia en el mercado nacional, del espesor y de las propiedades mecánicas. Para este trabajo se utiliza una lámina metálica de acero galvanizado ASTM A653 con un espesor de 0.9, 1.5 y 2 mm.

Análisis de corte

Los parámetros importantes en el corte de una lámina metálica son el espacio entre el punzón y el troquel, el espesor del material, longitud de corte, el tipo del material y su resistencia. El espacio es la distancia entre el punzón y el troquel, el cual depende del tipo de lámina y su espesor. (GROOVER, 2007, pág. 443)

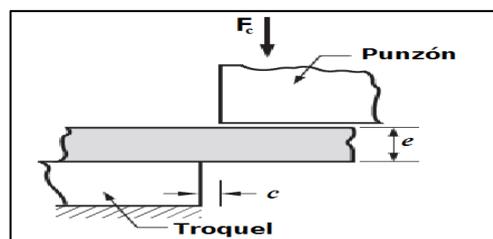


Figura 10-3: Distancia entre el punzón y el troquel.

Fuente: (GROOVER, 2007)

El espacio que se recomienda entre el punzón y el troquel, se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$c = A_c \cdot t \quad (3)$$

Dónde:

c = Espacio entre el punzón y el troquel.

A_c = Tolerancia del espacio.

e = Espesor.

La tolerancia del espacio de corte se determina según el tipo del material, el cual se indica en la tabla 10-3.

Tabla 10-3: Valor de las tolerancias para los tres grupos de láminas metálicas.

Grupo metálico	A_c
Aleaciones de aluminio 1100S y 5052S, todos los temple.	0.045
Aleaciones de aluminio 2024ST y 6061ST; latón, todos los temple, acero suave laminado en frío, acero inoxidable frío.	0.060
Acero laminado en frío, dureza media; acero inoxidable, dureza media y alta.	0.075

Fuente: (GROOVER, 2007, pág. 445)

Las operaciones de corte que se utiliza para cortar el rótulo “Disco Pare”, base y tapa de la caja es el cizallado y para el brazo oscilante es el punzonado.

En la operación de punzonado, para definir la distancia entre el punzón y el troquel c se utiliza la ecuación 3 y la tolerancia de corte para láminas metálicas de 0.075. Además se conoce que el espesor del brazo es de 2 mm.

Datos para el cálculo:

$$A_c = 0.075$$

$$e = 2 \text{ mm}$$

Desarrollo:

$$c = 0.075 (2 \text{ mm}) = 0.15 \text{ mm}$$

Con los datos mencionados se obtiene c , con lo cual se estima que la distancia entre el punzón y el troquel para el corte del brazo oscilante es de 0,15 mm.

Fuerza de corte

Es necesario estimar la fuerza de corte, porque ésta determina la maquina adecuada para el trabajo. (GROOVER, 2007, pág. 444)

$$F_c = S_y \cdot e \cdot p \quad (4)$$

Dónde:

F_c = Fuerza de corte (N)

p = Perímetro (mm)

S_y = Resistencia al corte (MPa)

e = Espesor (mm)

Si se desconoce la resistencia al corte, se puede estimar la fuerza de corte mediante el uso de la resistencia a la tensión, en la siguiente fórmula: (GROOVER, 2007, pág. 445)

$$F_c = 0,7 \cdot \sigma \cdot S_y \cdot e \cdot L \cdot p \quad (5)$$

Dónde:

σ = Resistencia última a la tensión (MPa).

El único proceso de corte en donde se utiliza la operación de punzonado, es para cortar los agujeros mostrados en la figura 11-3.

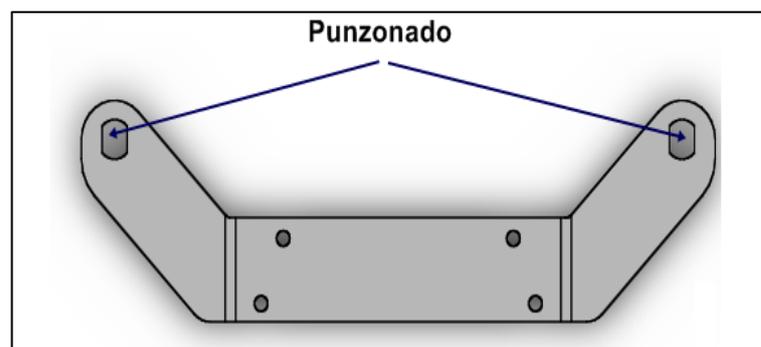


Figura 11-3: Vista superior del brazo desplegado.

Fuente: Autores.

Para calcular la fuerza de corte F_c , se utiliza la ecuación 4 con los siguientes datos: $p = 45,94$ mm; $S_y = 313,6$ MPa; y $e = 2$ mm.

$$F_c = S_y \cdot e \cdot p$$

$$F_c = 313.6 \frac{N}{mm^2} \cdot (2mm) \cdot (45.94 mm)$$

$$F_c = 28.8 KN$$

Al realizar los cálculos se obtiene que para el corte de cada agujero se necesita una fuerza de corte de 28.8 KN.

3.3.4.2. Análisis de doblado

El doblado es una de las operaciones industriales de formado más comunes que se encuentra en el mercado, más aun con el doblado proporciona rigidez a la pieza al aumentar su momento de inercia. (KALPAKJIAN & SCHMID, 2008, págs. 440-441)

Tolerancia de doblado

La holgura o tolerancia de doblado (A_b) es la longitud del eje neutro en el doblado y se utiliza para determinar la longitud de la lámina en bruto de la pieza que se va a doblar. (KALPAKJIAN & SCHMID, 2008, pág. 441)

En este paso se realiza el cálculo de la longitud total deducido para el corte de la chapa metálica de cada elemento, esto para un ajuste correcto al final del proceso de doblado.

Para realizar el cálculo de la tolerancia de doblado se utiliza la siguiente fórmula:

$$A_b = 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} (r + K \cdot e) \quad (6)$$

Dónde:

A_b = Tolerancia de doblado (mm).

α = Angulo de doblado en grados.

r = Radio de doblado (mm).

K = Factor de estirado.

e = Espesor de la chapa (mm).

Fibra neutra de la lámina metálica

Al realizar un trabajo de doblado en una chapa metálica, el radio de doblado está sometido a dos esfuerzos, estos son tracción y compresión, en la cual la lámina que separa estas dos secciones es la fibra neutra. Esta fibra no sufre esfuerzos por ello será igual tanto a la lámina con o sin

pliegues. Para el doblado de chapas metálicas es importante conocer la ubicación de la fibra neutra, con esto se evita el desperdicio del material.

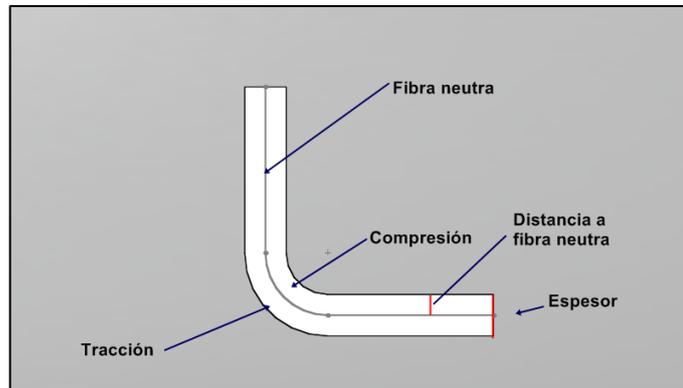


Figura 12-3: Elementos a considerar en una chapa metálica.

Fuente: Autores

Factor de estirado K

El factor K es la distancia desde el interior del doblado hasta la fibra neutra, y se representa en fracción entre 0 y 1, en donde cuanto menor sea el valor de éste factor, más cerca estará de la fibra neutra. (ROLLERI, 2017)

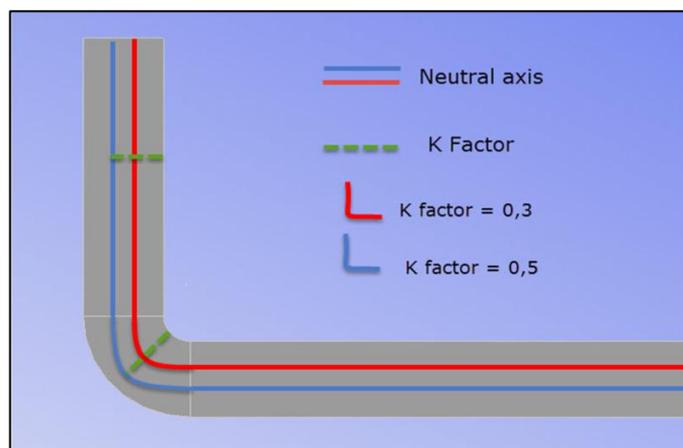


Figura 13-3: Ubicación de fibra neutra.

Fuente: (ROLLERI, 2017)

Los valores de diseño que se recomienda para estimar el factor de estirado son:

Si $r < 2e$, $K = 0.33$; y si $r \geq 2e$, $K = 0.50$. (GROOVER, 2007, pág. 449)

El factor K se puede introducir para el diseño de elementos en chapa metálica mediante el software CAD Solidworks como se indica en la siguiente figura:

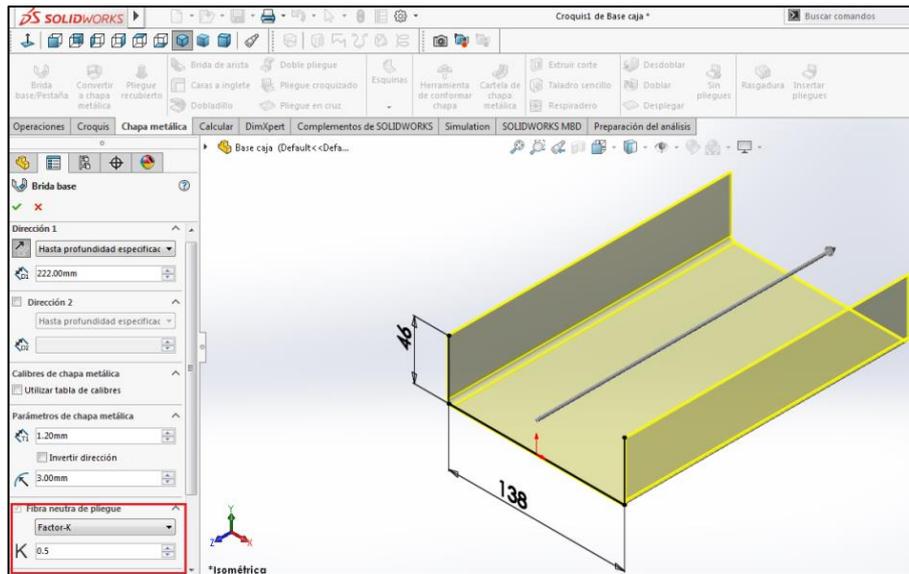


Figura 14-3: Factor de estirado K, en Solidworks.

Fuente: Autores

A continuación se realiza el cálculo de la longitud total deducido para el corte de cada elemento construido en chapa metálica, esto para un ajuste correcto al final del proceso de doblado. Para el cálculo de la tolerancia de cada elemento se utiliza la ecuación 6.

Cálculo de tolerancia de doblado para la base

Para determinar la longitud total de corte de la base se realiza un cálculo de la tolerancia de corte en donde el valor de $K = 0.5$, esto porque cumple con la condición $r \geq 2e$. Además se utiliza los datos que se indica en la siguiente figura:

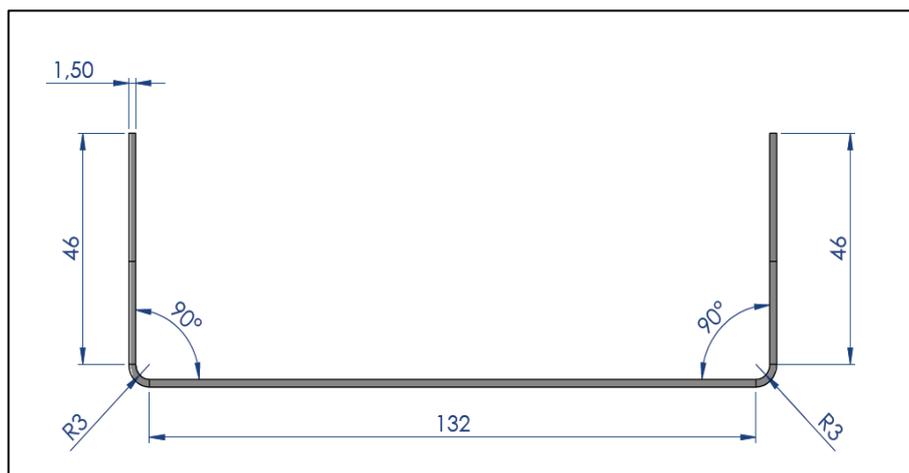


Figura 15-3: Dimensiones de la vista frontal de la base.

Fuente: Autores

$$A_{b1} = 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} (r + K \cdot e)$$

$$A_{b1} = 2\pi \cdot \frac{90^\circ}{360^\circ} (3 + 0.5(1.5))$$

$$A_{b1} = 5.9 \text{ mm}$$

La longitud lateral necesaria para la base de la caja es:

$$L_1 = 46 + 5.9 + 132 + 5.9 + 46$$

$$L_1 = 235.8 \text{ mm}$$

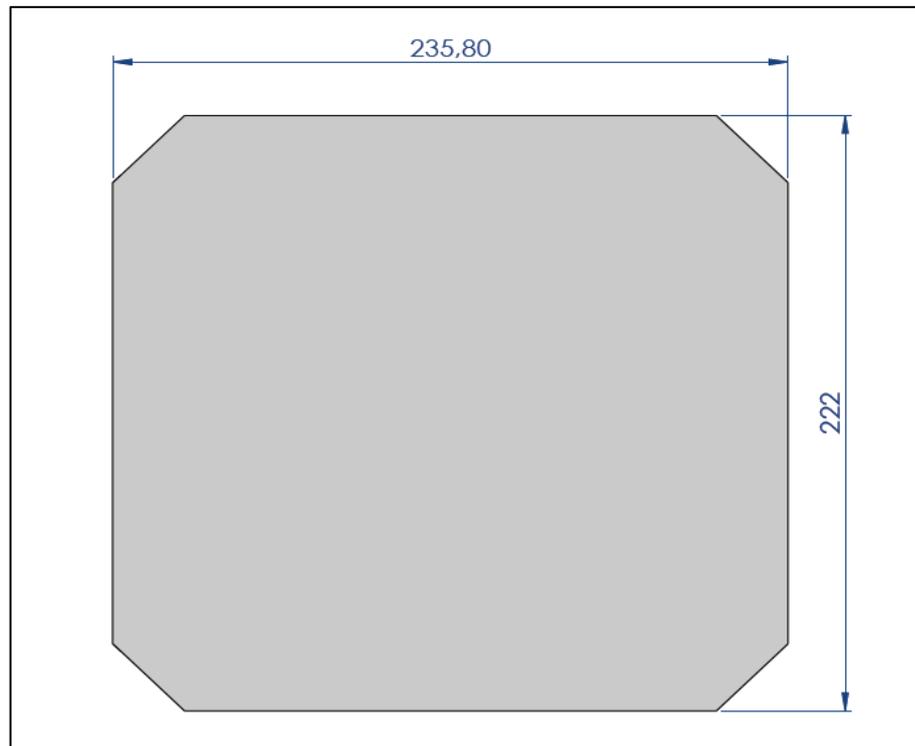


Figura 16-3: Dimensiones de corte para la base.

Fuente: Autores

Cálculo de tolerancia de doblado para la tapa

Para el proceso de doblado de este elemento se necesita dos pasos de doblado una con un ángulo recto de 90° y otra con un ángulo de 92° .

Para determinar la longitud uno de la tapa se toma como referencia la figura 17-3 y se realiza un cálculo de la tolerancia de corte en donde el valor de $K = 0.5$, esto porque cumple con la condición $r \geq 2e$, el espesor de la chapa es 1.5mm y el radio de doblado es 3 mm.

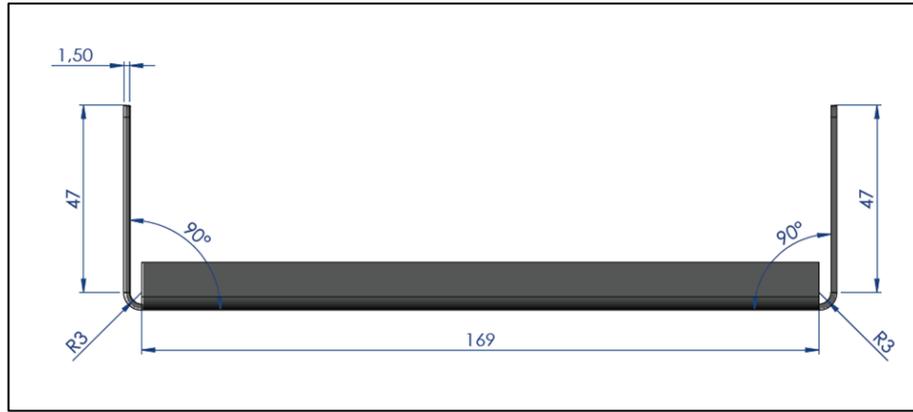


Figura 17-3: Dimensiones de la tapa, vista frontal.

Fuente: Autores

$$A_{b2} = 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} (r + K \cdot e)$$

$$A_{b2} = 2\pi \cdot \frac{90^\circ}{360^\circ} (3 + 0.5(1.5))$$

$$A_{b2} = 5.9 \text{ mm}$$

Además, en la misma tapa es necesario el cálculo del doblado lateral el cual se indica en la figura 18-3. En este proceso el valor de $K= 0.33$, esto porque cumple con la condición si $r < 2e$, el radio $r = 2 \text{ mm}$ y el espesor $e = 1.5 \text{ mm}$.

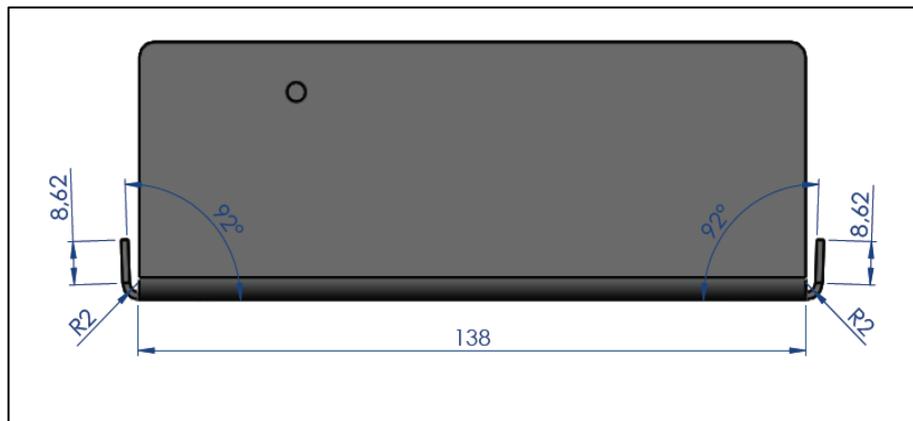


Figura 18-3: Dimensiones de la tapa, vista lateral.

Fuente: Autores

$$A_{b3} = 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} (r + K \cdot e)$$

$$A_{b3} = 2\pi \cdot \frac{92^\circ}{360^\circ} (2 + 0.33(1.5))$$

$$A_{b3} = 4 \text{ mm}$$

La longitud total necesaria para la tapa de la caja es:

$$L_2 = 47 + 5.9 + 169 + 5.9 + 47$$

$$L_2 = 274.88 \text{ mm}$$

$$L_3 = 8.62 + 4 + 138 + 4 + 8.62$$

$$L_3 = 163.24 \text{ mm}$$

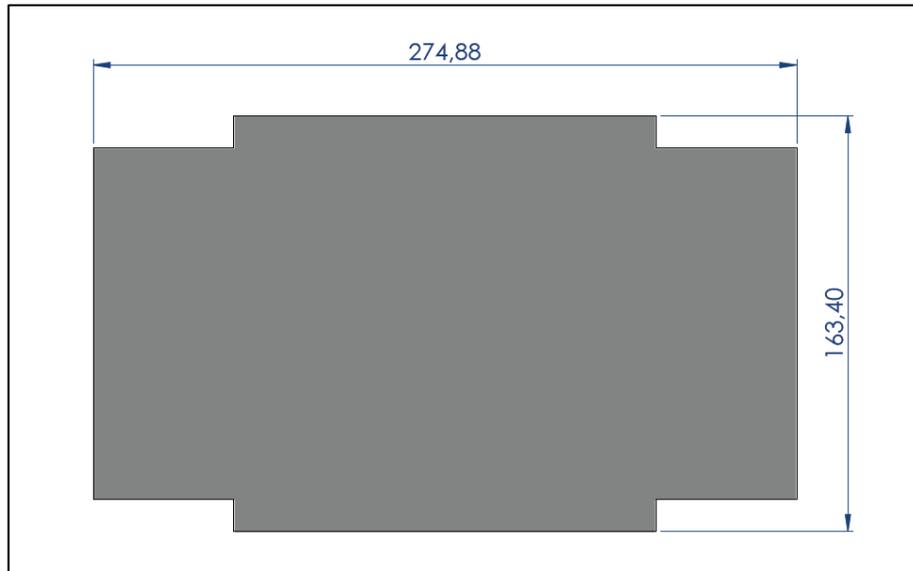


Figura 19-3: Dimensiones de corte de la tapa.

Fuente: Autores

Cálculo de tolerancia de doblado del rótulo “Disco Pare”

Para el proceso de doblado de este elemento se necesita varios pasos de doblado cada una con un ángulo recto de 90° . Las dimensiones de corte del hexágono se toma como referencia la figura 20-3 y se realiza un cálculo de la tolerancia de corte en donde el valor de $K= 0.33$, esto porque cumple con la condición $r < 2e$, además el espesor de la chapa es 0.9 mm.

Al realizar los cálculos, se obtiene:

$$A_{b4} = 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} (r + K \cdot e)$$

$$A_{b4} = 2\pi \cdot \frac{90^\circ}{360^\circ} (1 + 0.33(0.9))$$

$$A_{b4} = 2 \text{ mm}$$

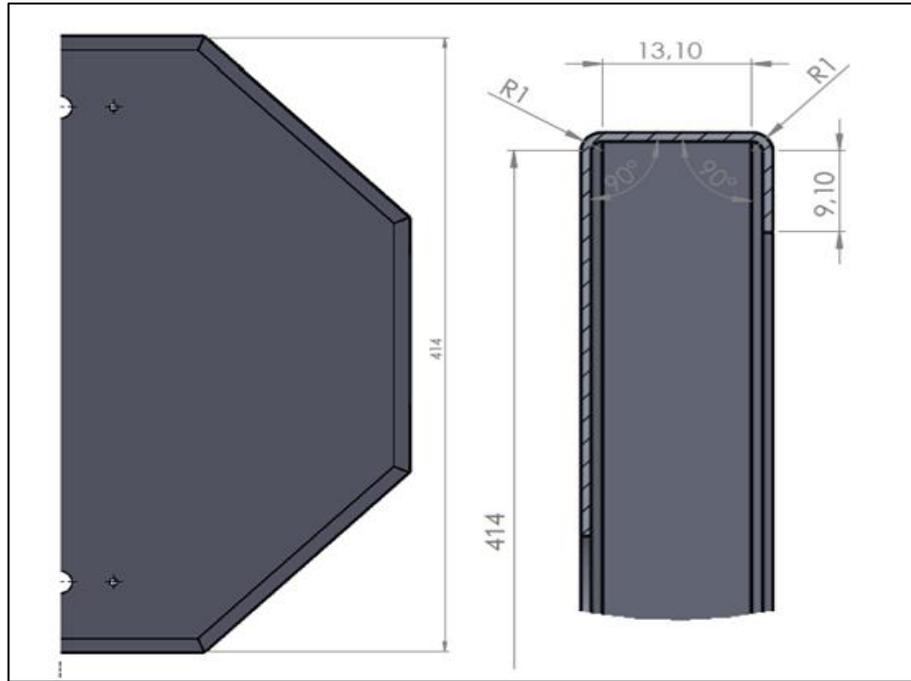


Figura 20-3: Dimensiones en vista detallada del Rótulo “Disco Pare”.

Fuente: Autores

Las dimensiones para cortar la chapa para el rótulo “Disco Pare” es:

$$L_4 = 414 + 2(2 + 13.1 + 2 + 9.1)$$

$$L_4 = 466.4 \text{ mm}$$

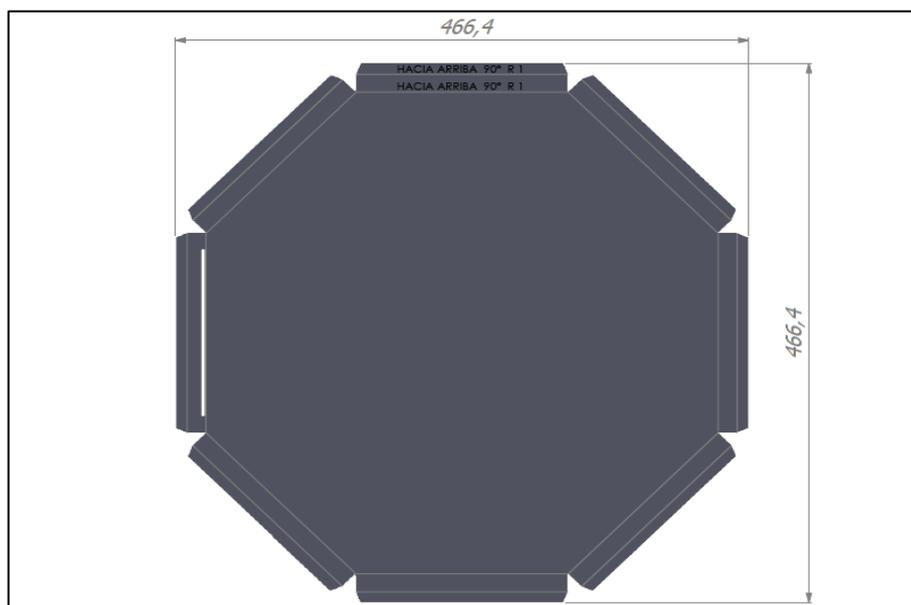


Figura 21-3: Dimensiones del rótulo “Disco Pare”.

Fuente: Autores

Cálculo de tolerancia de doblado del brazo oscilante

Para determinar las dimensiones de corte para el brazo se toma como referencia la figura 22-3, donde el valor de $K = 0.33$, esto porque cumple con la condición $r < 2e$.

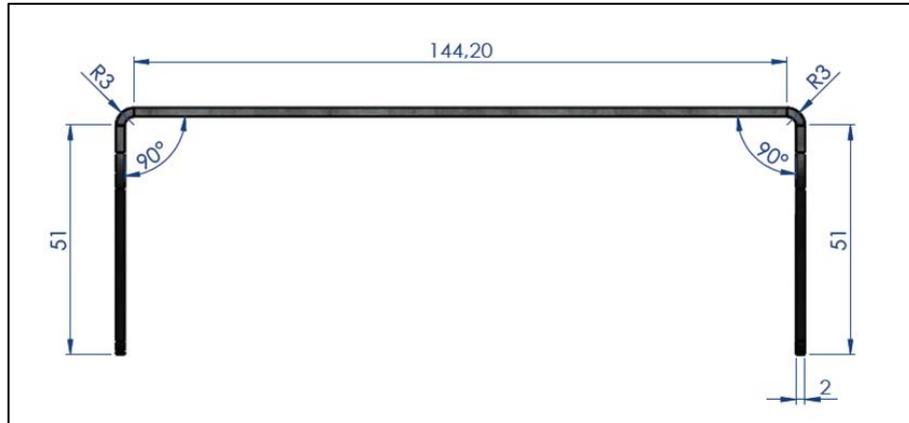


Figura 22-3: Dimensiones del brazo.

Fuente: Autores

$$A_{b5} = 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} (r + K \cdot e)$$

$$A_{b5} = 2\pi \cdot \frac{90^\circ}{360^\circ} (3 + 0.33(2))$$

$$A_{b5} = 5.7 \text{ mm}$$

Las dimensiones para cortar la chapa para el brazo oscilante es:

$$L_5 = 51 + 5.7 + 145 + 5.7 + 51$$

$$L_5 = 258.4 \text{ mm}$$

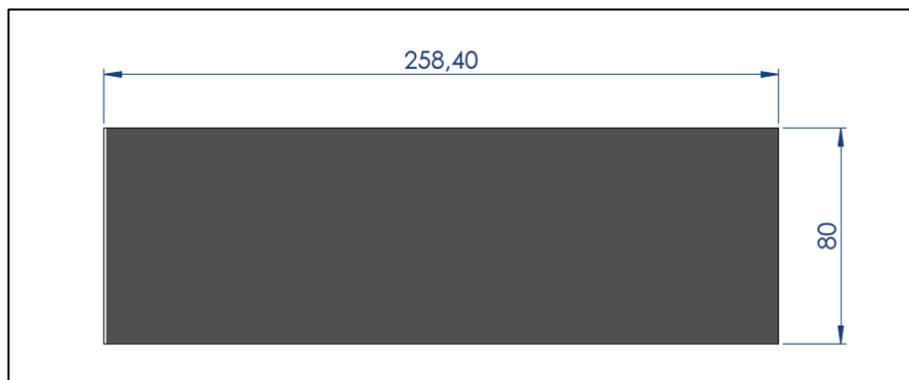


Figura 23-3: Dimensiones de corte para el brazo oscilante.

Fuente: Autores

Fuerza de doblado

Es la fuerza necesaria para realizar el doblado de la chapa, en donde se puede estimar la fuerza de doblado para planchas con un proceso de doblado simple. (KALPAKJIAN & SCHMID, 2008, pág. 445)

Para este trabajo se utilizara una dobladora manual, por lo que no es necesaria determinar la fuerza de doblado.

3.4. Desagregación tecnológica.

Para realizar la construcción del prototipo se realiza el despiece del dispositivo importado, desde este punto se empieza un análisis detallado de las partes y piezas que lo conforma para realizar la construcción y la desagregación tecnológica.



Figura 24-3: Despiece del “Disco Pare” abatible.

Fuente: Autores

3.4.1. Construcción del prototipo.

La construcción de las partes y piezas se realiza bajo los parámetros mencionados y encontrados en los capítulos anteriores, además se realizan controles en los distintos procesos basándose en las características y especificaciones establecidas en la Resolución No. 039-DIR-2015-ANT y la norma IP-54.

3.4.1.1. Construcción del Rótulo

La construcción del rótulo “Disco Pare” se realiza según los parámetros de diseño analizados anteriormente. El material para el rótulo es una chapa metálica de acero galvanizado de 0.9 mm de espesor, esto para reducir el peso. Además el acero galvanizado tiene propiedades que

protegen al acero contra la corrosión, ya que este elemento estará bajo diferentes condiciones ambientales.



Figura 25-3: Construcción del rótulo “Disco Pare”.

Fuente: Autores

3.4.1.2. *Construcción de base y tapa de la caja*

La construcción de la base y tapa del dispositivo se realiza también en chapa de acero galvanizado de 1.5 mm de espesor.



Figura 26-3: Base de la caja del dispositivo.

Fuente: Autores



Figura 27-3: Tapa de la caja del dispositivo.

Fuente: Autores

3.4.1.3. *Construcción del brazo oscilante*

Para la construcción del brazo oscilante, se escoge una lámina de acero galvanizado de 2 mm de espesor.



Figura 28-3: Brazo oscilante.

Fuente: Autores

3.4.1.4. *Construcción de otras partes y piezas*



Figura 29-3: Eje y arandela del brazo oscilante,

Fuente: Autores



Figura 30-3: Soporte inferior del brazo.

Fuente: Autores



Figura 31-3: Caucho para el eje y la tapa.

Fuente: Autores

3.4.1.5. *Ensamblado de las partes y piezas antes del pintado*

Como paso anterior del proceso de pintado se realiza un ensamble del sistema mecánico, esto con el fin de comprobar el ensamblaje correcto de sus elementos.

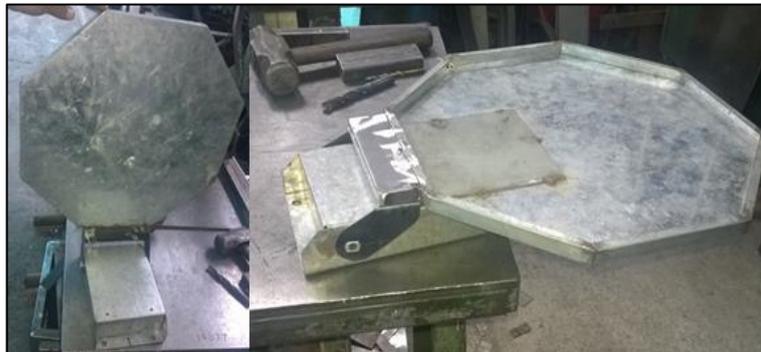


Figura 32-3: Verificación del ensamble mecánico.

Fuente: Autores

3.4.1.6. *Pintado de las partes construidas en chapa metálica*

Luego de realizar la prueba de ensamblado se procede a realizar el proceso de pintado, para ello se utiliza el proceso de pintado electrostático y secado al horno, el trabajo finalizado se muestra a continuación en la figura 33-3.



Figura 33-3: Elementos mecánicos luego del pintado.

Fuente: Autores

3.4.1.7. *Selección de accesorios para el prototipo*

Adhesivos de la señal “PARE”

El adhesivo retroreflectivo debe cumplir con los parámetros establecidos en la resolución No. 039-DIR-2015-ANT.



Figura 34-3: Adhesivos de la señal PARE.

Fuente: Autores

Selección de luces



Figura 35-3: Luces leds rojas.

Fuente: Autores

3.4.1.8. *Ensamblado del prototipo*



Figura 36-3: Instalación de luces y colocación de adhesivos.

Fuente: Autores



Figura 37-3: Sellado del rótulo “Disco Pare”.

Fuente: Autores

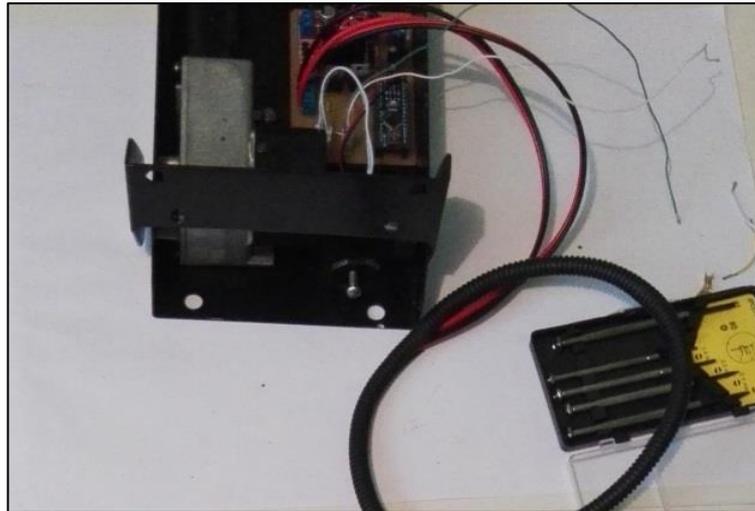


Figura 38-3: Ensamblado del conjunto de la caja.

Fuente: Autores



Figura 39-3: Ensamblado del prototipo “Disco Pare”.

Fuente: Autores

3.4.1.9. Máquinas y herramientas utilizadas

Para el uso correcto de las máquinas y herramientas de establecer un procedimiento de uso para cada una de ellos, esto con el fin de garantizar la seguridad del personal y garantizar la calidad de cada tarea (ver Anexo C).



Figura 40-3: Máquina de Cizallar.

Fuente: Autores



Figura 41-3: Proceso de enroscado.

Fuente: Autores



Figura 42-3: Máquina de plegar.

Fuente: Autores



Figura 43-3: Máquina de soldar.

Fuente: Autores



Figura 44-3: Amoladora y/o pulidora.

Fuente: Autores

3.5. Metodología de desagregación tecnológica.

El instituto nacional de contratación pública “INCOP” mediante la resolución 095 establece la metodología y verificación del cumplimiento de los resultados de la desagregación tecnológica que se deberán llevar a cabo en el presente proyecto.

3.5.1. Procedimiento metrológico

La realización de la desagregación tecnológica para la ejecución de obras cuyo monto sea igual o superior al presupuesto referencial para licitaciones de obras, comprende la ejecución de las siguientes etapas fundamentales:

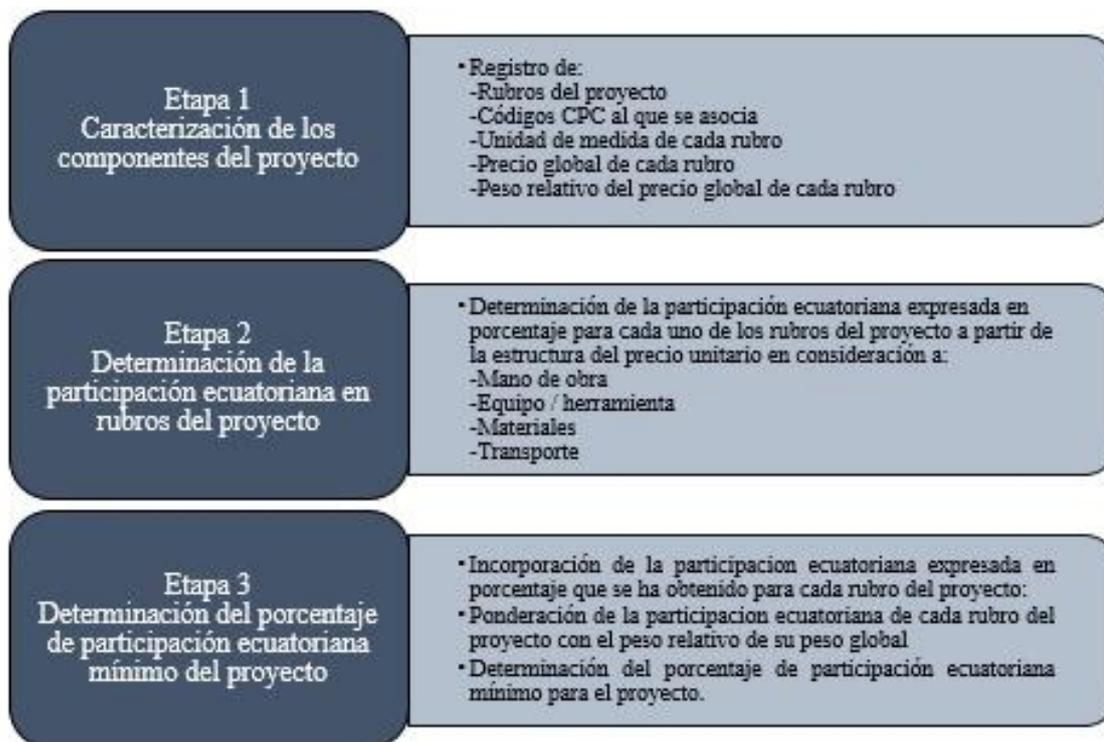


Gráfico 5-3: Procedimiento metodológico.

Fuente: (INCOP, 2013, pág. 06)

3.5.2. *Formulación metodológica*

3.5.2.1. *Etapa 1. Caracterización de los componentes del proyecto.*

La información primaria a partir de la cual se desarrolla esta etapa es el presupuesto referencial del proyecto, originado en los estudios de diseño e ingeniería definitivos. (INCOP, 2013, pág. 07)

Este aspecto tiene vital importancia no solamente para el análisis de desagregación tecnológica sino para su posterior ejecución. De carecerse de esta información o en la eventualidad de que su calidad y precisión no estuvieren garantizados, los resultados a obtenerse no podrán materializarse y en consecuencia, no se cumplirá el objetivo previsto por la LOSNCP. (INCOP, 2013, pág. 07)

A los efectos de la metodología, los componentes no son otra cosa que todos y cada uno de los rubros que conforman el presupuesto y el resultado ha determinarse en esta etapa será el establecimiento del peso relativo de cada uno de ellos y, cuya sumatoria deberá ser equivalente al 100%. Complementariamente se habrá categorizado cada uno de los rubros de acuerdo al código CPC. (INCOP, 2013, pág. 07)

3.5.2.2. *Etapa 2. Determinación de la participación ecuatoriana de los rubros del proyecto.*

La determinación de la participación ecuatoriana de cada uno de los rubros se expresará en porcentaje de su precio unitario. (INCOP, 2013, pág. 07)

Si se considera que el “Análisis de Precios Unitarios” no es otra cosa que el desglose detallado de todos los elementos de costo involucrados para la ejecución de una unidad de medida de un rubro en particular, queda claro que este es el insumo fundamental para cuantificar el componente ecuatoriano que tiene; su Valor Agregado Ecuatoriano. (INCOP, 2013, pág. 07)

El formulario No.4 del modelo de pliegos de uso obligatorio elaborado por el INCOP establece la estructura general del “Análisis de Precios Unitarios” tal como se muestra en la figura a continuación:

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: _____		Descripción: _____		Unidad: _____	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
SUBTOTAL M					
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
SUBTOTAL N					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	$C=A*B$	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					
INDIRECTOS %					
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR OFERTADO					

Figura 45-3: Análisis de precios unitarios (Etapa 2).

Fuente: Autores.

Del formulario precedente se desprende que existen cuatro componentes fundamentales que hacen la estructura del costo para la ejecución de una unidad de un determinado rubro de obra: Equipos, Mano de Obra, Materiales y Transporte; tal estructura responde plenamente a la definición de Valor Agregado Ecuatoriano señalado anteriormente y en tal razón es aplicable para su determinación. (INCOP, 2013, pág. 08)

Cada componente en la estructura del costo está compuesta por diferentes elementos de acuerdo con la naturaleza del rubro; la metodología propone que, para establecer el Valor Agregado Ecuatoriano del rubro, será necesario hacerlo previamente para cada uno de los componentes y sus elementos de acuerdo con lo señalado en el siguiente diagrama:

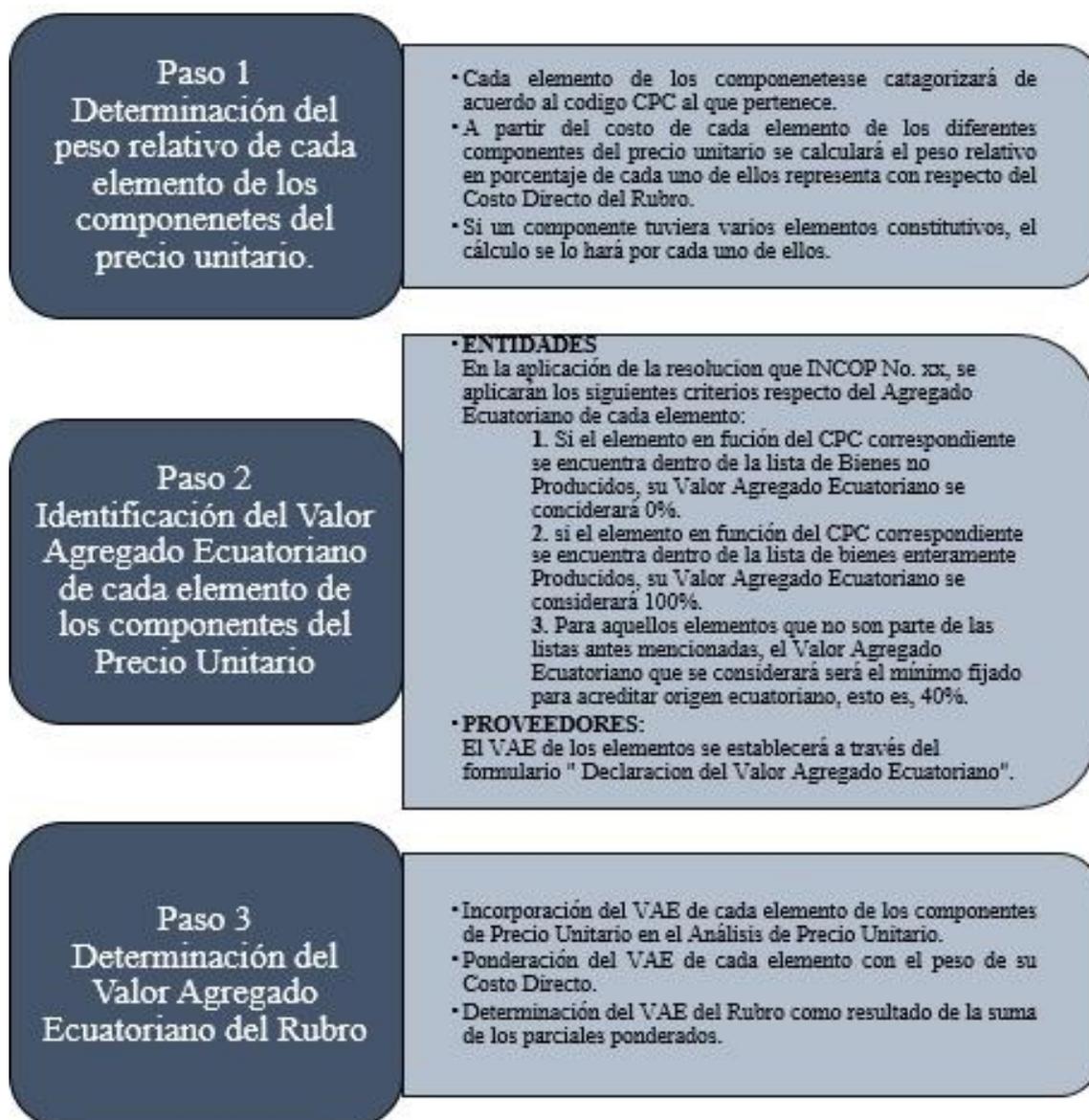


Gráfico 6-3: Estructura del costo.

Fuente: Autores.

La aplicación de los pasos señalados se evidencia en el formulario que se presenta a continuación:

ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO						DETERMINACIÓN DEL VAE del Rubro				
Rubro: _____						Unidad: _____				
EQUIPOS						Peso Relativo Elemento (%)	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) Elemento
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	(PRT = Td / Q)	?	?	Vi (%)	VAEi = PRT*Vi (%)
T	A	B	C=A*B	R	D=C*R (Td)					
SUBTOTAL M										
MANO DE OBRA						Peso Relativo Elemento (%)	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) Elemento
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	(PRX = Xd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEx = PRX*Vi (%)
X	A	B	C=A*B	R	D=C*R (Xd)					
SUBTOTAL N										
MATERIALES						Peso Relativo Elemento (%)	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) Elemento
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		(PRY = Yd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEy = PRY*Vi (%)
Y		A	B	C=A*B (Yd)						
SUBTOTAL O										
TRANSPORTE						Peso Relativo Elemento (%)	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) Elemento
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		(PRZ = Zd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEz = PRZ*Vi (%)
Z		A	B	C=A*B (Zd)						
SUBTOTAL P										
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					(Q)	$\sum \square \square \square =$ $\square \square \square \%$	$\square \square \square \square \square$ $= \sum \square \square \square \square$			
INDIRECTOS %										
UTILIDAD %										
COSTO TOTAL DEL RUBRO										
PRECIO OFERTADO										

Figura 46-3: Análisis del precio unitario y determinación de VAE del Rubro.

Fuente: Autores.

Terminología:

PRi: Peso Relativo del elemento i

EP: Elemento Enteramente Producido

NP: Elemento No Producido

ND: Elemento que no hace parte de las listas anteriores.

3.5.2.3. Etapa 3. Determinación del Porcentaje de Participación Ecuatoriana Mínimo del Proyecto

En el formulario principal –Presupuesto–:

- Se registra el VAE de cada rubro del proyecto
- Se procede a la ponderación del VAE de cada rubro de su peso relativo en relación al Presupuesto Total.

Descripción del rubro	Cantidad	Precio Unitario del rubro (\$)	Precio Global del rubro (\$)	Peso Relativo del rubro (%)	Agregado Ecuatoriano del rubro (%)	Agregado Ecuatoriano Ponderado (%)
Rubro 1	A1	B1	$G1 = A1 \cdot B1$	$R1 = G1 / M$	VAE1	$AEP1 = R1 \cdot VAE1$
Rubro 2	A2	B2	$G2 = A2 \cdot B2$	$R2 = G2 / M$	VAE2	$AEP2 = R2 \cdot VAE2$
Rubro 3	A3	B3	$G3 = A3 \cdot B3$	$R3 = G3 / M$	VAE3	$AEP3 = R3 \cdot VAE3$
-----	---	---	---	---	---	---
-----	---	---	---	---	---	---
-----	---	---	---	---	---	---
Rubro n	An	Bn	$Gn = An \cdot Bn$	$Rn = Gn / M$	VAEn	$AEPn = Rn \cdot VAEn$
M: Monto del proyecto PPNM (%): Porcentaje de Participación Nacional Mínimo			$\sum G_i =$ \square	$\sum R_i =$ $\square \square \square \%$		$\square \square \square \square (\%)$ $= \sum \square \square \square \square$

Figura 47-3: Formulario principal de Presupuesto.

Fuente: Autores.

El Porcentaje de Participación Ecuatoriana Mínimo del Proyecto será el resultante de la sumatoria de los Valores Agregados calculados de cada uno de los Rubros mencionados en el proyecto.

3.5.3. Análisis de Rubros

En la siguiente tabla se muestra una lista de los rubros pertenecientes a un “Disco Pare” abatible utilizado en vehículos de transporte escolar e institucional con procedencia China, del cual se han desglosado los rubros que conforman el dispositivo, además se encontró una gran cantidad de materiales que pueden ser sustituidos por elementos de fabricación nacional que cumplen el mismo funcionamiento y cuentan con servicio postventa, mantenimiento, garantía técnica, repuestos, etc.

Posteriormente se realizará el cálculo de precios unitarios para cada uno de los rubros presentados en la tabla 11-3, y obtener una lista de: equipos, materiales, mano de obra y transporte utilizados, con lo cual podemos avanzar al cálculo de la desagregación tecnológica del prototipo.

Tabla 11-3: Listado de rubros del dispositivo

Ítem	Descripción del Rubro	Cantidad	Unidades	Precio Unitario	Precio Total
1	Sistema eléctrico con microcontrolador Arduino	1.00	u	180.99	180.99
2	Rotulo "Disco Pare"	1.00	u	27.16	27.16
3	Soporte inferior del brazo de plástico	1.00	u	5.52	5.52
4	Caja metálica	1.00	u	29.84	29.84
5	Eje metálico	1.00	u	1.39	1.39
6	Pintura	2.00	u	7.84	15.68
7	Adhesivo retroreflectivo	1.00	u	20.00	20.00
8	Brazo oscilante	1.00	u	6.81	6.81
9	Tapa del rótulo "Disco Pare"	0.85	m2	13.90	11.82
10	Ensamblaje final	1.00	u	4.44	4.44
TOTAL					303.64

Fuente: Autores

Para el análisis de los precios unitarios se ha tomado como rendimiento igual al 90% para todos los rubros.

Tabla 12-3: Precio unitario Sistema eléctrico con microcontrolador Arduino.

HOJA 1 DE 10					
RUBRO					
Sistema eléctrico con microcontrolador Arduino			UNIDAD	u	
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	C=A*B
Equipo computacional	4.00	0.50	2.00	0.90	1.80
SUBTO TAL M					1.80
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Programador y diseñador electrónico	5.00	3.00	15.00	0.90	13.50
Asistente de diseño electrónico	5.00	2.75	13.75	0.90	12.38
SUBTO TAL N					25.88
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
Microcontrolador y KIT electrónico		u	1.00	35.00	35.00
Luces led rojas		u	4.00	7.00	28.00
Cable eléctrico		m	5.00	0.40	2.00
Motorreductor		u	1.00	50.00	50.00
Tubo flexible corrugado		m	1.00	1.40	1.40
Tubo termoretráctil		m	0.15	4.00	0.60
Bridas de nylon		u	4.00	0.03	0.12
SUBTO TAL O					117.12
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTO TAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					144.80
INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)					36.20
OTROS COSTOS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					180.99
PRECIO OFERTADO					180.99

Fuente: Autores

Tabla 13-3: Precio unitario Rotulo “Disco Pare”.

HOJA 2 DE 10					
RUBRO					
Rotulo “Disco Pare”				UNIDAD	u
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	C=A*B
Soldadora MIG	3.00	1.75	5.25	0.90	4.73
Amoladora - pulidora	2.00	0.50	1.00	0.90	0.90
Máquina de plegar para chapas	1.00	2.00	2.00	0.90	1.80
Máquina para cizallar	1.00	1.50	1.50	0.90	1.35
Taladro	0.50	0.50	0.25	0.90	0.23
SUBTO TAL M					9.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Jefe del sector metalmecánica	0.50	3.00	1.50	0.90	1.35
Técnico soldador	1.00	2.75	2.75	0.90	2.48
Ayudante del sector metalmecánica	1.00	2.35	2.35	0.90	2.12
SUBTO TAL N					5.94
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
Plancha galvanizada 0.9mm		Plancha	0.17	19.00	3.17
Alambre MIG/MAG		m	0.10	0.60	0.06
Plancha Acero 2mm		m2	0.04	49.00	1.96
Pernos 1/4 acero		u	4.00	0.40	1.60
SUBTO TAL O					6.79
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTO TAL P					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				21.73
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)				5.43
	OTROS COSTOS INDIRECTOS %				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				27.16
	PRECIO OFERTADO				27.16

Fuente: Autores

Tabla 14-3: Precio unitario Soporte inferior del brazo de plástico.

HOJA 3 DE 10					
RUBRO					
Soporte inferior del brazo de plástico				UNIDAD	u
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	C=A*B
Equipo computacional	0.25	2.00	0.500	0.90	0.45
Impresora 3D	0.75	1.50	1.13	0.90	1.01
SUBTOTAL M					1.46
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Programador y diseñador electrónico	1.00	3.00	3	0.9	2.70
SUBTOTAL N					2.70
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
Plástico ABS		m	1.00	0.25	0.25
SUBTOTAL O					0.25
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				4.41
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)				1.10
	OTROS COSTOS INDIRECTOS %				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				5.52
	PRECIO OFERTADO				5.52

Fuente: Autores

Tabla 15-3: Precio unitario Caja metálica.

HOJA 4 DE 10					
RUBRO					
Caja metálica				UNIDAD	u
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	C=A*B
Soldadora MIG	2.00	1.75	3.50	0.90	3.15
Amoladora - pulidora	1.00	1.75	1.75	0.90	1.58
Máquina de plegar para chapas	0.50	0.50	0.25	0.90	0.23
Máquina para cizallar	0.25	2.00	0.50	0.90	0.45
Taladro	0.50	1.50	0.75	0.90	0.68
Machuelo y portaherramienta	1.00	0.50	0.50	0.90	0.45
SUBTO TAL M					6.53
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Jefe del sector metalmecánica	0.50	3.00	1.50	0.90	1.35
Técnico soldador	2.00	2.75	5.50	0.90	4.95
Ayudante del sector metalmecánica	2.00	2.35	4.70	0.90	4.23
SUBTO TAL N					10.53
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
Plancha galvanizada 1.5mm		Plancha	0.13	37.00	4.63
Alambre MIG/MAG		m	0.10	0.60	0.06
Pernos 1/4 acero		u	4.00	0.40	1.60
Pernos 5/16 acero		u	1.00	0.50	0.50
Platina 3/4		m	0.05	0.70	0.04
SUBTO TAL O					6.82
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTO TAL P					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				23.88
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)				5.97
	OTROS COSTOS INDIRECTOS %				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				29.84
	PRECIO OFERTADO				29.84

Fuente: Autores

Tabla 16-3: Precio unitario Eje metálico y arandela.

HOJA 5 DE 10					
RUBRO					
Eje metálico				UNIDAD	u
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	C=A*B
Equipo computacional	1.00	0.50	0.50	0.90	0.45
SUBTO TAL M					0.45
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Programador y diseñador electrónico	0.20	3.00	0.60	0.90	0.54
SUBTO TAL N					0.54
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
Eje de aluminio 18 mm		m	0.04	3.00	0.12
SUBTO TAL O					0.12
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTO TAL P					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				1.11
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)				0.28
	OTROS COSTOS INDIRECTOS %				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.39
	PRECIO OFERTADO				1.39

Fuente: Autores

Tabla 17-3: Precio unitario Pintura.

HOJA 6 DE 10					
RUBRO					
Pintura				UNIDAD	u
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	C=A*B
Compresory accesorios	1.00	0.75	0.75	0.90	0.68
SUBTO TALM					0.68
MANO DEOBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Jefe del sector metalmecánica	0.10	3.00	0.30	0.90	0.27
Pintor automotriz	1.00	2.75	2.75	0.90	2.48
SUBTO TALN					2.75
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
Pintura		Gl	0.15	19.00	2.85
SUBTO TALO					2.85
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTO TALP					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				6.27
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)				1.57
	OTROS COSTOS INDIRECTOS %				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				7.84
	PRECIO OFERTADO				7.84

Fuente: Autores

Tabla 18-3: Precio unitario Adhesivos retroreflectivo.

HOJA 7 DE 10					
RUBRO					
Adhesivos retroreflectivo				UNIDAD	u
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	C=A*B
			0.00	0.90	0.00
SUBTO TAL M					0.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
			0.00	0.90	0.00
SUBTO TAL N					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
Adhesivo retroreflectivo		u	2.00	8.00	16.00
SUBTO TAL O					16.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTO TAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					16.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)					4.00
OTROS COSTOS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					20.00
PRECIO OFERTADO					20.00

Fuente: Autores

Tabla 19-3: Precio unitario Brazo oscilante.

HOJA 8 DE 10					
RUBRO					
Brazo oscilante				UNIDAD	u
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	C=A*B
Máquina de plegar para chapas	0.10	2.00	0.20	0.90	0.18
Máquina para cizallar	0.50	1.50	0.75	0.90	0.68
Taladro	0.25	0.50	0.13	0.90	0.11
SUBTO TAL M					0.97
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Jefe del sector metalmecánica	0.15	3.00	0.45	0.90	0.41
Ayudante del sector metalmecánica	1.00	2.35	2.35	0.90	2.12
SUBTO TAL N					2.52
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
Plancha Acero 2mm		m2	0.04	49.00	1.96
SUBTO TAL O					1.96
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTO TAL P					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				5.45
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)				1.36
	OTROS COSTOS INDIRECTOS %				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				6.81
	PRECIO OFERTADO				6.81

Fuente: Autores

Tabla 20-3: Precio unitario Tapa del rótulo "Disco Pare".

HOJA 9 DE 10					
RUBRO					
Tapa del rótulo "Disco Pare"				UNIDAD	u
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	C=A*B
Cortadora de plástico	0.50	1.50	0.75	0.90	0.68
SUBTO TAL M					0.68
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Ayudante del sector metalmecánica	1.00	2.35	2.35	0.90	2.12
SUBTO TAL N					2.12
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
Acrílico		Plancha	0.17	49.00	8.33
SUBTO TAL O					8.33
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTO TAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11.12
INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)					2.78
OTROS COSTOS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.90
PRECIO OFERTADO					13.90

Fuente: Autores

Tabla 21-3: Precio unitario Ensamblaje final.

HOJA 10 DE 10					
RUBRO					
Ensamblaje final				UNIDAD	u
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	C=A*B
Taladro	0.50	0.50	0.25	0.90	0.23
SUBTO TAL M					0.23
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Jefe del sector metalmecánica	0.10	3.00	0.30	0.90	0.27
Ayudante del sector metalmecánica	0.50	2.35	1.18	0.90	1.06
SUBTO TAL N					1.33
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO
Todos los elementos del dispositivo		u	10.00	0.00	0.00
Silicón Abro 120		u	0.50	3.00	1.50
Tornillos		u	10.00	0.05	0.50
SUBTO TAL O					2.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTO TAL P					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				3.55
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)				0.89
	OTROS COSTOS INDIRECTOS %				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				4.44
	PRECIO OFERTADO				4.44

Fuente: Autores

3.5.4. *Análisis de ítems*

En el cálculo de precios unitarios se utilizaros valores que se fueron conociendo al momento de adquirir los elementos que conforman el dispositivo “Disco Pare” abatible, en algunos casos se substituyó el material con el que se construyó inicialmente, el cálculo de la mano de obra se rige con forme a la ley.

Luego de realizar el cálculo de precios unitarios se realizará una lista de todos los equipos, mano de obra y materiales que se han utilizado en los rubros para la construcción del prototipo de “Disco Pare” abatible donde se procede con la siguiente tabla:

Tabla 22-3: Precios unitarios de los equipos.

EQUIPOS			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO / HORA
1	Equipo computacional (portátil)	u	0.50
2	Soldadora MIG	u	1.75
3	Taladro	u	0.50
4	Amoladora-pulidora	u	0.50
5	Compresor equipado	u	0.75
6	Máquinas de plegar para chapas o planchas.	u	2.00
7	Máquina de cizallar	u	1.50
8	Machuelo	u	0.25
9	Cortadora de plástico	u	1.50
10	Impresora 3D	u	1.50

Fuente: Autores

Para clasificar los ítems expuestos anteriormente la entidad contratante es la responsable del análisis y verificación de si los componentes son enteramente productos nacionales, no producidos nacionalmente o no definidos.

Para lo cual se definirán los CPC correspondientes, si el elemento se encuentra en la lista de bienes no producidos se considerará 0% y la terminología NP, si está en la lista de bienes

producidos se considerara 100 % y para aquellos que no son parte de la lista se considerara el mínimo fijado para acreditar origen ecuatoriano que es del 40% .

1. Equipo computacional (portátil).

Debido a que las computadoras no son fabricadas en el Ecuador se dará un porcentaje del 0% por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 45220.0011.

2. Soldadora eléctrica

Las soldadoras eléctricas no son fabricadas en el país por lo que el equipo debe ser importado, se dará un porcentaje del 0% por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 44240.00.

3. Taladro

Los taladros no son fabricadas en el país por lo que el equipo debe ser importado, se dará un porcentaje del 0% por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 44214.00.

4. Amoladora- pulidora

Las Amoladoras no son fabricadas en el país por lo que el equipo debe ser importado, se dará un porcentaje del 0% por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 44216.00.

5. Compresor equipado

En la actualidad existen fábricas nacionales que se encargan de producir compresores, se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 43230.00.

6. Máquinas de plegar para chapas o planchas

Actualmente las dobladoras o máquinas de plegar se construyen artesanalmente y en algunas fábricas nacionales, se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 44217.00.

7. Máquina de cizallar chapas o planchas

Actualmente las máquinas de cizallar chapas se construyen artesanalmente y en algunas fábricas nacionales, se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 44217.00.

8. Machuelo

Los machuelos no son fabricadas en el país por lo que el equipo debe ser importado, se dará un porcentaje del 0% por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 42999.08.36.

9. Cortadora de plástico

Los machuelos no son fabricadas en el país por lo que el equipo debe ser importado, se dará un porcentaje del 0% por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 44216.10.

10. Impresora 3D

Las impresoras 3D no son fabricadas en el país por lo que el equipo debe ser importado, se dará un porcentaje del 0% por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 44914.20.

Por lo cual se obtiene la siguiente tabla que muestra los códigos CPC y su porcentaje nacional y extranjero.

Tabla 23-3: Precios unitarios, porcentaje nacional, clasificación y CPC de los equipos.

EQUIPO						
ITEM	Descripción	Unidad	Costo / hora	% Nacional	Clasificación	CPC
1	Equipo computacional (portátil)	u	0.50	0%	NP	45220.0011.
2	Soldadora MIG	u	1.75	0%	NP	44240.00
3	Taladro	u	0.50	0%	NP	44214.00
4	Amoladora-pulidora	u	0.50	0%	NP	44216.00
5	Compresor equipado	u	0.75	100%	EP	43230.00
6	Máquinas de plegar para chapas o planchas.	u	2.00	100%	EP	44217.00
7	Máquina de cizallar	u	1.50	100%	EP	44217.00
8	Machuelo	u	0.25	0%	NP	42999.08.36
9	Cortadora de plástico	u	1.50	0%	NP	44216.10
10	Impresora 3D	u	1.50	0%	NP	449142.01

Fuente: Autores

Luego se realizará un análisis de la mano de obra en la que intervienen profesionales nacionales calificados que garantizan un producto de calidad para los rubros mencionados anteriormente y

los salarios/ tarifas mínimas sectoriales a nivel nacional son los establecidos por el ministerio de trabajo.

Tabla 24-3: Análisis de mano de obra.

MANO DE OBRA						
ITEM	Descripción	Categoría	Costo / hora	% Nacional	Clasificación	CPC
Estructura ocupacional B2						
1	Jefe del sector metalmecánica	B2	3.00	100%	EP	88212.00.1
Estructura ocupacional C1						
2	Técnico soldador	C1	2.75	100%	EP	88212.00.1
3	Pintor automotriz	C1	2.75	100%	EP	54730.03.11
4	Programador y diseñador electrónico	C1	3.00	100%	EP	87149.04.123
Estructura ocupacional D2						
5	Asistente de diseño electrónico	D2	2.75	100%	EP	87149.04.124
Estructura ocupacional E2						
6	Ayudante del sector metalmecánica	E2	2.35	100%	EP	88212.00.1

Fuente: Autores

A continuación se analizarán los materiales que interviene en la construcción del prototipo.

Tabla 25-3: Análisis de materiales.

MATERIALES				
ITEM	DESCRIPCION	PRO CEDENCIA	UNIDAD	COSTO
1	Microcontrolador y KIT electrónico	Importado	u	35.00
2	Luces led rojas	Importado	u	7.00
3	Cable eléctrico	Nacional	m	0.4
4	Motorreductor	Importado	u	50.00
5	Tubo flexible corrugado	Nacional	m	1.40
6	Tubo termoretráctil	Importado	m	4.00
7	Bridas de nylon	Importado	u	0.03
8	Plancha galvanizada 0.9mm	Nacional	Plancha	19.00
9	Alambre MIG/MAG	Nacional	m	0.60
10	Plástico ABS	Importado	m	0.25
11	Plancha galvanizada 1.5mm	Nacional	Plancha	37.00
12	Pernos 1/4 acero	Nacional	u	0.40
13	Pernos 5/16 acero	Nacional	u	0.50

Fuente: Autores

Tabla 25-3: (Continuación) Análisis de materiales.

ITEM	DESCRIPCION	PROCEDENCIA	UNIDAD	COSTO
14	Platina 3/4	Nacional	m	0.70
15	Eje de aluminio 18 mm	Importado	m	3.00
16	Pintura	Nacional	Gl	19.00
17	Adhesivo retroreflectivo	Importado	u	8.00
18	Plancha Acero 2mm	Nacional	Plancha	49.00
19	Acrílico	Nacional	Plancha	49.00
20	Silicón Abro 120	Importado	u	3.00
21	Tornillos	Nacional	u	0.05

Fuente: Autores

Luego se analizará cada uno de los materiales por separado.

1. Microcontrolador y KIT electrónico

Los componentes electrónicos no son fabricadas en el país por lo que el material debe ser importado, se dará un porcentaje del 0% por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 47160.00.

2. Luces led rojas

Las luces led no son fabricadas en el país por lo que el componente debe ser importado, se dará un porcentaje del 0% por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 36990.04.

3. Cable eléctrico

En la actualidad existen fábricas nacionales que se encargan de producir conductores eléctrico (cables), se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 42942.00.

4. Motorreductor

Los motorreductores no son fabricadas en el país por lo que el componente debe ser importado, se dará un porcentaje del 0% por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 49129.09.

5. Tubo flexible corrugado

En la actualidad existen fábricas nacionales que se encargan de producir el tubo flexible plástico corrugado, se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 36320.50.

6. Tubo termoretráctil

Los tubos termoretráctiles no son fabricadas en el país y solo tiene su distribución en el país, por lo cual se dará un porcentaje del 0% por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 85400.00.

7. Bridas de nylon

Los tubos termoretráctiles no son fabricadas en el país y solo tiene su distribución en el país, por lo cual se dará un porcentaje del 0% por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 42999.05.

8. Plancha galvanizada 0.9mm

En la actualidad existen fábricas nacionales que se encargan de producir las planchas de acero galvanizado, se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 41232.00.

9. Alambre MIG/MAG

En la actualidad existen fábricas nacionales que se encargan de producir el alambre usado en el proceso de soldadura MIG/MAG, se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 42950.00.

10. Plástico ABS

Los carretes de plástico ABS no son fabricadas en el país y solo tiene su distribución en el país, por lo cual se dará un porcentaje del 0% por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 34720.11.

11. Plancha galvanizada 1.5mm

En la actualidad existen fábricas nacionales que se encargan de producir las planchas de acero galvanizado, se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 41232.00.

12. Pernos y/o varilla roscada 1/4 acero

En la producción de Pernos se analizó que la materia prima no se produce en el país pero la mano de obra para la elaboración, comercialización y ventas se dan en el país por lo se dará el 100% de producción nacional por lo que se sabe la clasificación en las cuales se maneja 0%,

40%, 100%, y según la ley solo se puede optar por el 40% si se encuentra en las listas de bienes no producidos, por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC es el 42999.08.

13. Pernos y/o varilla roscada 5/16 acero

Se mantendrá el mismo criterio para todos los pernos se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 42999.08.

14. Platina 3/4

En la actualidad existen fábricas nacionales que se encargan de producir las planchas de acero galvanizado, se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 41252.00.

15. Eje y arandela de aluminio 18 mm

Los ejes de aluminio no son fabricados en el país y solo tiene su distribución en el país, por lo cual se dará un porcentaje del 0% y por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 34720.10.

16. Pintura

En la actualidad existen fábricas nacionales que se encargan de producir la pintura, se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 35110.00.

17. Adhesivo retroreflectivo

Los adhesivos retroreflectivos no son fabricados en el país y solo tiene su distribución en el país, por lo cual se dará un porcentaje del 0% y por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 97990.08.

18. Plancha Acero 2mm

En la actualidad existen fábricas nacionales que se encargan de producir las planchas de acero, se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 41211.00.

19. Acrílico

En la actualidad existen fábricas nacionales que se encargan de producir las planchas de acero, se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 36330.04.

20. Silicón Abro 120

El silicón Abro 120 no es fabricado en el país y solo tiene su distribución en el país, por lo cual se dará un porcentaje del 0% y por lo cual entra en la clasificación NP con el código CPC 34790.52.

21. Tornillos

Se mantendrá el mismo criterio que se mantuvo para los pernos, se dará un porcentaje del 100% por lo cual entra en la clasificación EP con el código CPC 42992.17.24.

3.5.5. Determinación de la Participación Ecuatoriana de los rubros del proyecto

La participación ecuatoriana de los rubros para el dispositivo se muestra a continuación en la se tabla 26-3, donde también se analizará la determinación en porcentaje del Valor Agregado Ecuatoriano (VAE).

Tabla 26-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						DETERMINACIÓN DEL VAE del rubro				
RUBRO						RUBRO				
DESCRIPCIÓN				UNIDAD		DESCRIPCIÓN			UNIDAD	
EQUIPOS						Peso relativo elemento (%)	CPC	NP/EP/	VAE	VAE (%)
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	(%)	Elemento	ND	(%)	Elemento
T	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Td)	(PRT = Td / Q)	?	?	Vi (%)	VAE _t = PRT * Vi (%)
SUBTOTAL M										
MANO DE OBRA						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	(PRX= Xd /Q)	?	?	Vi (%)	VAE _x = PRX* Vi (%)
X	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Xd)					
SUBTOTAL N										
MATERIALES						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	(PRY= Yd /Q)	?	?	Vi (%)	VAE _y = PRY* Vi (%)
Y			A	B	D= C*R (Yd)					
SUBTOTAL O										
TRANSPORTE						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	(PRZ= Zd /Q)	?	?	Vi (%)	VAE _z = PRZ* Vi (%)
Z			A	B	D= C*R (Zd)					
SUBTOTAL P										
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					(Q)				
	INDIRECTOS %									
	UTILIDAD %									
	COSTO TOTAL DEL RUBRO									
	PRECIO OFERTADO									
							Σ			

Fuente: Autores

Tabla 27-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Sistema eléctrico con microcontrolador Arduino).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						DETERMINACION DEL VAE del rubro					
RUBRO	Sistema eléctrico con microcontrolador Arduino										
DESCRIPCION				UNIDAD	u						
EQUIPOS						Peso relativo elemento (%)	CPC	NP/EP/	VAE	VAE (%)	
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	(%)	Elemento	ND	(%)	Elemento	
T	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Td)	(PRT = Td / Q)	?	?	Vi (%)	VAEi= PRT * Vi (%)	
Equipo computacional	4.00	0.50	2.00	0.90	1.80	0.01	45220.0011	EP	0.00%	0.00	
SUBTOTAL M					1.80				Subtotal	0.00	
MANO DE OBRA						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
X	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Xd)	(PRX= Xd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEx = PRX* Vi (%)	
Programador y diseñador electrónico	5.00	3.00	15.00	0.90	13.50	0.09	87149.04.123	EP	100.00%	0.09	
Asistente de diseño electrónico	5.00	2.75	13.75	0.90	12.38	0.09	87149.04.124	EP	100.00%	0.09	
SUBTOTAL N					25.88				Subtotal	0.18	
MATERIALES						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO						
Y			A	B	C=A*B(Yd)	(PRY= Yd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEy = PRY* Vi (%)	
Microcontrolador y KIT electrónico	0	u	1.00	35.00	35.00	0.24	47160.00.	NP	0.00%	0.00	
Luces led rojas	0	u	4.00	7.00	28.00	0.19	36990.04.	EP	100.00%	0.19	
Cable eléctrico	0	m	5.00	0.40	2.00	0.01	42942.00.	EP	100.00%	0.01	
Motorreductor	0	u	1.00	50.00	50.00	0.35	49129.09.	NP	0.00%	0.00	
Tubo flexible corrugado	0	m	1.00	1.40	1.40	0.01	36320.50.	EP	100.00%	0.01	
Tubo termoretráctil	0	m	0.15	4.00	0.60	0.00	85400.00.	NP	0.00%	0.00	
Bridas de nylon	0	u	4.00	0.03	0.12	0.00	42999.05.	NP	0.00%	0.00	
SUBTOTAL O					117.12				Subtotal	0.22	
TRANSPORTE						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO						
Z			A	B	C=A*B(Zd)	(PRZ= Zd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEz = PRZ* Vi (%)	
						0.00				0.00	
SUBTOTAL P					0.00				Subtotal	0.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				144.80				TOTAL PORCENTAJE NACIONAL	39.56%	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)				36.20						
	OTROS COSTOS INDIRECTOS										
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				180.99						
	PRECIO OFERTADO				180.99						

Fuente: Autores.

Tabla 28-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Rotulo “Disco Pare”).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							DETERMINACIÓN DEL VAE del rubro				
RUBRO	Rotulo “Disco Pare”										
DESCRIPCIÓN				UNIDAD	u						
EQ UIPOS							Peso relativo elemento (%)	CPC	NP/EP/	VAE	
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		(%)	Elemento	ND	(%)	
T	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Td)	(PRT = Td / Q)	?	?	?	VAE= PRT * Vi (%)	
Soldadora MIG	3.00	1.75	5.25	0.90	4.73	0.26	44240.00	EP	100.00%	0.26	
Amoladora - pulidora	2.00	0.50	1.00	0.90	0.90	0.05	44214.00	NP	0.00%	0.00	
Máquina de plegar para chapas	1.00	2.00	2.00	0.90	1.80	0.10	44217.00	EP	100.00%	0.10	
Máquina para cizallar	1.00	1.50	1.50	0.90	1.35	0.07	44217.00	EP	100.00%	0.07	
Taladro	0.50	0.50	0.25	0.90	0.23	0.01	44214.00	NP	0.00%	0.00	
SUBTOTAL M					9.00					Subtotal	
MANO DE OBRA							Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		(PRX= Xd / Q)	?	?	Vi (%)	
X	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Xd)	(PRX= Xd / Q)	?	?	?	VAE= PRX* Vi (%)	
Jefe del sector metalmecánica	0.50	3.00	1.50	0.90	1.35	0.07	88212.00.1	EP	100.00%	0.07	
Técnico soldador	1.00	2.75	2.75	0.90	2.48	0.14	88212.00.1	EP	100.00%	0.14	
Ayudante del sector metalmecánica	1.00	2.35	2.35	0.90	2.12	0.12	88212.00.1	EP	100.00%	0.12	
SUBTOTAL N					5.94					Subtotal	
MATERIALES							Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO		(PRY= Yd / Q)	?	?	Vi (%)	
Y			A	B	C=A*B(Yd)	(PRY= Yd / Q)	?	?	?	VAEy = PRY* Vi (%)	
Plancha galvanizada 0.9mm		Plancha	0.17	19.00	3.17	0.17	41232.00.	EP	100.00%	0.17	
Alambre MIG/MAG		m	0.10	0.60	0.06	0.00	42950.00.	EP	100.00%	0.00	
Plancha Acero 2mm		m2	0.04	49.00	1.96	0.11	41211.00.	EP	100.00%	0.11	
Pernos 1/4 acero		u	4.00	0.40	1.60	0.09	42999.08.	EP	100.00%	0.09	
SUBTOTAL O					3.23					Subtotal	
TRANSPORTE							Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		(PRZ= Zd / Q)	?	?	Vi (%)	
Z			A	B	C=A*B(Zd)	(PRZ= Zd / Q)	?	?	?	VAEz = PRZ* Vi (%)	
						0.00				0.00	
SUBTOTAL P					0.00					Subtotal	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18.17	TOTAL PORCENTAJE NACIONAL			96.06%	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)					4.54					
	OTROS COSTOS INDIRECTOS										
	COSTO TOTAL DEL RUBRO					22.71					
	PRECIO OFERTADO					22.71					

Fuente: Autores.

Tabla 29-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Soporte inferior del brazo de plástico).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						DETERMINACIÓN DEL VAE del rubro				
RUBRO	Soporte inferior del brazo de plástico									
DESCRIPCIÓN				UNIDAD	u					
EQ UIPOS						Peso relativo elemento (%)	CPC	NP/EP/	VAE	VAE (%)
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	(%)	Elemento	ND	(%)	Elemento
T	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Td)	(PRT = Td / Q)	?	?	Vi (%)	VAEt= PRT * Vi (%)
Equipo computacional	0.25	2.00	0.50	0.90	0.45	0.10	45220.0011.		0.00%	0.00
Impresora 3D	0.75	1.50	1.13	0.90	1.01	0.23	44914.20.		0.00%	0.00
SUBTOTAL M					1.46				Subtotal	0.00
MANO DE OBRA						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO					
X	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Xd)	(PRX= Xd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEx = PRX* Vi (%)
Programador y diseñador electrónico	1.00	3.00	3.00	0.90	2.70	0.61	87149.04.123		100.00%	0.61
SUBTOTAL N					2.70				Subtotal	0.61
MATERIALES						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO					
Y			A	B	C=A*B(Yd)	(PRY= Yd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEy = PRY* Vi (%)
Plástico ABS	0	m	1.00	0.25	0.25	0.06	34720.10.		0.00%	0.00
SUBTOTAL O					0.25				Subtotal	0.00
TRANSPORTE						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO					
Z			A	B	C=A*B(Zd)	(PRZ= Zd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEz = PRZ* Vi (%)
					0.00	0.00				0.00
SUBTOTAL P					0.00				Subtotal	0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				4.41					
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)				1.10					
	OTROS COSTOS INDIRECTOS									
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				5.52					
	PRECIO OFERTADO				5.52					
							TOTAL PORCENTAJE NACIONAL			61.19%

Fuente: Autores.

Tabla 30-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Caja metálica).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							DETERMINACIÓN DEL VAE del rubro				
RUBRO	Caja metálica										
DESCRIPCIÓN					UNIDAD	u					
EQ UIPOS							Peso relativo elemento (%)	CPC	NP/EP/	VAE	VAE (%)
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		(%)	Elemento	ND	(%)	Elemento
T	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Td)		(PRT = Td / Q)	?	?	Vi (%)	VAE= PRT * Vi (%)
Soldadora MIG	2.00	1.75	3.50	0.90	3.15		0.13	44240.00.	EP	100.00%	0.13
Amoladora - pulidora	1.00	1.75	1.75	0.90	1.58		0.07	44216.00.	EP	100.00%	0.07
Máquina de plegar para chapas	0.50	0.50	0.25	0.90	0.23		0.01	44217.00.	EP	100.00%	0.01
Máquina para cizallar	0.50	2.00	1.00	0.90	0.90		0.04	44217.00.	EP	100.00%	0.04
Taladro	0.50	1.50	0.75	0.90	0.68		0.03	44214.00.	NP	0.00%	0.00
Machuelo y porta herramienta	0.25	0.50	0.13	0.90	0.11		0.00	42999.08.36	NP	0.00%	0.00
SUBTOTAL M					6.64					Subtotal	0.24
MANO DE OBRA							Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
X	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Xd)		(PRX= Xd /Q)	?	?	Vi (%)	VAE= PRX* Vi (%)
Jefe del sector metalmecánica	0.50	3.00	1.50	0.90	1.35		0.06	88212.00.1.	EP	100.00%	0.06
Técnico soldador	2.00	2.75	5.50	0.90	4.95		0.21	88212.00.1.	EP	100.00%	0.21
Ayudante del sector metalmecánica	2.00	2.35	4.70	0.90	4.23		0.18	88212.00.1.	EP	100.00%	0.18
SUBTOTAL N					10.53					Subtotal	0.44
MATERIALES							Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO						
Y			A	B	C=A*B(Yd)		(PRY= Yd /Q)	?	?	Vi (%)	VAE= PRY* Vi (%)
Plancha galvanizada 1.5mm	0	Plancha	0.13	37.00	4.63		0.19	41232.00.	EP	100.00%	0.19
Alambre MIG/MAG	0	m	0.10	0.60	0.06		0.00	42950.00.	EP	100.00%	0.00
Pernos 1/4 acero	0	u	4.00	0.40	1.60		0.07	42999.08.	EP	100.00%	0.07
Pernos 5/16 acero	0	u	1.00	0.50	0.50		0.02	42999.08.	EP	100.00%	0.02
Platina 3/4	0	m	0.05	0.70	0.04		0.00	41252.00.	EP	100.00%	0.00
SUBTOTAL O					6.82					Subtotal	0.28
TRANSPORTE							Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO						
Z			A	B	C=A*B(Zd)		(PRZ= Zd /Q)	?	?	Vi (%)	VAE= PRZ* Vi (%)
SUBTOTAL P					0.00					Subtotal	0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					23.99					
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)					6.00					
	OTROS COSTOS INDIRECTOS										
	COSTO TOTAL DEL RUBRO					29.98					
	PRECIO OFERTADO					29.98					
								TOTAL PORCENTAJE NACIONAL			85.46%

Fuente: Autores.

Tabla 31-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Eje metálico y arandela).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						DETERMINACIÓN DEL VAE del rubro					
RUBRO	Eje metálico										
DESCRIPCIÓN					UNIDAD	u					
EQ UIPOS							Peso relativo elemento (%)	CPC	NP/EP/	VAE	VAE (%)
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		(%)	Elemento	ND	(%)	Elemento
T	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Td)		(PRT = Td / Q)	?	?	Vi (%)	VAEt= PRT * Vi (%)
Equipo computacional	1.00	0.50	0.50	0.90	0.45		0.41	45220.00.11.	NP	0.00%	0.00
SUBTOTAL M					0.45					Subtotal	0.00
MANO DE OBRA							Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
X	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Xd)		(PRX= Xd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEx = PRX* Vi (%)
Programador y diseñador electrónico	0.20	3.00	0.60	0.90	0.54		0.49	87149.04.123	EP	100.00%	0.49
SUBTOTAL N					0.54					Subtotal	0.49
MATERIALES							Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO						
Y			A	B	C=A*B(Yd)		(PRY= Yd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEy = PRY* Vi (%)
Eje de aluminio 18 mm	0	m	0.04	3.00	0.12		0.11	347201.00.	NP	0.00%	0.00
SUBTOTAL O					0.12					Subtotal	0.00
TRANSPORTE							Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO						
Z			A	B	C=A*B(Zd)		(PRZ= Zd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEz = PRZ* Vi (%)
					0.00		0.00				0.00
SUBTOTAL P					0.00					Subtotal	0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.11					
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)					0.28					
	OTROS COSTOS INDIRECTOS										
	COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.39					
	PRECIO OFERTADO					1.39					
								TOTAL PORCENTAJE NACIONAL			48.65%

Fuente: Autores.

Tabla 32-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Pintura).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						DETERMINACIÓN DEL VAE del rubro					
RUBRO	Pintura										
DESCRIPCIÓN				UNIDAD	u						
EQ UIPOS						Peso relativo elemento (%)	CPC	NP/EP/	VAE	VAE (%)	
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	(%)	Elemento	ND	(%)	Elemento	
T	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Td)	(PRT = Td / Q)	?	?	Vi (%)	VAE= PRT * Vi (%)	
Compresor y accesorios	1.00	0.75	0.75	0.90	0.68	0.11	43230.00.	EP	100.00%	0.11	
SUBTOTAL M					0.68				Subtotal	0.11	
MANO DE OBRA						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		?	?	Vi (%)	VAEx = PRX* Vi (%)	
X	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Xd)	(PRX= Xd / Q)					
Jefe del sector metalmecánica	0.10	3.00	0.30	0.90	0.27	0.04	88212.00.1	EP	100.00%	0.04	
Pintor automotriz	1.00	2.75	2.75	0.90	2.48	0.39	54730.03.11	EP	100.00%	0.39	
SUBTOTAL N					2.75				Subtotal	0.44	
MATERIALES						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO		?	?	Vi (%)	VAEy = PRY* Vi (%)	
Y			A	B	C=A*B(Yd)	(PRY= Yd / Q)					
Pintura	0	Gl	0.15	19.00	2.85	0.45	35110.00.	EP	100.00%	0.45	
SUBTOTAL O					2.85				Subtotal	0.45	
TRANSPORTE						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		?	?	Vi (%)	VAEz = PRZ* Vi (%)	
Z			A	B	C=A*B(Zd)	(PRZ= Zd / Q)					
					0.00	0.00				0.00	
SUBTOTAL P					0.00				Subtotal	0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.27	TOTAL PORCENTAJE NACIONAL		100.00%			
INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)					1.57						
OTROS COSTOS INDIRECTOS											
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.84						
PRECIO OFERTADO					7.84						

Fuente: Autores.

Tabla 33-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Adhesivos retroreflectivo)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						DETERMINACIÓN DEL VAE del rubro				
RUBRO	Adhesivos retroreflectivo									
DESCRIPCIÓN				UNIDAD	u					
EQUIPOS						Peso relativo elemento (%)	CPC	NP/EP/	VAE	VAE (%)
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	(%)	Elemento	ND	(%)	Elemento
T	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Td)	(PRT = Td / Q)	?	?	Vi (%)	VAEt= PRT * Vi (%)
			0.00	0.90	0.00	0.00			0.00%	0.00
SUBTOTAL M					0.00				Subtotal	0.00
MANO DE OBRA						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO					
X	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Xd)	(PRX= Xd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEx = PRX* Vi (%)
			0.00	0.90	0.00	0.00				0.00
SUBTOTAL N					0.00				Subtotal	0.00
MATERIALES						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO					
Y			A	B	C=A*B(Yd)	(PRY= Yd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEy = PRY* Vi (%)
Adhesivo retroreflectivo	0	u	2.00	8.00	16.00	1.00			0.00%	0.00
SUBTOTAL O					16.00				Subtotal	0.00
TRANSPORTE						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO					
Z			A	B	C=A*B(Zd)	(PRZ= Zd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEz = PRZ* Vi (%)
					0.00	0.00				0.00
SUBTOTAL P					0.00				Subtotal	0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				16.00				TOTAL PORCENTAJE NACIONAL	0.00%
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)				4.00					
	OTROS COSTOS INDIRECTOS									
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				20.00					
	PRECIO OFERTADO				20.00					

Fuente: Autores.

Tabla 34-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Brazo oscilante).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						DETERMINACIÓN DEL VAE del rubro					
RUBRO	Brazo oscilante										
DESCRIPCIÓN				UNIDAD	u						
EQ UIPOS						Peso relativo elemento (%)	CPC	NP/EP/	VAE	VAE (%)	
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	(%)	Elemento	ND	(%)	Elemento	
T	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Td)	(PRT = Td / Q)	?	?	Vi (%)	VAEt= PRT * Vi (%)	
Máquina de plegar para chapas	0.10	2.00	0.20	0.90	0.18	0.03	44217.00.	EP	100.00%	0.03	
Máquina para cizallar	0.50	1.50	0.75	0.90	0.68	0.12	44217.00.	EP	100.00%	0.12	
Taladro	0.25	0.50	0.13	0.90	0.11	0.02	44214.00.	NP	0.00%	0.00	
SUBTOTAL M					0.97				Subtotal	0.16	
MANO DE OBRA						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
X	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Xd)	(PRX= Xd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEx = PRX* Vi (%)	
Jefe del sector metalmecánica	0.15	3.00	0.45	0.90	0.41	0.07	88212.00.1.	EP	100.00%	0.07	
Ayudante del sector metalmecánica	1.00	2.35	2.35	0.90	2.12	0.39	88212.00.1.	EP	100.00%	0.39	
SUBTOTAL N					2.52				Subtotal	0.46	
MATERIALES						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO						
Y			A	B	C=A*B(Yd)	(PRY= Yd /Q)	?	?	Vi (%)	VAEy = PRY* Vi (%)	
Plancha Acero 2mm	0	m2	0.04	49.00	1.96	0.36	41211.00.	EP	100.00%	0.36	
SUBTOTAL O					1.96				Subtotal	0.36	
TRANSPORTE						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO						
Z			A	B	C=A*B(Zd)	(PRZ= Zd /Q)	?	?	Vi (%)	VAEz = PRZ* Vi (%)	
					0.00	0.00				0.00	
SUBTOTAL P					0.00				Subtotal	0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5.45	TOTAL PORCENTAJE NACIONAL				85.54%	
INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)					1.36						
OTROS COSTOS INDIRECTOS											
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.81						
PRECIO OFERTADO					6.81						

Fuente: Autores.

Tabla 35-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Tapa del rótulo "Disco Pare").

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						DETERMINACIÓN DEL VAE del rubro					
RUBRO	Tapa del rótulo "Disco Pare"										
DESCRIPCIÓN				UNIDAD	u						
EQ UIPOS						Peso relativo elemento (%)	CPC	NP/EP/	VAE	VAE (%)	
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	(%)	Elemento	ND	(%)	Elemento	
T	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Td)	(PRT = Td / Q)	?	?	Vi (%)	VAEt= PRT * Vi (%)	
Cortadora de plástico	0.50	1.50	0.75	0.90	0.68	0.06	44216.10	NP	0.00%	0.00	
SUBTOTAL M					0.68				Subtotal	0.00	
MANO DE OBRA						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
X	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Xd)	(PRX= Xd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEx = PRX* Vi (%)	
Ayudante del sector metalmecánica	1.00	2.35	2.35	0.90	2.12	0.19	81212.00.1	EP	100.00%	0.19	
SUBTOTAL N					2.12				Subtotal	0.19	
MATERIALES						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO						
Y			A	B	C=A*B(Yd)	(PRY= Yd /Q)	?	?	Vi (%)	VAEy = PRY* Vi (%)	
Acrílico	0	Plancha	0.17	49.00	8.33	0.75	36330.04	EP	100.00%	0.75	
SUBTOTAL O					8.33				Subtotal	0.75	
TRANSPORTE						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO						
Z			A	B	C=A*B(Zd)	(PRZ= Zd /Q)	?	?	Vi (%)	VAEz = PRZ* Vi (%)	
					0.00	0.00				0.00	
SUBTOTAL P					0.00				Subtotal	0.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				11.12		TOTAL PORCENTAJE NACIONAL		93.93%		
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)				2.78						
	OTROS COSTOS INDIRECTOS										
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				13.90						
	PRECIO OFERTADO				13.90						

Fuente: Autores.

Tabla 36-3: Análisis de precios unitarios y determinación del VAE (Ensamblaje final).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						DETERMINACIÓN DEL VAE del rubro					
RUBRO	Ensamblaje final										
DESCRIPCIÓN				UNIDAD	u						
EQ UIPOS						Peso relativo elemento (%)	CPC	NP/EP/	VAE	VAE (%)	
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	(%)	Elemento	ND	(%)	Elemento	
T	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Td)	(PRT = Td / Q)	?	?	Vi (%)	VAEt= PRT * Vi (%)	
Taladro	0.50	0.50	0.25	0.90	0.23	0.06	44216.00	NP	0.00%	0.00	
SUBTOTAL M					0.23				Subtotal	0.00	
MANO DE OBRA						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
X	A	B	C=A*B	R	D= C*R (Xd)	(PRX= Xd / Q)	?	?	Vi (%)	VAEx = PRX* Vi (%)	
Jefe del sector metalmecánica	0.10	3.00	0.30	0.90	0.27	0.08	88212.00.1	EP	100.00%	0.08	
Ayudante del sector metalmecánica	0.50	2.35	1.18	0.90	1.06	0.30	88212.00.2	EP	100.00%	0.30	
SUBTOTAL N					1.33				Subtotal	0.37	
MATERIALES						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO						
Y			A	B	C=A*B(Yd)	(PRY= Yd /Q)	?	?	Vi (%)	VAEy = PRY* Vi (%)	
Todos los elementos del dispositivo	0	u	10.00	0.00	0.00	0.00		EP	100.00%	0.00	
Silicón Abro 120	0	u	0.50	3.00	1.50	0.42	34790.52	NP	0.00%	0.00	
Tornillos	0	u	10.00	0.05	0.50	0.14	42992.17.24	EP	100.00%	0.14	
SUBTOTAL O					2.00				Subtotal	0.14	
TRANSPORTE						Peso relativo elemento (%)	CPC elemento	NP / EP / ND	VAE (%)	VAE (%) elemento	
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO						
Z			A	B	C=A*B(Zd)	(PRZ= Zd /Q)	?	?	Vi (%)	VAEz = PRZ* Vi (%)	
					0.00	0.00				0.00	
SUBTOTAL P					0.00				Subtotal	0.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				3.55						
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (25%)				0.89						
	OTROS COSTOS INDIRECTOS										
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				4.44						
	PRECIO OFERTADO				4.44						
							TOTAL PORCENTAJE NACIONAL			51.44%	

Fuente: Autores.

Una vez calculado el porcentaje del Valor Agregado Ecuatoriano (VAE) se procede a realizar una tabla donde se detallan todos los rubros que intervienen en la construcción del prototipo de “Disco Pare” abatible.

En la tabla 37-3, se muestra de forma resumida los resultados obtenidos del cálculo de la desagregación tecnológica del prototipo y el porcentaje VAE total del prototipo para después proceder a analizar si el dispositivo entra en la categoría de producción nacional según lo establecido por la SERCOP.

Tabla 37-3: Porcentaje de Agregado Ecuatoriano del prototipo.

IIEM	Descripción del Rubro	Cantidad	Precio Unitario	Precio Global	Peso Relativo	Agregado Ecuatoriano	Agregado Ecuatoriano Ponderado (%)
#	Rubro #	AI	BI	$GI=AI * BI$	$RI=GI/M$	VAE	$AEP=RI * VAEI$
1	Sistema eléctrico con microcontrolador Arduino	1.00	180.99	180.99	59.61%	39.56%	23.58%
2	Rotulo “Disco Pare”	1.00	27.16	27.16	8.94%	96.06%	8.59%
3	Soporte inferior del brazo de plástico	1.00	5.52	5.52	1.82%	61.19%	1.11%
4	Caja metálica	1.00	29.84	29.84	9.83%	85.46%	8.40%
5	Eje metálico y arandela	1.00	1.39	1.39	0.46%	48.65%	0.22%
6	Pintura	2.00	7.84	15.68	5.16%	100.00%	5.16%
7	Adhesivo retroreflectivo	1.00	20.00	20.00	6.59%	0.00%	0.00%
8	Brazo oscilante	1.00	6.81	6.81	2.24%	85.54%	1.92%
9	Tapa del rótulo "Disco Pare"	0.85	13.90	11.82	3.89%	93.93%	3.65%
10	Ensamblaje final	1.00	4.44	4.44	1.46%	51.44%	0.75%
	TOTAL			303.64	100.00%		53.39%

Fuente: Autores.

De la tabla anterior se deduce que el valor del prototipo de “Disco Pare” abatible usado en transporte escolar e institucional tiene un precio de 303.64 dólares y cuenta con el 53.39% de Participación Ecuatoriana en el presente proyecto.

3.6. Pruebas de funcionamiento del prototipo

Las pruebas del dispositivo se realizan verificando las características de funcionamiento del “Disco Pare” abatible, según lo establecido en la resolución No. 039 DIR-2015-ANT, el cual indica el comportamiento el dispositivo al momento de ser activado y el comportamiento cuando se encuentre accionado.

Si los resultados no se encuentran dentro de las características de funcionamiento establecidas en la resolución antes mencionada se procederá a realizar los cambios respectivos en el diseño del dispositivo.

A continuación se muestra el funcionamiento que debe cumplir el dispositivo “Disco Pare” abatible:

El brazo de señal de PARE será instalado en el lado izquierdo delantero del vehículo, además deberá cumplir los siguientes requisitos cuando este desplegada.

- La señal de PARE deberá estar perpendicular al lado lateral del bus, con una tolerancia de $\pm 5^\circ$;
- La señal de PARE se desplegará automáticamente de tal manera que las luces incorporadas se activen al mismo tiempo. El mecanismo para la activación del dispositivo deberá estar al alcance del conductor. (ANT, 2015, pág. 05)

A continuación se muestran el funcionamiento del dispositivo, tanto de forma virtual y en forma práctica para determinar si cumple con lo establecido en la resolución No. 039 DIR-2015-ANT.

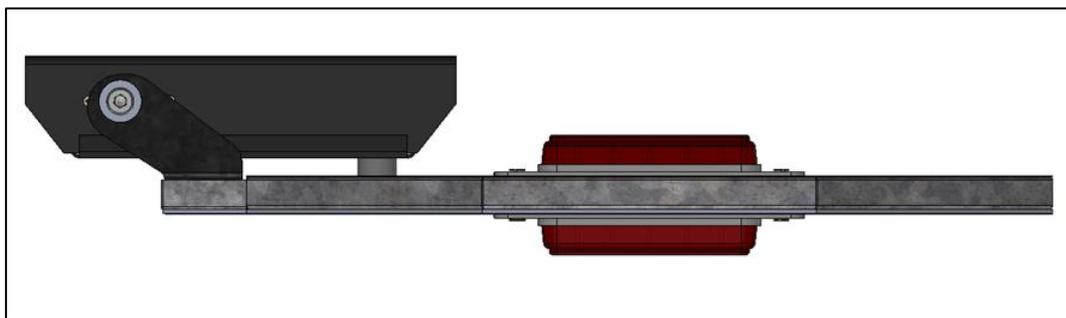


Figura 48-3: Vista superior modelo 3D a 0° .

Fuente: Autores



Figura 49-3: Vista superior del prototipo a 0° .

Fuente: Autores

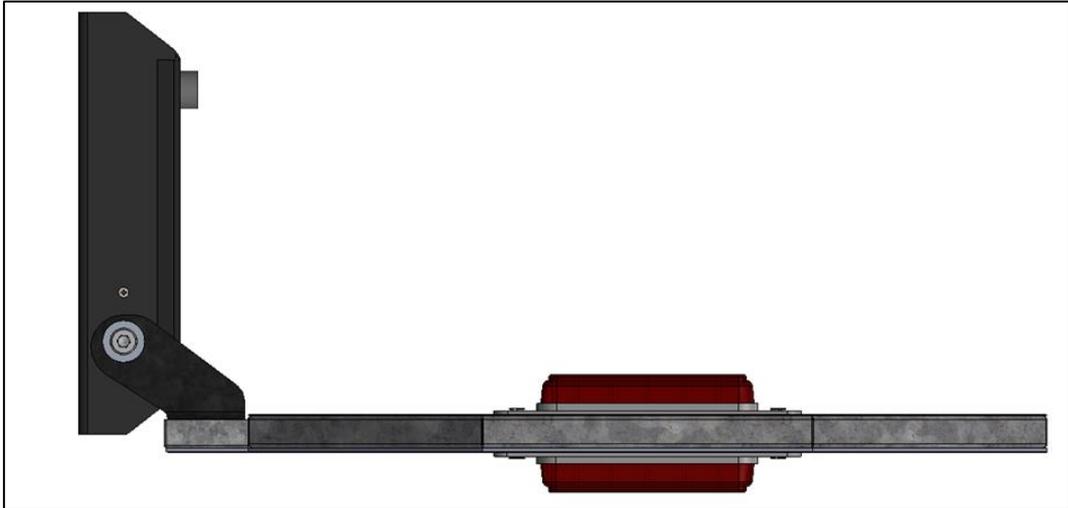


Figura 50-3: Ángulo de funcionamiento en modelo 3D.

Fuente: Autores

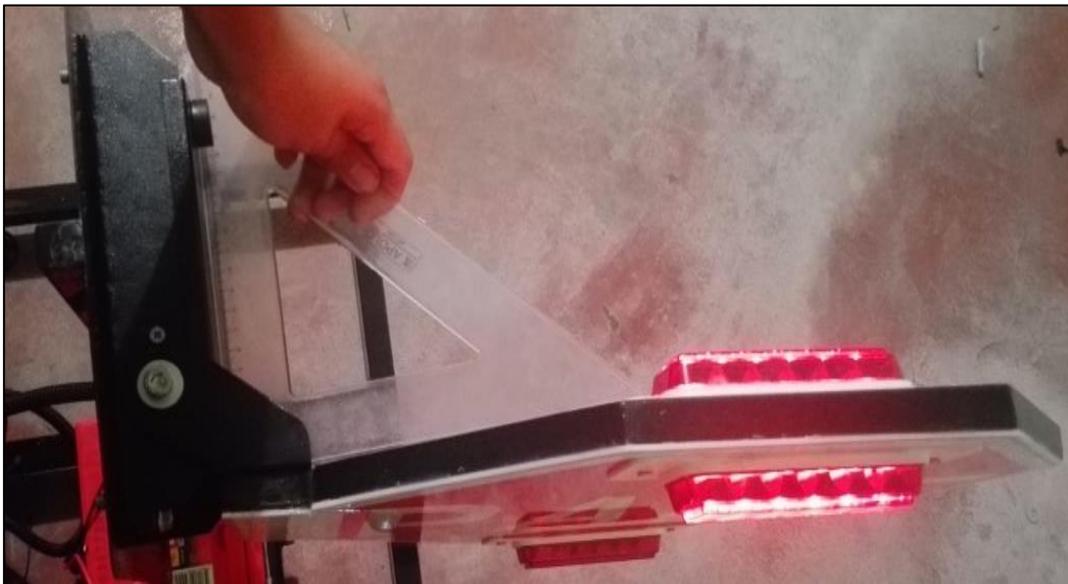


Figura 51-3: Comprobación ángulo de funcionamiento.

Fuente: Autores

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO DE COSTOS

Para la construcción del dispositivo se han considerado los valores más asequibles sin dejar de lado la calidad de los productos, equipos, material y talento humano (Mano de obra), tanto para los productos importados y los productos nacionales.

4.1. Costos directos

A continuación se analizarán los costos de los rubros que intervienen en la construcción del dispositivo.

Tabla 1-4: Costos directos.

COSTOS DIRECTOS		
Ítem	Descripción	Costo en dólares
1	Compra de “Disco Pare” abatible, importado	200
2	Transporte nacional “Disco Pare” abatible.	10
3	Asesoría técnica para manufactura	200
4	Asesoría técnica para diseño	200
5	Equipo de oficina	100
6	Diseño del circuito electrónico	80
7	Prototipo de “Disco Pare” abatible	288.64
	TOTAL	1078.64

Fuente: Autores.

4.2. Costos indirectos

A continuación se detallan los costos indirectos utilizados para el desarrollo del dispositivo.

Tabla 2-4: Costos indirectos.

COSTO INDIRECTOS		
Ítem	Descripción	Costo en dólares
1	Transporte	80
2	Impresiones	100
3	Imprevistos	200
	TOTAL	380

Fuente: Autores.

4.3. Costos totales

El costo total para desarrollar el prototipo resulta de la suma de los costos directos e indirectos.

Tabla 3-4: Costos totales.

COSTO TOTAL	
Costos directos	1078.64
Costos indirectos	380
TOTAL	1458.64

Fuente: Autores.

4.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.4.1. Conclusiones

- La resolución No. 039-DIR-2015-ANT y la norma IP54 se ajusta a la realidad del sistema de transporte público ecuatoriano, los cuales sirven de base para el diseño y la construcción del prototipo.
- En la desagregación tecnológica del dispositivo se analizó todos los componentes y se verificó con proveedores nacionales, la producción y existencias de cada una de las partes y la procedencia de otros insumos de importación para el desarrollo del prototipo.
- Con la simulación se obtuvieron datos precisos (dimensiones, posición en el ensamble, material de cada elemento, etc) y observar el funcionamiento del “Disco Pare” antes de la fabricación del prototipo.
- Se determinó que es factible la producción nacional en serie, para reducir y/o realizar la sustitución de importaciones de este tipo de dispositivo y se verificó que se cumple con las normativas vigentes.
- La construcción del prototipo con la mayor parte de componentes nacionales, se obtuvo que el porcentaje de participación ecuatoriana (V.A.E), en el presente proyecto es de 53.39%, con el cual el fabricante puede acogerse a la ley de restricción de importaciones y proceder a producir en serie el dispositivo.

4.4.2. Recomendaciones

- La empresa que desee construir el dispositivo “Disco Pare” abatible deberá cumplir con los procesos de homologación del dispositivo, los requisitos de este proceso se mencionan en la resolución No. 039-DIR-2015-ANT.
- Para la fabricación del dispositivo “Disco Pare” abatible, tomar en cuenta los costos indirectos, los cuales también son necesarios además de los costos directos para la ejecución del proceso de fabricación.
- Tener en cuenta otra alternativa de instalación en las unidades, el cual consiste en que el conjunto electrónico puede ir instalado en forma paralela desde la parte interna del vehículo, esto con el fin de proteger el conjunto electrónico.
- El sistema de control del dispositivo puede variar según el controlador electrónico, en este trabajo se utilizó un sistema basado en un módulo de Arduino, pero existe otras opciones como el circuito integrado de un microcontrolador que puede ser utilizado.
- La Agencia Nacional de Tránsito debe exigir el uso adecuado del dispositivo “Disco Pare” abatible, esto con el fin de garantizar la seguridad de los usuarios de las unidades escolares, además se debe considerar la utilización de este dispositivo en otros tipos de aplicaciones, como es el caso de transporte pesado, trabajos en vías, entre otros.
- El fabricante en serie deberá realizar un análisis de costos de fabricación con precios de materias primas y materiales a mayor volumen de adquisición, para reducir costos.

BIBLIOGRAFÍA

3D CAD PORTAL. *Solidworks* [en línea]. 2013. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.3dcadportal.com/solid-works.html>.

ABARCA, Juan. *Manual de Pintura para Mantenimiento industrial y marino* [en línea]. 4ª ed. San José-Costa Rica: Editorama, 2003. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.gruposur.net/sat/manual.pdf>.

ACUERDO Nro. MINEDUC-ME-2016-00062-A. *Normativa De Transporte Escolar Para Los Establecimientos Del Sistema Educativo Nacional.*

ÁLVAREZ, María. *El ABC de los plásticos* [en línea]. México: UIA, 1997. [Consulta: 16 Agosto 2017]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=QW8UyW9YO9QC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

ANT. *Nuevo dispositivo “Disco Pare” para vehículos de transporte escolar e institucional* [en línea]. Quito-Ecuador, 2016. [Consulta: 26 Octubre 2017]. Disponible en: <https://www.ant.gob.ec/index.php/noticias/1410-ant-aprobo-nuevo-dispositivo-disco-pare-para-vehiculos-de-transporte-escolar-e-institucional#.Wl6RuqiWbIV>.

BENITES, Carlos. *Materiales Metálicos* [en línea]. 2009. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/11494979/Materiales-Metalicos>.

BEXTROK. *Tubo Termoretráctil* [blog]. 13 Diciembre 2016. [Consulta: 15 Noviembre 2017]. Disponible en: <https://blog.bextok.com/que-es-un-tubo-termoretractil-cuales-son-sus-caracteristicas>.

BOSCH. *Manual de baterías Bosch* [en línea]. 09 Agosto 2013. [Consulta: 07 Septiembre 2017]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/gelgueta/baterias-manual>.

BUDYNAS, RICHARD; & NISBETT, KEITH. *Diseño e ingeniería mecánica de Shigley*. 8ª ed. México: MC Graw Hill, 2008, p. 458.

CALVACHE, Cristian. *Plásticos* [en línea]. 13 Diciembre 2013. [Consulta: 06 Septiembre 2017]. Disponible en: <https://prezi.com/0-crdvo-hewv/plasticos>.

CLR. *Reductores de velocidad: principales aplicaciones y como mejorar su funcionamiento* [blog]. España. 21 Febrero 2017. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: <https://clr.es/blog/es/reductores-velocidad-funcionamiento>.

DOMÍNGUEZ, esteban; & FERRER, Julián. *Electricidad del vehículo*. Madrid-España: Editex, 2008, pp. 53-54.

EL MERCURIO. *Transportistas tienen observaciones a Disco Pare* [en línea]. Cuenca-Ecuador: AIJ, 2016. [Consulta: 10 Mayo 2017]. Disponible en: <https://www.elmercurio.com.ec/512760-transportistas-tienen-observaciones-a-disco-pare>.

EL TELÉGRAFO. *SERCOP promueve el valor agregado ecuatoriano* [en línea]. Ecuador, 11 Octubre 2016. [Consulta: 13 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/sercop-promueve-el-valor-agregado-ecuatoriano>.

ELECTRO CABLES. *Conductores eléctricos THW* [en línea]. Guayaquil-Ecuador, 04 Septiembre 2013. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://electrocable.com/productos/cobre/THW.html>.

EMBALAJES TERRA. *Bridas de nylon, propiedades tipos y aplicaciones* [blog]. Madrid-España, 31 Enero 2017. [Consulta: 16 Noviembre 2017]. Disponible en: <https://www.embalajesterra.com/blog/bridas-de-nylon>.

EMPRESA PÚBLICA IMPORTADORA. *La desagregación tecnológica* [en línea]. Ecuador, 31 Marzo 2014. [Consulta: 26 Octubre 2017]. Disponible en: <https://importacionresponsable.wordpress.com/2014/03/31/que-es-la-desagregacion-tecnologica>.

ESCUADERO, Juan. *Herramientas CAD/CAM/CAE y prototipado virtual y rápido para la obra pública* [en línea]. 16 Octubre 2009. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/34772-Herramientas-CAD-CAM-CAE-y-prototipado-virtual-y-rapido-para-la-obra-publica.html>.

FARADAYOS. *Tipos de canalizaciones eléctricas: características y aplicaciones* [blog]. 18 Octubre 2017. [Consulta: 15 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://faradayos.blogspot.com/2014/01/tipos-de-canalizaciones-electricas.html>.

FENATEI. *Federación nacional de transporte escolar e institucional del Ecuador* [en línea]. Ecuador, 29 Enero 2017. [Consulta: 10 Mayo 2017]. Disponible en: <http://www.fenatei.ec/index.php/home/quienes-somos>.

FIDALGO, Ruben. *Tipos de faros en el coche* [en línea]. 04 Agosto 2017. [Consulta: 17 Octubre 2017]. Disponible en: <https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/tipos-de-faros-en-el-coche>.

GARAVITO, Julio. *Soldadura* [en línea]. Colombia, 2008. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/3637_soldadura.pdf.

GIUDICE, Carlos; & PEREYRA, Andrea. *Tecnología de pinturas y recubrimientos. Componentes, Formulación, Manufactura Y Control De Calidad* [en línea]. 1ª ed. Buenos Aires-Argentina: Edutecne, 2009. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: http://www.edutecne.utn.edu.ar/tecn_pinturas/A-TecPin_I_a_V.pdf.

GÓMEZ, Tomás; et al. *Mecanizado básico para electromecánica* [en línea]. España: Paraninfo, 2011. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=_ESsEd-4OYUC&printsec=frontcover&dq=Mecanizado+B%C3%A1sico+para+electromecanica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi6jsOEs7XAhVCWCYKHYEuAVYQ6AEIJTAA#v=onepage&q&f=false.

HARPER, Henríquez. *El ABC de las instalaciones eléctricas industriales* [en línea]. México: Limusa, 2005. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=8YvPNzKOOIAC&pg=PA83&lpq=PA83&dq=conductores+electricos&source=bl&ots=U27qMFEmie&sig=DOcLLnK877bhuGSmUTDK44vsjCw&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj5oPzRo77XAhVE2yYKHXYvAl04ChDoAQhOMAc#v=onepage&q=conductores%20electricos&f=false>.

ICZ & LATIZA. *Guía la para la galvanización por inmersión caliente* [en línea]. 14 Julio 2015. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.arquitecturaenacero.org/sites/default/files/adjuntos/guia-de-galvanizacal.pdf>.

INCOP. *Metodología de la desagregación tecnológica* [en línea]. 27 Julio 2013. [Consulta: 05 Diciembre 2017]. Disponible en: https://portal.compraspublicas.gob.ec/compras_publicas/node/3686.

LEÑO, Lucas. *Ingeniería eléctrica moderna* [blog]. 19 Octubre 2017. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: <https://www.e3seriescenter.com/blog-de-ingenieria-electrica-moderna/cad-vs-cae-vs-cam-diferencias>.

LONGO, Joan. *Conductores de electricidad* [en línea]. 08 Junio 2009. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://vivirhogar.republica.com/electricidad/conductores-de-electricidad.html>.

LURIALDE, Antolamendu ; & EXTXE Bizitza, ingurugiro. Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones [en línea]. 1997. [Consulta: 07 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://www.ihobe.eus/Publicaciones/Ficha.aspx?IdMenu=750e07f4-11a4-40da-840c-0590b91bc032&Cod=C70DA2D6-F615-437E-AE5D-5EEF0D61F1AB&Idioma=es-ES>.

MADRID, Mario. *Tecnología de la adhesión* [en línea]. Madrid-España: loctite, 1997. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/7071/7071377/curso_de_adhesivos.pdf.

MARISCAL, Ricardo. *Partes motor trifasico jaula de ardilla* [en línea]. 29 Marzo 2013. [Consulta: 22 Noviembre 2017]. Disponible en: https://issuu.com/mariscalchuscano/docs/partes_motores_trifasicos_tipo_jaula_de_ardilla.

MARTINEZ, Jaume. *Métodos de estimación del estado de carga de baterías electroquímicas* [en línea]. 04 Abril 2017. [Consulta: 07 Septiembre 2017]. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/104855/TFG_Jaume_Martinez_Metodos_de_estimacion_del_estado_de_carga_de_baterias_electroquimicas.pdf.

MONTALVO, Fernando. *Metodología para la desagregación tecnológica de bienes importados adquiridos en la contratación pública* [en línea]. Quito-Ecuador, Enero 2017. [Consulta: 26 Octubre 2017]. Disponible en: https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/wp-content/uploads/2017/02/xii_metodologia_desagregacion_tecnologica_bienes_importados_adquiridos_contratacion_publica.pdf.

NOVACERO. *Catálogo DIG novacero* [en línea]. 05 Septiembre 2016. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.novacero.com/catg-producto.html>.

PORRAS, Andrés; & SORIANO, Luisa. *Unión de elementos* [en línea]. 03 Mayo 2005. [Consulta: 16 Agosto 2017]. Disponible en: <https://previa.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema11.pdf>.

REDIN, Andrés. *El Valor Agregado Ecuatoriano-VAE- en la Contratación Pública.* [en línea]. 22 Junio 2015. [Consulta: 13 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.estudio10.com.ec/item/el-impulso-a-la-produccion-nacional-a-partir-del-sistema-de-preferencias-en-la-contratacion-publica-el-valor-agregado-ecuadoriano-y-su-aplicacion.html>.

RESOLUCIÓN NO. 039-DIR-2015-ANT. *Reforma A La Resolución No. 112-Dir-2014-Ant "Reglamento Para El Servicio De Transporte Comercial Escolar E Institucional.*

RESOLUCIÓN NO. 112-DIR-2014-ANT. *Reglamento para el Servicio de Transporte Escolar e Institucional.*

RGLOTTTSV. *Reglamento a ley de transporte terrestre tránsito y seguridad vial.* [en línea]. 25 Junio 2012. [Consulta: 30 Octubre 2017]. Disponible en: <http://ctpp.org.ec/wp-content/uploads/2015/07/rglotttsv-ultima-modificacion-26042016.pdf>.

RTE INEN 004-1:2011. *Señalización vial. Parte 1. Señalización vertical.*

SENATI. *Módulo soldadura al arco eléctrico.* [en línea]. 2009. [Consulta: 18 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanicageneral/CURSO%20DE%20SOLDADURA%20ELECTRICA/50958429-Soldadura-Arco-Elctrico-y-Electrodo-Revestido-i.pdf>.

SEÑALES VERTICALES [en línea]. Colombia, 14 Noviembre 2014. [Consulta: 14 Noviembre 2017]. Disponible en: https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion_senalizacion/cap2_senales_verticales_informativas.pdf.

TEC. *Estándares de protección "IP" y "NEMA"* [en línea]. 03 Julio 2015. [Consulta: 17 Noviembre 2017]. Disponible en: https://tec-mex.com.mx/material/IP_Y_NEMA.pdf.

WORLD PARTNER. *Señales led para tránsito.* [en línea]. 2017. [Consulta: 17 Octubre 2017]. Disponible en: <http://solutions.currentbyge.com/LightingWeb/la/north/productos/iluminacion-de-transporte/senales-de-transito-led/>.