UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Evaluación de la factibilidad técnica y económica para la producción de herramientas automotrices en el Ecuador.

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ

Autores:

OSWALDO NAPOLEÓN PARRA RUIZ

EDDISON PAUL ROMERO DOTA

Director:

Ing. ANDRÉS LÓPEZ

CUENCA - ECUADOR

2020

Dedicatoria:

A mis padres por ser un ejemplo de constancia y superación, además porque siempre me brindaron su apoyo incondicional, moral, espiritual y económico para la culminación de mi carrera.

Oswaldo Parra

Dedicatoria:

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios, por ser mi guía y fortaleza durante este largo camino de mi vida, y a mis padres, que han sido mi inspiración para iniciar este proceso de formación académica y el pilar fundamental para culminar esta meta, brindándome siempre su apoyo incondicional, su amor, su confianza y llenándome de sabios consejos día a día.

Eddison Romero

AGRADECIMIENTO:

Agradecemos a todos los docentes que compartieron su conocimiento y experiencias con nosotros, lo que nos permitió culminar con éxito nuestra carrera.

Evaluación de la factibilidad técnica y económica para la producción de herramientas automotrices en el Ecuador.

RESUMEN.

El presente estudio evalúa la factibilidad técnica y económica para la producción y comercialización de herramientas automotrices en el Ecuador. Para ello se realizó un estudio de mercado con lo que se determinó que existe una predisposición para adquirir herramientas de manufactura local. El caso de estudio es el diseño y análisis de un soporte transversal para motor, con una capacidad de carga de hasta 700 kg. El proceso de producción que mejor se acopla con la actividad de la empresa es la producción por lotes. Se determinó que el proyecto es viable basado en los indicadores de evaluación financiera VAN y TIR. Se concluye indicando que la implementación de la empresa de manufactura es buena alternativa para los emprendedores ecuatorianos, ya que desarrolla la matriz productiva del país generando empleo e ingresos.

Palabras clave: diseño mecánico, manufactura de herramientas, evaluación técnica y económica

Dr. Andrés López

Director del trabajo de titulación

Ing. Robert Rockwood Iglesias

Coordinador de escuela

Oswaldo Parra Ruiz

Autor

Eddison Romero Dota

Autor

Evaluation of the technical and economic feasibility for the production of automotive tools in Ecuador.

ABSTRACT

This study evaluates the technical and economic feasibility for the production and commercialization of automotive tools in Ecuador. For this, a market study was carried out, which determined that there is a predisposition to acquire local manufacturing tools. The case study is the design and analysis of a transverse motor support with a load capacity up to 700 kg. The production process that best matches the activity of the company is batch production. The project was determined to be viable based on the VAN and TIR financial evaluation indicators. The study concluded that the implementation of the manufacturing company is a good alternative for Ecuadorian entrepreneurs, since it develops the productive matrix of the country and generates employment and income.

Keywords: mechanical design, tool manufacturing, technical and economic evaluation.

Dr. Andrés López

Thesis Director

Ing. Robert Rockwood Iglesias

Faculty Coordinator

Oswaldo Parra Ruiz

Author

Eddison Romero Dota

Author

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Dpto. Idiomas

Translated by
Ing. Paúl Arpi

Evaluación de la factibilidad técnica y económica para la producción de herramientas automotrices en el Ecuador.

Parra Ruiz Oswaldo Napoleón[1], Romero Dota Eddison Paul[2].
Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Ingeniería en Mecánica Automotriz.
oswaldoparra@es.uazuay.edu.ec, eddy1911@es.uazuay.edu.ec

***Resumen*—** El presente estudio evalúa la factibilidad técnica y económica para la producción y comercialización de herramientas automotrices en el Ecuador. Para ello se realizó un estudio de mercado con lo que se determinó que existe una predisposición para adquirir herramientas de manufactura local. El caso de estudio es el diseño y análisis de un soporte transversal para motor, con una capacidad de carga de hasta 700 kg. El proceso de producción que mejor se acopla con la actividad de la empresa es la producción por lotes. Se determinó que el proyecto es viable basado en los indicadores de evaluación financiera VAN y TIR. Se concluye indicando que la implementación de la empresa de manufactura es buena alternativa para los emprendedores ecuatorianos, ya que desarrolla la matriz productiva del país generando empleo e ingresos.

***Palabras claves*—** diseño mecánico, manufactura de herramientas, evaluación técnica y económica.

***Abstract*—** This study evaluates the technical and economic feasibility for the production and commercialization of automotive tools in Ecuador. For this, a market study was carried out, which determined that there is a predisposition to acquire local manufacturing tools. The case study is the design and analysis of a transverse motor support with a load capacity up to 700 kg. The production process that best matches the activity of the company is batch production. The project was determined to be viable based on the VAN and TIR financial evaluation indicators. The study concluded that the implementation of the manufacturing company is a good alternative for Ecuadorian entrepreneurs, since it develops the productive matrix of the country and generates employment and income.

***Keywords*—** mechanical design, tool manufacturing, technical and economic evaluation.

I. INTRODUCCIÓN

El parque automotor en el Ecuador se ha incrementado con el pasar de los años pasando de los 401 248 vehículos, en el 2013, a 411 448, en el 2017 [1]. Por ello es necesario que los encargados del mantenimiento y reparación de los vehículos cuenten con herramientas sofisticadas que ayuden a mejorar la productividad y la calidad del servicio que prestan.

En el mercado nacional no se cuenta con herramientas automotrices de manufactura local, por lo cual se ha visto necesario realizar un estudio para la creación de una empresa de manufactura de herramientas para el campo automotriz.

En la ciudad de Guayaquil se realizó un estudio de factibilidad para la creación de una empresa fabricadora de acoples hidráulicos en torno CNC. Para ello realizaron un estudio de mercado y una evaluación técnica y económica, determinando que es viable la creación de este tipo de empresas en el país [2].

En Guatemala se realizó el estudio del diseño de un escáner automotriz OBDII multiprotocolo, el objetivo fue diseñar un escáner de bajo costo, este diseño permite a los usuarios tener una herramienta de lectura de los códigos de la ECU a un precio accesible [3].

El propósito de este trabajo es evaluar la factibilidad técnica y económica para la producción y comercialización de un soporte transversal para motores, ya que los soportes que se comercializan en el mercado no sirven para motores con una masa de 700 kg. El soporte transversal de motores es una herramienta de tipo mecánica, cuya finalidad es la de brindar una sujeción segura y estable al motor de un vehículo cuando se realizan trabajos de sustitución de las bases del motor y del conjunto de embrague de vehículos que lleven motores con disposición transversal.

El estudio consistió en realizar un diseño adecuado de la herramienta, determinar los materiales para la elaboración de la herramienta, realizar un estudio de mercado, definir el proceso de manufactura, y por último realizar un análisis económico y financiero; con todo esto se evalúa la factibilidad técnica y económica para la producción y comercialización de herramientas automotrices en el país.

Para el diseño de esta herramienta se evaluaron los esfuerzos que intervienen en su funcionamiento, así se identifica que el mayor esfuerzo se produce cerca de los apoyos, además se evalúa su estabilidad para prevenir fallas por pandeo. Para ello se realizó un boceto CAD, el cual se utiliza para el estudio de ingeniería.

El software para el diseño asistido por computadora (CAD),

permite el desarrollo de diseños tridimensionales (3D), con lo cual se tienen cálculos rápidos y exactos de ciertas propiedades como la masa, la localización del centro de gravedad y los momentos de inercia y de masa. Del mismo modo, pueden obtenerse con facilidad otras propiedades como áreas y distancias entre puntos. Existen una gran cantidad de software de CAD disponibles como Aries, Autodesk, Solid Works, solo por mencionar algunos [4].

En el diseño mecánico el método de análisis que más se integra con el CAD es el de análisis por elementos finitos (FEA, por sus siglas en ingles), con esto se consiguen análisis estático y dinámico, lineal y no lineal, de esfuerzo y de flexión, vibraciones libres y forzadas, transferencia de calor, inestabilidad elástica (pandeo), acústica electrostática y magnetismos, dinámica de fluidos, análisis de tuberías y física múltiple [4].

Conocidos los esfuerzos a los que se someterá la herramienta, es necesario utilizar materiales que tengan un buen desempeño estructural. Los aceros y los materiales compuestos se utilizan de manera amplia para la fabricación de automóviles y herramientas automotrices. En estas aplicaciones, se necesitan con frecuencia combinaciones de resistencia, rigidez y tenacidad ante distintas condiciones de temperatura y carga [5].

El estudio de mercado es uno de los estudios más importantes que deben realizarse para la evaluación de proyectos. En este estudio se analiza el mercado o entorno del proyecto, la oferta y la demanda [6].

La evaluación económica y financiera consiste en la determinación de los costos en los que incurrirá la empresa y definir los flujos de efectivo, con esto se calculan los indicadores financieros como el VAN y TIR. Estos indicadores ayudan con la toma de decisiones ya que indican si el proyecto es viable o no.

Valor Actual Neto (VAN), considera el valor del dinero a través del tiempo, y representa la utilidad que obtiene el inversionista después de haber recuperado la inversión [7].

Tasa Interna de Retorno (TIR), se define como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto con el valor presente de los egresos. Es la tasa de interés que, utilizada en el cálculo del Valor Actual Neto, hace que este sea igual a cero [8].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó acabo en Ecuador, específicamente en la provincia del Azuay, ciudad de Cuenca. Para el estudio de mercado se considera una muestra significativa compuesta por personas que poseen talleres de mantenimiento y reparación automotriz y por propietarios de locales que comercializan herramientas automotrices, el método que se utiliza para determinar nuestra demanda es la encuesta, con esto se obtuvo 80 respuestas favorables de personas que están dispuestas a adquirir el producto.

El estudio consiste en determinar el diseño adecuado para la herramienta, la materia prima para la fabricación, definir el proceso de manufactura y por último se realiza un análisis económico financiero para determinar si el proyecto es viable.

A. Diseño de la herramienta

El soporte transversal para motores se diseña para soportar una carga máxima de 700 kg, se considera esta carga ya que es la mayor masa presente en los motores de los vehículos que se comercializan en el mercado. Con esta carga se evalúa la resistencia mecánica, la deformación y el pandeo de cada uno de los componentes que conforman la herramienta.

Para obtener el diseño apropiado de la herramienta se sigue el proceso que se indica en la (figura 1), el proceso inicia con una revisión bibliográfica de materiales y dimensiones para establecer el diseño, siguiendo con el modelado en 3D en un software CAD, luego se lleva acabo el análisis de los esfuerzos en el software HyperMesh®. Se interpretan los resultados obtenidos del análisis, observando que cumpla con los parámetros propuestos, en caso de no cumplir se realiza sus respectivas modificaciones, y de encontrarse conforme con los parámetros se procede a realizar los planos del diseño, los planos de la herramienta se muestran en el anexo 1.

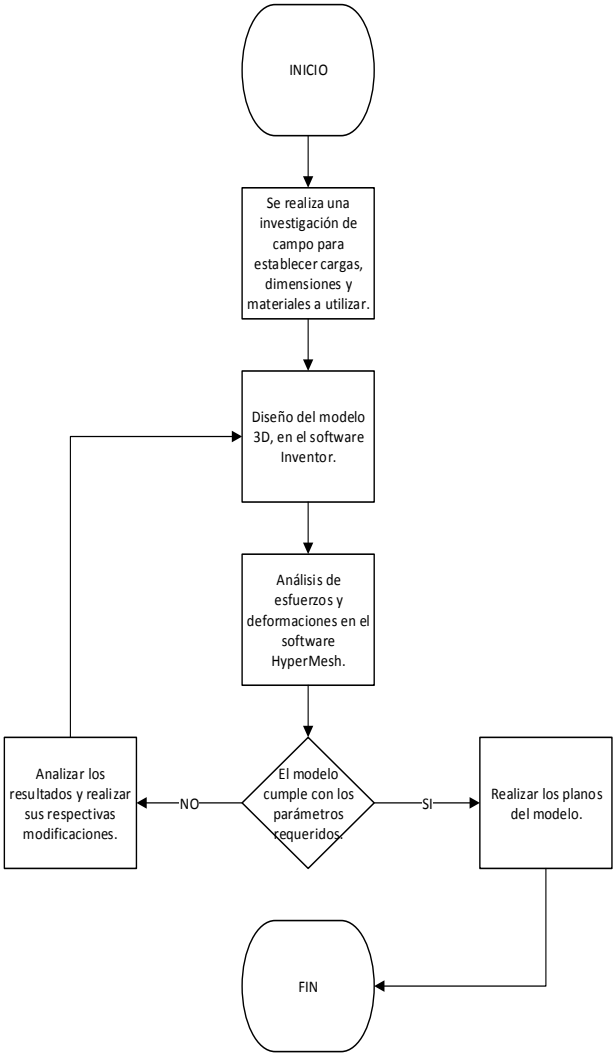


Fig. 1. Proceso de diseño.

Para la obtención del diseño adecuado se evaluaron cinco modelos, en cada uno de estos modelos se definieron distintos materiales y espesores.

La validación del diseño partió del modelo 3D que se lo realiza en el software Inventor® (figura 2).

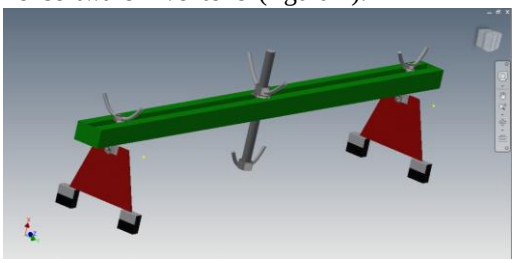


Fig. 2. Modelo 3D de la herramienta

Los análisis de elementos finitos se efectuaron con las siguientes consideraciones: componentes sólidos, mallado semiautomático 3D con el tipo de elementos (tetras), se aplica un refinamiento localizado en las partes complejas. Los parámetros de la malla se muestran en la tabla I.

TABLA I
PARAMETROS DEL MALLADO

Componentes	**Tamaño de los elementos (mm)**
Componente 1 (figura 3)	1,8
Componente 2 y 3 (figura 4)	0,8
Componente 4 (figura 4)	1,9

Cada componente se muestra en las figuras 3 y 4 respectivamente.

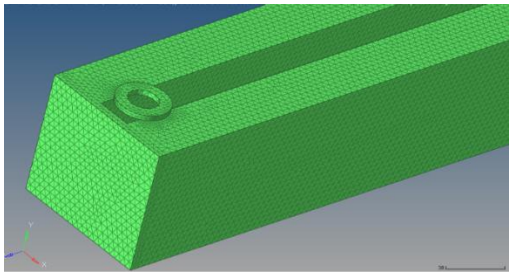


Fig. 3. Componente 1

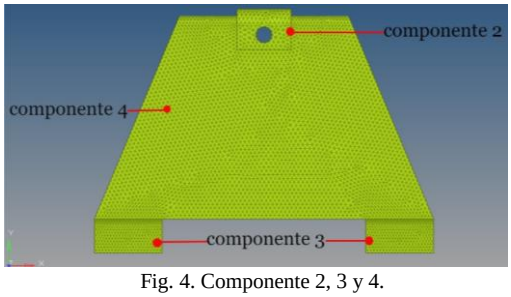


Fig. 4. Componente 2, 3 y 4.

Efectuado el mallado de cada componente se procede a verificar la calidad de la malla tabla II, la misma indica que los parámetros de error son del 0%, con esto se determina una buena calidad del mallado.

TABLA II
CALIDAD DE LA MALLA

	Parámetros de referencia	# Fail	% Fail	# de elementos
Warpage	>5	0	0	446534
Aspect	>5	0	0	446534
Skew	>60	44	0	446534
Tet collapse	<0,1	0	0	446534
Cell squish	>0,9	0	0	446534
Jacobian	<0,7	0	0	446534
Equia skew	>0,9	0	0	446534
Vol skew	>0,95	0	0	446534
Vol AR	>5	27	0	446534

Una vez verificada la calidad de la malla de cada componente se procede a la unión de los mismos por medio de elementos rígidos (RBE2), adicionalmente se agregan las restricciones y la carga puntal de 700 kg (figura 5); luego se realiza un análisis estático estructural estacionario.

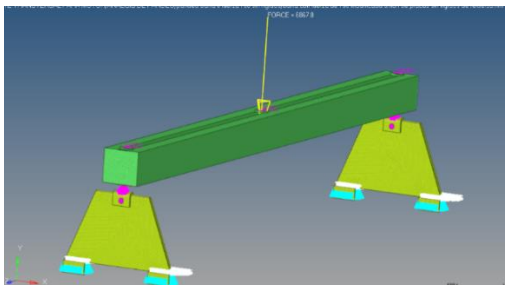


Fig. 5. Modelo de análisis

El análisis se realiza con la disposición mostrada en la (figura 5), ya que la herramienta en su funcionamiento se encuentra sometida a los mayores esfuerzos en esta posición.

Para la evaluación de las uniones permanentes (soldadura), se calcularon las uniones de soldadura, para lo cual se impone el tamaño de la garganta (h) y se determina el factor de seguridad en los diferentes puntos de suelda. Se considera la fuerza que actúa y las dimensiones de los diferentes componentes a soldar:

Unión permanente 1

Se realiza el cálculo de la soldadura de los elementos que se muestran en la (figura 6), el cordón de la soldadura se encuentra especificado con el color verde.

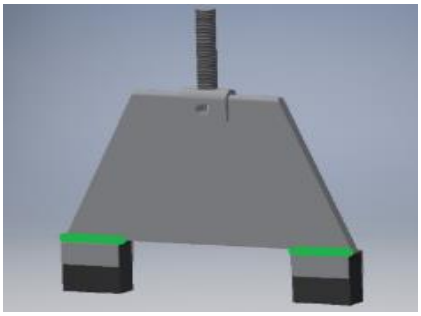


Fig. 6. Unión permanente 1 (original a color)

Para realizar el análisis en este punto, se consideraron los siguientes esfuerzos, los cuales se producen producto de la carga aplicada:

-Esfuerzo primario: La fuerza se traslada y actúa directamente en el cordón de soldadura, la cual se calcula con la (ecuación 1).

-Esfuerzo cortante nominal (flexión): La fuerza produce un momento flector que actúa en la garganta de la soldadura, se calcula dicho valor con la (ecuación 2).

$$\mathcal{J} = \frac{V}{A} \qquad [1]$$

$$\mathcal{J}''' = \frac{M*C}{I} \qquad [2]$$

Donde:

V= Es la carga que actúa en la estructura

A= Área total de la garganta

M=Momento flector ocasionado por la carga

C= Distancia del centro entre dos soldaduras hasta el centro de la garganta del cordón de soldadura

I= Momento de inercia

Fundamentándose en el segundo caso de la tabla 9.2 de las propiedades flexionantes de las soldaduras de filete [4], se determina el área de la garganta (ecuación 3) y el momento de inercia (ecuación 4), los cuales se utilizan en las ecuaciones 1 y 2.

$$\mathrm{A} = 1.414 * \mathrm{h} * \mathrm{d} \qquad [3]$$

$$\mathrm{I} = 0.707 * \mathrm{h} * \mathrm{Iu} \qquad [4]$$

$$\mathrm{Iu} = \frac{\mathrm{d}^3}{6} \qquad [5]$$

Donde:

h=Garganta de la soldadura.

d= Distancia del cordón.

Iu=Momento del área unitaria.

Unión permanente 2

Se realiza el análisis en la unión entre la placa superior con el perno roscado (figura 7), se determinaron los esfuerzos existentes, los cuales son: esfuerzo primario y esfuerzo cortante nominal (flexión), los cuales serán calculados con las ecuaciones 1 y 2.

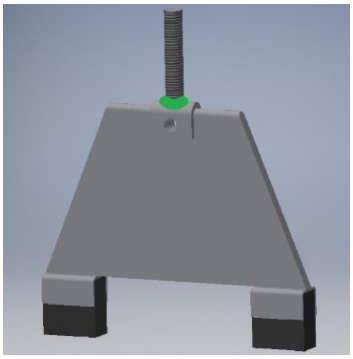


Fig. 7. Unión permanente 2

Para determinar el momento flector que actuará en la unión permanente 2, debemos considerar el modelo como una viga hiperestática (figura 8).

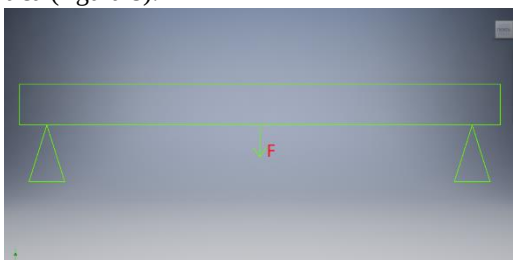


Fig. 8. Viga Hiperestática

Esto se calcula con las fórmulas de apoyos fijos y carga central, tabla A-9 [4], donde se establece la (ecuación 6).

$$Ma = Mb = \frac{F*l}{8} \qquad [6]$$

Donde:

Ma y Mb= Son los momentos flector Máximo.

F= Fuerza que actúa en el centro de la viga.

l= Longitud total de la viga.

El momento flector calculado es trasladado a la unión permanente 2 generando un esfuerzo cortante nominal (flexión).

Unión permanente 3

Se analiza el cálculo de la soldadura en la varilla roscada central (figura 9), donde existe un esfuerzo cortante primario y un esfuerzo cortante nominal (flexión).

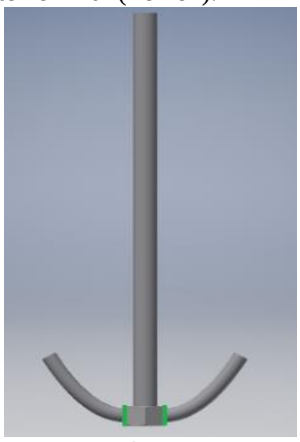


Fig. 9. Unión permanente 3

Los esfuerzos se calculan con la ecuación 1 y la ecuación 2.

Unión permanente 4

En este punto no se realiza un análisis debido a que las cargas que actúan no son significativas, por lo cual no existe riesgo de falla en ese punto. Se considera utilizar una soldadura de filete con un tamaño de garganta de ¼ y un electrodo E6011, se considera este electrodo por su bajo costo de comercialización, la soldadura se realizará en forma de C invertida como se muestra en la (figura 10).

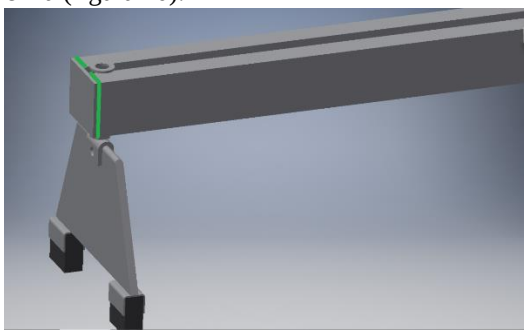


Fig. 10. Unión permanente 4

Determinados los esfuerzos cortantes en cada unión permanente, se calcularon el esfuerzo resultante (ecuación 7) y el factor de seguridad (ecuación 8).

$$\mathcal{J}R = \sqrt{\mathcal{J}^2 + \mathcal{J}''^2} \quad [7]$$

$$n = \frac{0.577 * sy}{\mathcal{J}R} \quad [8]$$

Donde:

$\mathcal{J}R$ = Esfuerzo cortante resultante.

$\mathcal{J}$= Esfuerzo primario.

$\mathcal{J}''$= Esfuerzo cortante nominal (flexión).

sy = Resistencia a la fluencia.

n = Factor de seguridad.

B. Proceso de manufactura

La principal función de la empresa será la manufactura de herramientas automotrices, por lo cual, y mediante el estudio de mercado se determina que la mejor opción para el proceso de producción es la producción por lotes.

La producción por lotes, permite la fabricación de distintos tipos de productos, con lo cual se tiene una alta flexibilidad en la producción, además de satisfacer la demanda de los clientes, se lleva un mejor control del abastecimiento de la materia prima, mejor control de los procesos, empoderamiento del personal, mejor poder de toma de decisiones y por ende se obtiene una mejor calidad del producto [9].

El proceso de manufactura en la empresa se realizará de acuerdo al diagrama que se indica en la figura 11, en el cual se especifica todo el proceso para la manufactura de un soporte transversal para motor desde la recepción de la materia prima hasta obtener el producto terminado y listo para su comercialización.

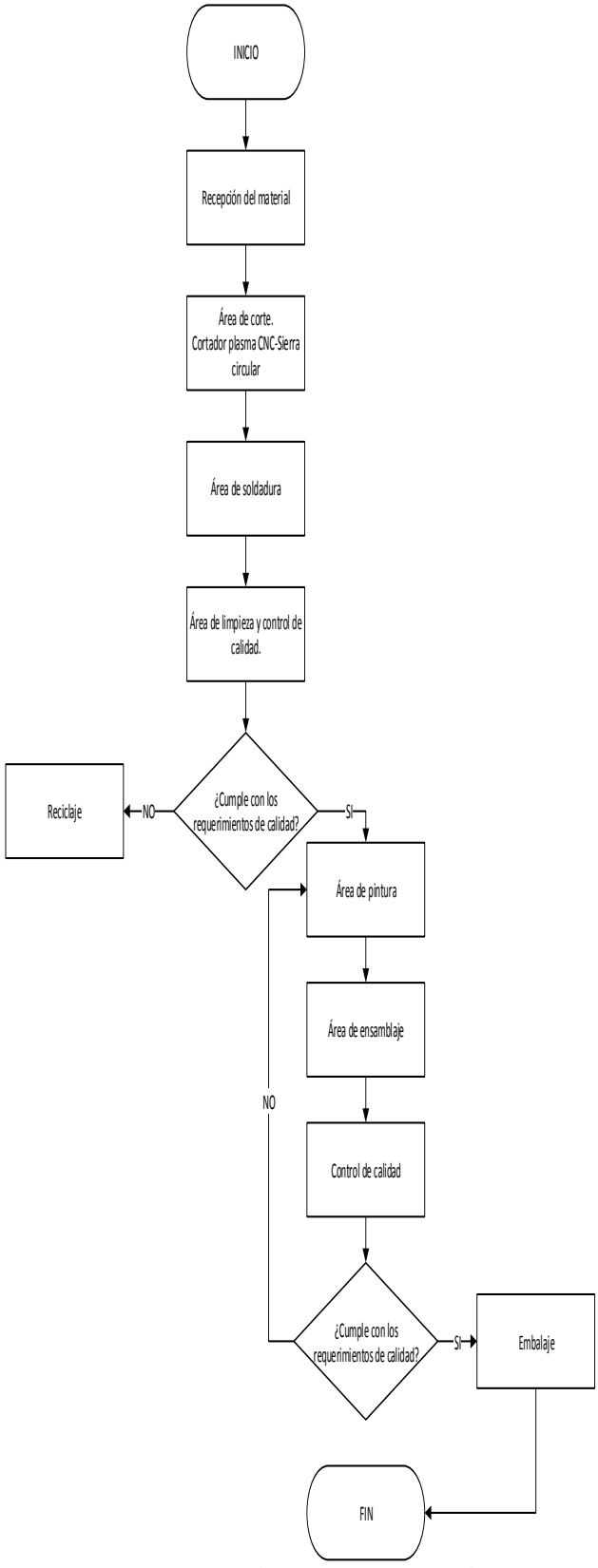


Fig. 11. Diagrama de flujo del proceso de manufactura

La empresa contará con las herramientas manuales, semiautomáticas y automáticas que se muestran en la tabla III.

TABLA III
MAQUINARIA

Detalle	Cantidad
Caja de dados de 1/2	1
Juego de llaves mixtas	1
Dobladora	1
Soldadora	1
Compresor de aire	1
Taladro	1
Sierra circular eléctrica	1
Mesa de acero	1
Cortador CNC plasma	1

C. Estudio Económico-Financiero

A partir del estudio de mercado se determina que la producción mensual de la empresa será de 80 soportes transversales para motor.

Para el caso de estudio se evalúa si el proyecto es viable mediante la determinación del Valor Actual Neto (VAN) y de la Tasa Interna de Retorno (TIR), para ello es necesario determinar los siguientes costos y gastos en los cuales incurrirá la empresa para su creación y correcto funcionamiento.

Los activos fijos son los bienes de la empresa, sean estos tangibles o intangibles que son necesarios para su funcionamiento tabla IV.

TABLA IV
ACTIVOS FIJOS

Maquinaria
Equipo de Computación
Equipo de Oficina
Muebles y enseres
Vehículos

El capital de trabajo está compuesto por los gastos y costos del proyecto, los mismos se especifican en la tabla V.

TABLA V
CAPITAL DE TRABAJO

Materia Prima
Mano de Obra de Producción
Gastos Directos de fabricación
Gastos Indirectos de fabricación
Papelería
Arriendo
Servicios Básicos

La suma de estos dos montos determina la inversión inicial del proyecto, que es de $ 33.381,42 dólares; este proyecto empresarial contará con financiamiento compuesto en su mayoría por las aportaciones de los inversionistas, y a parte se recurrirá al financiamiento externo con un préstamo bancario. El financiamiento se determina de acuerdo al cuadro de fuentes y usos tabla VI.

TABLA VI
CUADRO DE FUENTES Y USOS

Detalle	Valor total Mes	Recursos propios 75%	Aportes extra 25%
Activos fijos	26.287,00	19.715,25	6.571,75
Maquinaria	8.465,00	6.348,75	2.116,25
Equipo de Computación	1.400,00	1.050,00	350,00
Equipo de oficina	190,00	142,50	47,50
Muebles y enseres	1.232,00	924,00	308,00
Vehículo	15.000,00	11.250,00	3.750,00
Capital de trabajo	7.094,42	5.320,82	1.773,61
Total inversión inicial	$ 33.381,42	$ 25.036,07	$ 8.345,36

El 25% del valor de la inversión será financiado por una entidad bancaria, los detalles del financiamiento se observan en las tablas VII y VIII.

TABLA VII
DETALLE DEL FINANCIAMIENTO

Detalle del financiamiento	
Monto del crédito	$ 8.345,36
Tasa de interés	9.76%
Número de pagos	5
Pago anual	$ 2.187,91

TABLA VIII
TABLA DE AMORTIZACION

Tabla de amortización anual				
Periodo	Saldo	Capital	Interés	Cuota
0	$ 8.345,36			
1	$ 6.971,56	$ 1.373,44	$ 814,47	$ 2.187,91
2	$ 5.464,08	$ 1.507,48	$ 680,42	$ 2.187,91
3	$ 3.809,46	$ 1.654,62	$ 533,29	$ 2.187,91
4	$ 1.993,36	$ 1.816,11	$ 371,80	$ 2.187,91
5	-	$ 1.993,36	$ 194,55	$ 2.187,91

Determinado la inversión del proyecto, se realiza la proyección anual de costos por un periodo de 5 años tabla IX.

TABLA IX
PROYECCIÓN DE COSTOS

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costo Materia Prima	36.269,04	38.082,49	39.986,62	41.985,95	44.085,24
Costo Directo de Fabricación	240,00	252,00	264,60	277,83	291,72
Gastos Indirectos de Fabricación	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Equipo de protección	972,00	1.020,60	1.071,63	1.125,21	1.181,47
Mantenimiento Vehículo	500,00	525,00	551,25	578,81	607,75
Combustible	1.000	1.050	1.102,50	1.157,63	1.215,51

Total Gastos Indirectos	2.472,00	2.595,60	2.725,38	2.861,65	3.004,73
Mano de Obra	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Sueldos	33.888	35.582,4	37.361,52	39.229,60	41.191,08
Total Costos	**$72.869,04**	**$76.512,49**	**$80.338,12**	**$84.355,02**	**$88.572,77**

Los ingresos del proyecto se relacionan con las ventas que se realizaran, las ventas se detallan en las tablas X y XI.

TABLA X
VENTAS

Detalle de Ventas			
Herramientas producidas por mes	**Precio por herramienta**	**Total ventas mensuales**	**Total ventas primer año**
80	$ 95,66	$ 7652,8	$ 91.833,60

TABLA XI
PROYECCIÓN DE INGRESOS

Proyección de Ingresos					
Rubros	**Año 1**	**Año 2**	**Año3**	**Año 4**	**Año 5**
Ventas	$91.833,60	$101.016,96	$111.118,6	$122.230,5	$134.453,5
Total Ventas	**$91.833,60**	**$101.016,96**	**$111.118,6**	**$122.230,5**	**$134.453,5**

Para la evaluación del proyecto se requiere los siguientes instrumentos financieros: Estado de situación inicial, Estado de resultados y flujo de fondos, tablas XII, XIII, XIV.

TABLA XII
ESTADO SE SITUACIÓN INICIAL

Estado de situación inicial	
Activos	**Año 0**
Activo Corriente Disponible	$ 7.094,42
Activo Fijo	$ 26.287,00
Total Activos	**$ 33.381,42**
Pasivos	
Préstamo por pagar	$ 8.345,36
Total Pasivo	**$ 8.345,36**
Patrimonio	
Capital Social	$ 25.036,07
Total Patrimonio	**$ 25.036,07**
Total Pasivo + Patrimonio	**$ 33.381,42**

TABLA XIII
ESTADO DE RESULTADOS

Ingresos	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Ventas	91.833,60	101.016,9	111.118,6	122.230,5	134.453,5
Costo Ventas	72.869,04	76.512,49	80.338,12	84.355,02	88.572,77
Utilidad Bruta en ventas	**18.964,56**	**24.504,47**	**30.780,54**	**37.875,50**	**45.880,80**
(-) Gastos					
Servicios básicos	1.800,00	1.836,00	1.872,72	1.910,17	1.948,38
Arriendo	1.200,00	1.224,00	1.248,48	1.273,45	1.298,92
Papelería	564,00	575,28	586,79	598,52	610,49
Depreciación	5.257,40	5.257,40	5.257,40	5.257,40	5.257,40
Gasto Interés	814,47	680,42	533,29	371,80	194,55
Total Gastos	**9.635,87**	**9.573,10**	**9.498,68**	**9.411,35**	**9.309,74**
Utilidad Neta	**9.328,69**	**14.931,37**	**21.281,86**	**28.464,15**	**36.571,06**

TABLA XIV
FLUJO DE FONDOS

	Año 0	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Ingresos	**33.381**	**91.833**	**101.016**	**111.118**	**122.230**	**134.453**
Capital social	25.036					
Préstamo bancario	8.345					
Ventas		91.833	101.016	111.118	122.230	134.453
Egresos	**26.287**	**78.620**	**82.335**	**86.234**	**90.325**	**94.618**
Maquinaria	8.465,0					
Equipo de Computación	1.400,0					
Equipo de Oficina	190,00					
Muebles y enseres	1.232,0					
Vehículo	15.000					
Costo de ventas		72.869	76.512,4	80.338,1	84.355,0	88.572,7
Servicios Básicos		1.800,00	1.836,00	1.872,72	1.910,17	1.948,38
Papelería		564,00	575,28	586,79	598,52	610,49
Arriendo		1.200,00	1.224,00	1.248,48	1.273,45	1.298,92
Costo financiero		2.187,91	2.187,91	2.187,91	2.187,91	2.187,91
Saldo	**$7.094**	**$13.212**	**$18.681**	**$24.884**	**$31.905**	**$39.835**

Con estos valores se proceden a calcular los indicadores de evaluación financiera como son el VAN y TIR, los mismos se calcularon con la ecuación 9 y 10 respectivamente.

$$VAN = -I_0 + \frac{\sum_{t=o}^{n}(FNE_t)}{(1+i)^t} \qquad [9]$$

Donde:
∑ = Sumatoria de t=0 hasta n periodos.
FNE= Flujo neto de efectivo en el año t.
i = Tasa de interés anual.

lo = Inversión inicial.

$$TIR = \frac{Sumatoria\ VAN\ actualizado}{Inversión} \quad [10]$$

III. RESULTADOS

A. Resultados del análisis mecánico.

Para que el diseño del soporte transversal de motor sea satisfactorio, se considera que el factor de seguridad en cada análisis sea mayor a 1.3, ya que en cualquier análisis de diseño mecánico se considera como mínimo este factor de seguridad. Con esto se garantiza que la herramienta soportará la carga de 700 kg.

El resultado del análisis de esfuerzos de Von Mises se muestra en la (figura 12), en la cual el color rojo indica el mayor esfuerzo y el color azul el menor esfuerzo, existiendo el mayor esfuerzo en la placa de unión con la barra transversal (figura 13), siendo el esfuerzo máximo producido de 264,4 Mpa.

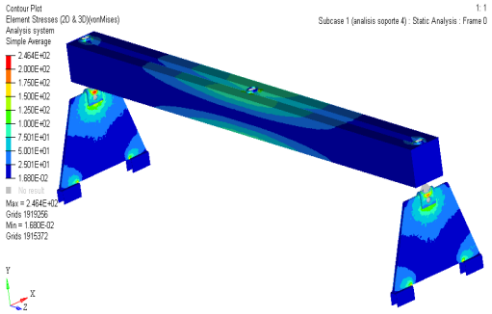


Fig. 12. Resultado análisis Von Mises

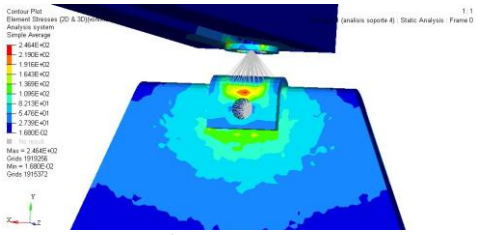


Fig. 13. Unión entre los apoyos y la barra

En la tabla XV, se muestran los resultados del factor de seguridad para cada componente, así también el tipo de material con el cual se va a manufacturar la herramienta.

TABLA XV
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y MATERIALES A UTILIZAR.

Partes	Esfuerzo máx. Von Mises (Mpa)	Material	Norma	Resistencia a la fluencia (Mpa)	Factor de seguridad
Barra transversal	203,8	AISI 1018	NTE INEN 2415	370	1,8
Componente 2 (e=5mm)	246,4	A570 – GR50	NTE INEN 115	340	1,3
Componente 3 (e=2mm)	219,4	A570 – GR50	NTE INEN 115	340	1,5
Componente 4 (e=10mm)	219,4	A570-GR50	NTE INEN 115	340	1,5
Varilla roscada (diámetro 5/8)	60,79	AISI SAE 4140	ASTM A193	655	10,7

Con base en los esfuerzos obtenidos en el software HyperMesh®, se establecieron los siguientes materiales, la barra central será de un tubo estructural rectangular de un acero AISI 1018 con las siguientes dimensiones 70x30 mm con un espesor de 3 mm, para los componentes 2, 3 y 4 se selecciona un acero A570-GR50 con diferentes espesores de placa, siendo estos de 5mm, 2mm y 10mm respectivamente.

En cuanto al perno central se selecciona una varilla roscada de 5/8-11 UNC, bajo la norma ASTM A193

Para el análisis de pandeo se consideran 6 casos de análisis, en los cuales ninguno presento falla los resultados se muestran en la siguiente (figura 14) y tabla XVI.

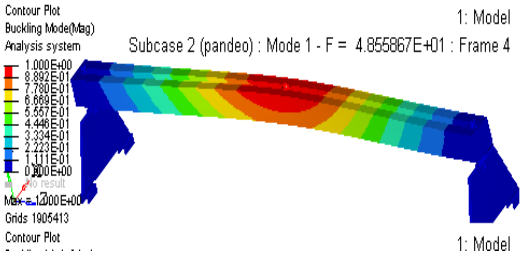


Fig. 14. Primer caso de pandeo

TABLA XVI
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PANDEO

Numero de caso	Punto de falla
Caso 1	F=48,58
Caso 2	F=131,49
Caso 3	F=136,5
Caso 4	F=137,72
Caso 5	F=162,67
Caso 6	F=167,29

De acuerdo a los resultados que se muestran en la tabla XVI se determinó que la herramienta soportará 48,58 veces la fuerza aplicada (caso 1), sin presentar pandeo. Se evalúa de la misma forma para los demás casos de análisis.

Los resultados del análisis de deformación, indica que se obtiene un valor máximo de 2,17 mm esto se da en la parte central de la barra, debido a que es aquí en donde soporta la mayor carga ya que en los extremos disminuye por la acción de los apoyos (figura 15).

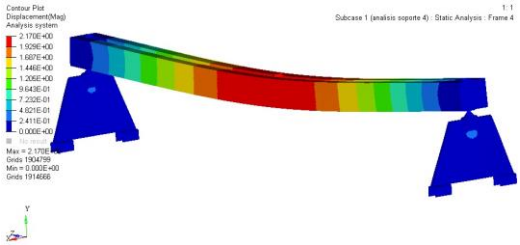


Fig. 15. Deformación máxima

Para el caso de las uniones permanentes el modelo se valida mediante la obtención del factor de seguridad, a continuación,

se presenta los factores de seguridad de cada uno de los componentes a los que se le aplica la soldadura tabla XVII.

TABLA XVII
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SOLDADURA

Componente	Esfuerzo cortante máx. (kpsi)	Electrodo	Resistencia la fluencia del electrodo (kpsi)	Factor de seguridad
Unión permanente 1	5,784	E6011	50	4,9
Unión permanente 2	34,048	E308L-16	67	1,13
Unión permanente 3	18,745	E308L-16	67	2,06

B. Resultados del análisis económico y financiero

El valor actual neto (VAN), evalúa la conveniencia del proyecto. Consiste en traer los valores proyectados del flujo de fondos, mediante una taza de descuento y compararlos con la inversión inicial, tabla XVIII.

TABLA XVIII
VALOR ACTUAL NETO

Tasa de inversión alternativa		10%
Años	Flujo de fondos	TIR
0	$ 33.381,42	$ -33.381,42
1	$ 13.212,65	$ 13.212,65
2	$ 18.681,28	$ 18.681,28
3	$ 24.884,64	$ 24.884,64
4	$ 31.905,44	$ 31.905,44
5	$ 39.835,10	$ 39.835,10

VAN	$ 59.291,67

Con los valores mostrados en la tabla VXIII se calcula la tasa de retorno (TIR), también denominada tasa de rentabilidad, es producto de la inversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio, se expresa en porcentaje, para el estudio se obtuvo un TIR del 54%.

Los resultados de la evaluación financiera indican que el proyecto es viable ya que se obtiene un VAN mayor a cero, esto indica que el proyecto arroja un beneficio aun después de cubrir las expectativas.

En el caso de tasa interna de retorno (TIR), se puede verificar que el proyecto es financieramente atractivo ya que sus ingresos cubren los egresos y generan beneficios adicionales por encima de la expectativa; esto se determina ya que la TIR es mayor a la tasa de inversión alternativa.

Con el promedio del flujo de fondos se establece el periodo de recuperación de la inversión (PRI), para el proyecto estudiado es de 1 año 3 meses.

IV. CONCLUSIONES

El diseño del soporte transversal de motor cumple con las expectativas requeridas ya que resiste una carga mayor que las herramientas similares que se comercializan en el mercado, generando así una ventaja competitiva.

La implementación de la empresa de manufactura es una buena alternativa de inversión para los emprendedores ecuatorianos, ya que por el estudio de mercado realizado se determina que existe una predisposición para la adquisición de la herramienta, además se desarrolla la matriz productiva del país generando empleo e ingresos.

De acuerdo al análisis técnico y económico realizado se determina que el proyecto para la creación de una empresa de manufactura de herramientas automotrices en la ciudad de Cuenca es conveniente y viable, ya que los indicadores financieros son favorables obteniendo un VAN de $59.291,67 un TIR del 54% y se tendrá una recuperación de la inversión en 1 año 3 meses.

Se ha podido verificar que mediante el uso de softwares CAD Y FEA, se obtienen ventajas y beneficios, ya que se pueden realizar y analizar varios diseños hasta conseguir el que cumpla con las expectativas. Con esto se evita costos innecesarios como fabricación de componentes y pruebas físicas.

V. REFERENCIAS

[1] Cámara de la Industria Automotriz, “Anuario de la Industria Automotriz Ecuatoriana 2018,” 2018.

[2] I. Suárez, “Estudio de la factibilidad para la creacion de una empresa fabricadora de acoples hidráulicos en torno CNC para mangueras hidráulicas en la ciudad de Guayaquil,” 2015.

[3] C. Ortiz, “Diseño De Escáner Automotriz Obdii Multiprotocolo,” 2014.

[4] K. J. BUDYNAS, RICHARD G. NISBETT, “Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley,” *Igarss 2014*, no. 1, pp. 1–5, 2014.

[5] D. R. Askeland and W. J. Wright, *Ciencia e ingeniería de los materiales, 6ta Edición - Donald R. Askeland*. 2012.

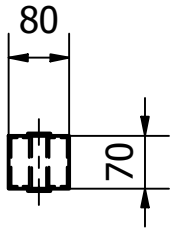
[6] S. O. Córdova and P. S. Medina, “‘Guía Del Estudio De Mercado Para La Evaluación De Proyectos,’” *Univ. Chile Fac. Ciencias Econ. y Adm.*, p. 205, 2002.

[7] C. M. Martinez, “Evaluación Económica e Inversión sobre un Condominio Horizontal en la Delegación Álvaro Obregón,” *Univ. Nac. Auton. Mex.*, p. 90, 2002.

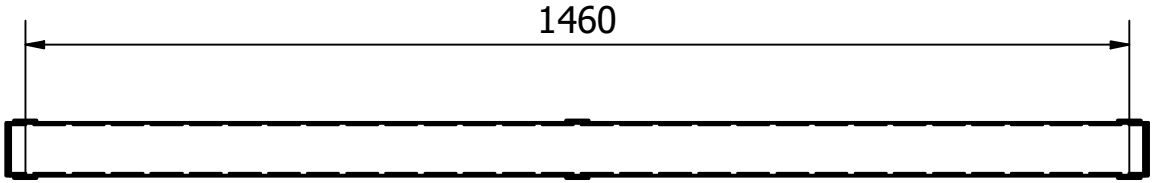
[8] M. R. Mete, “Valor Actual Neto Y Tasa De Retorno: Su Utilidad Como Herramientas Para El Análisis Y Evaluación De Proyectos De Inversión,” *Fides Ratio - Rev. Difusión Cult. y científica la Univ. La Salle en Boliv.*, vol. 7, no. 7, pp. 67–85, 2014.

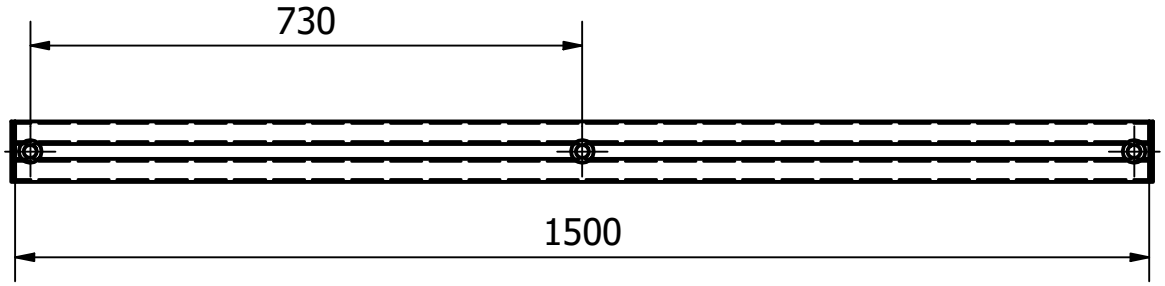
[9] R. Carro Paz and D. González Gómez, *Diseño y selección de procesos*, vol. 7. 2013.

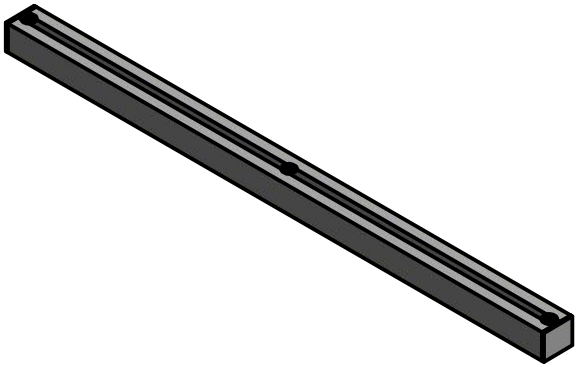
ANEXO 1



Vista Frontal (1 : 10)

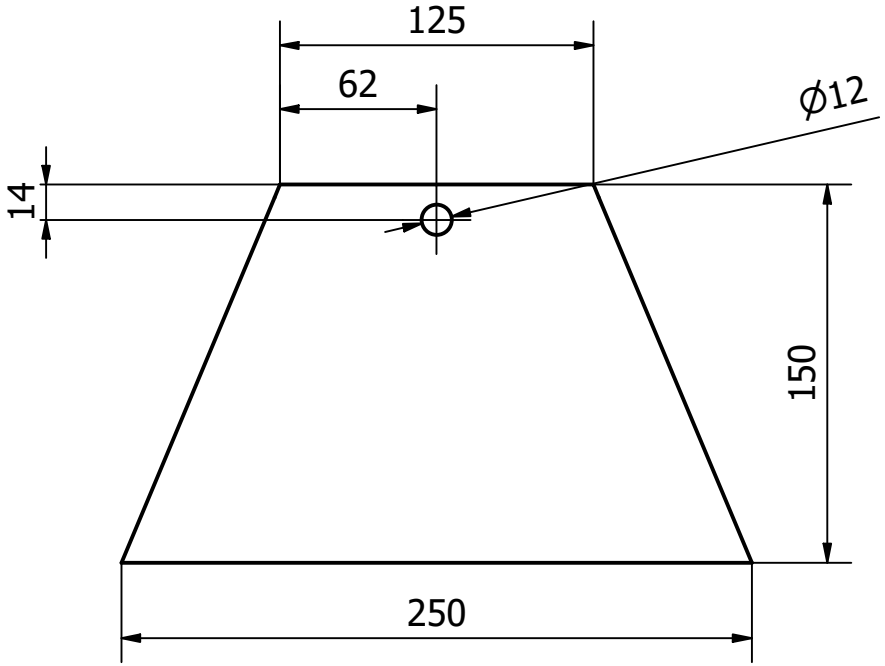


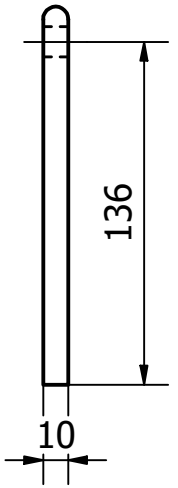


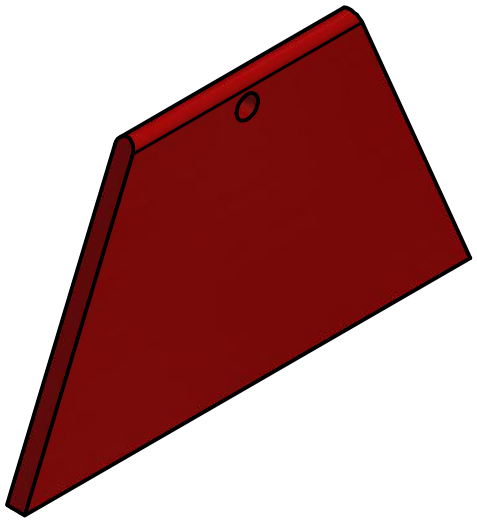


Vista Isométrica (1 : 15)

Diseño de Parra O, Romero E	Unidades milímetros	Fecha 20/12/2019
Universidad del Azuay	Tubos transversales	
	Soporte transversal de motor	Edición 1 / Hoja 1/5

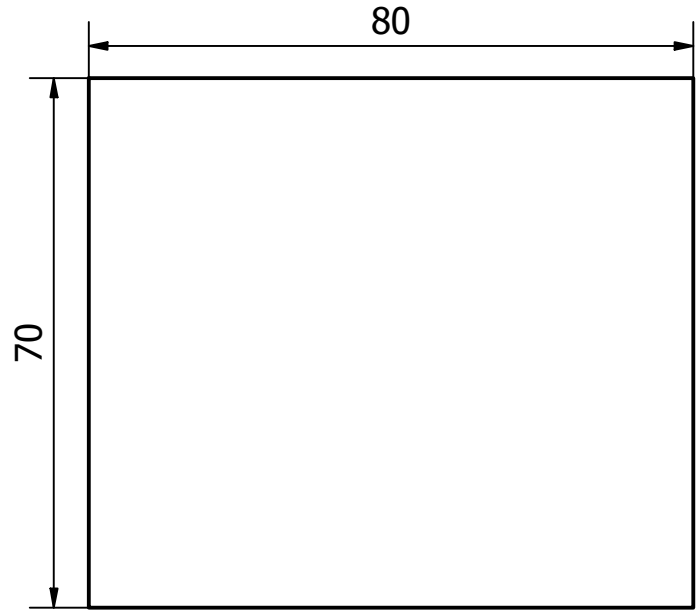


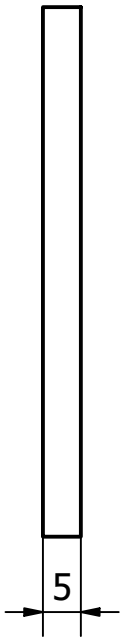


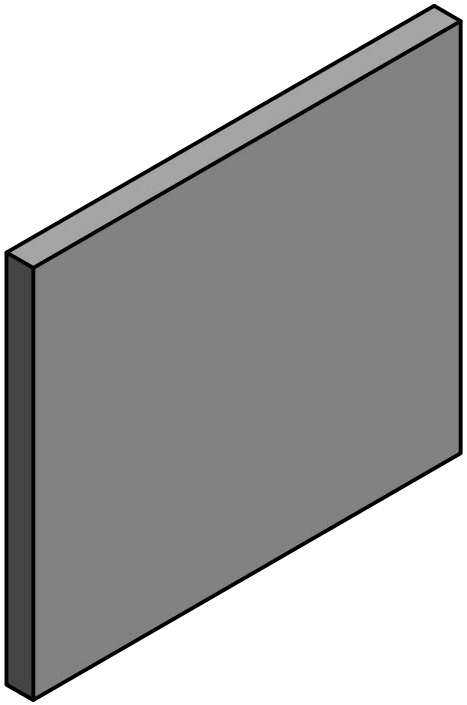


Vista Isométrica (1 : 3)

Diseño de Parra O, Romero E	Unidades milímetros	Fecha 20/12/2019
Universidad del Azuay	Componente 4	
	Soporte transversal de motor	Edición 1 / Hoja 2 / 5

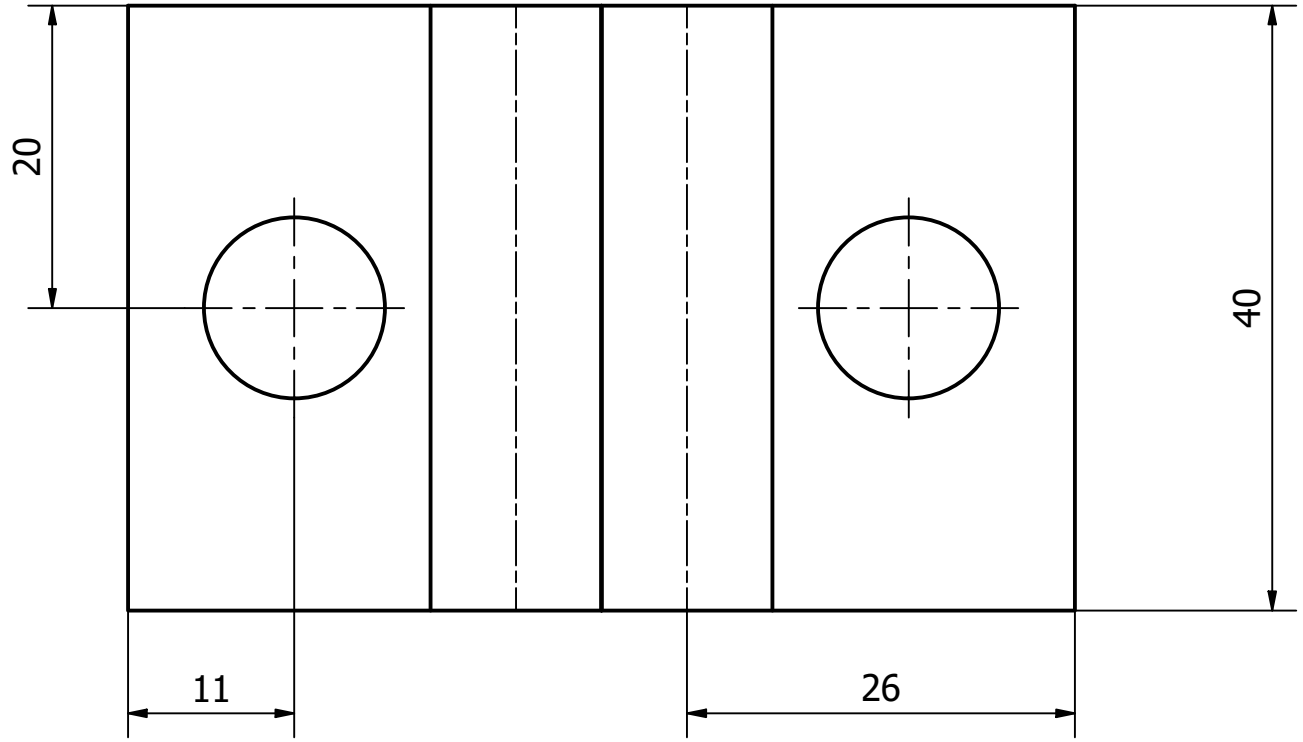




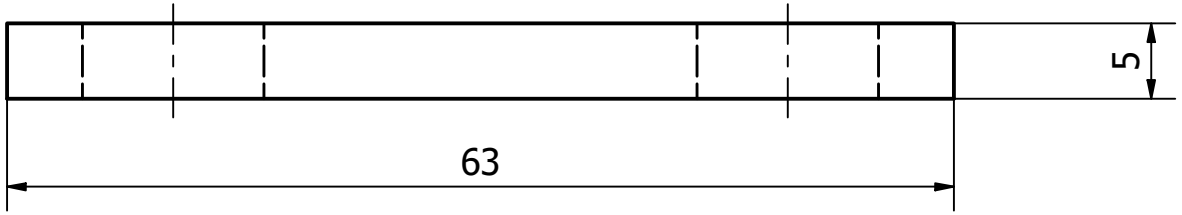


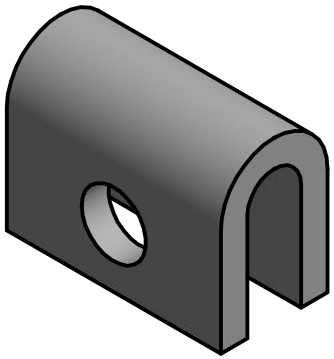
Vista Isométrica (1:1)

Diseño de Parra O, Romero E	Unidades milímetros		Fecha 20/12/2019
Universidad del Azuay	Unión de tubos		
	Soporte transversal de motor	Edición 1	Hoja 3/5



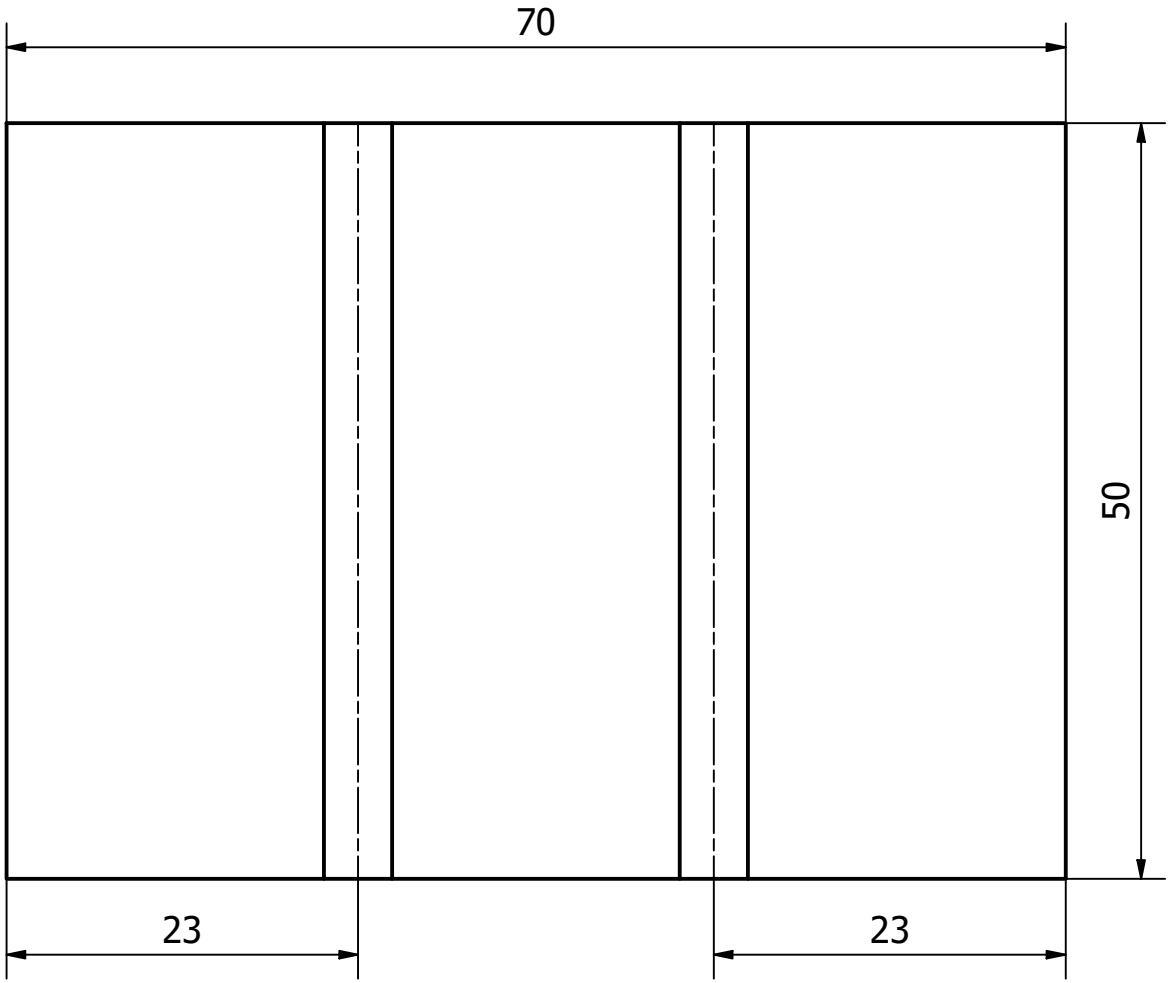
Vista de corte (2:1)



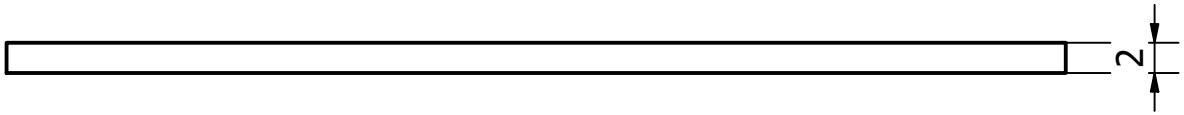


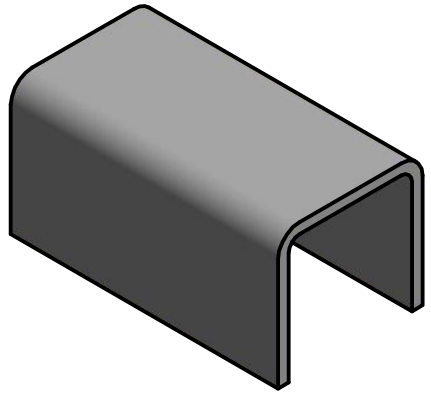
Vista Isométrica (1 : 1)

Diseño de Parra O, Romero E	Unidades milímetros	Fecha 20/12/2019
Universidad del Azuay	Componente 2	
	Soporte transversal de motor	Edición 1 / Hoja 4/5



Vista de doblez (2:1)





Vista Isométrica (1 : 1)

Diseño de Parra O, Romero E	Unidades miímetros	Fecha 20/12/2019
Universidad del Azuay	Componente 3	
	Soporte transversal de motor	Edición 1 / Hoja 5 / 5