



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA DE VULCANIZACIÓN
PARA LA REPARACIÓN DE NEUMÁTICOS EN LA VULCANIZADORA EL
MILENIO”.

AUTOR: Coque Almache Jorge Ramiro

TUTOR: Ing. Segundo Espín. Mg.

AMBATO – ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA DE VULCANIZACIÓN PARA LA REPARACIÓN DE NEUMÁTICOS EN LA VULCANIZADORA EL MILENIO”. Elaborado por el Sr. Coque Almache Jorge Ramiro, estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

- ✓ Que la presente tesis es original de su autor
- ✓ Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos
- ✓ Esta concluida y puede continuar con el trámite correspondiente

Ambato, Febrero del 2017

.....

Ing. Segundo Espín. Mg.

TUTOR

AUTORÍA DE TESIS

Yo, Coque Almache Jorge Ramiro con C.I. # 0503495889 declaro que los contenidos del estudio, resultados obtenidos y expuestos en el presente trabajo de investigación con el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA DE VULCANIZACIÓN PARA LA REPARACIÓN DE NEUMÁTICOS EN LA VULCANIZADORA EL MILENIO”, son absolutamente originales, auténticos y personales; con la excepción de la referencias bibliográficas que contiene este texto.

Los criterios desarrollados en el trabajo de investigación, así como ideas análisis, opiniones de resultados obtenidos, conclusiones, recomendaciones y soluciones aplicadas son de responsabilidad exclusiva de mi persona, como autor del presente proyecto.

Ambato, Febrero del 2017

.....

Coque Almache Jorge Ramiro

CI: 050349588-9

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que se haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Febrero del 2017

.....

Coque Almache Jorge Ramiro

CI: 050349588-9

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del proyecto técnico realizado por el estudiante Jorge Ramiro Coque Almache de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA DE VULCANIZACIÓN PARA LA REPARACIÓN DE NEUMÁTICOS EN LA VULCANIZADORA EL MILENIO”.

Ambato, Febrero de 2017

Para constancia firma:

.....
Ing. Mg. Francisco Peña

.....
Ing. Mg. Jorge Guamanquispe

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primeramente a dios, por brindarme salud y poder tener con vida a toda mi familia eso para mí significa una alegría inmensa.

A mi madre María Luzmila persona que fue el motor de mi vida y a la cual amo mucho en esta vida y que gracias a sus consejos y enseñanzas me guiaron por un buen camino para ser una persona de bien, infinitamente gracias mamá.

A mi padre Miguel ser que respeto mucho y muchas gracias por todo y por la paciencia que me tuviste.

A mis hermanos Luis, Patricio, Carlos, Yolanda y Javier muchísimas gracias por todo, porque ellos siempre me aconsejaban que siga adelante y no me rindiera a pesar de los obstáculos que existen en la vida, eternamente estarán en mi corazón queridos hermanos.

A mis sobrinos Alison, Mateo, Diego, Alejandra, Dominic y Nicole que siempre me robaban una sonrisa cuando tenía días tristes los quiero mucho.

Jorge Ramiro Coque Almache

AUTOR

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por abrirme las puertas de su institución y así lograr las metas que me propuse y a los docentes de la carrera de Ingeniería Mecánica que me impartieron todos sus conocimientos para poder desarrollarlos en el proyecto y que me servirá en el campo laboral, muchas gracias.

Al Ing. Segundo Espín Mg., por ayudarme con sus conocimientos y paciencia para poder realizar el presente proyecto.

A la vulcanizadora “El Milenio” por abrirme las puertas y brindarme el apoyo necesario en especial al propietario William Patricio Coque Almache persona que me apoyaron incondicionalmente y prestándome sus instalaciones para la realización del proyecto.

Jorge Ramiro Coque Almache

AUTOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Páginas preliminares	Nº página
Certificación del tutor	II
Autoría de tesis.....	III
Derechos de autor.....	IV
Aprobación del tribunal de grado.....	V
Dedicatoria	VI
Agradecimiento	VII
Índice de figuras	XI
Índice de tablas.....	XIII
Resumen ejecutivo	XIV
Executive summary	XV
Capitulo I: El Problema.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
Capitulo II: Fundamentación.....	3
2.1 Investigaciones previas	3
2.2 Fundamentacion legal	4
2.2.1 Norma técnica ecuatoriana	4
2.2.2 Normas de construcción.....	4
2.3 Fundamentacion teórica	4
2.3.1 Neumático	4
2.3.2 Composición del neumático.....	5
2.3.3 Propiedades y características de los neumáticos.....	5
2.3.4 Dimensiones de un neumático	8

2.3.5	Descripción de un neumático	9
2.3.6	Vulcanización.....	11
2.3.7	Vulcanización de neumáticos.....	12
2.3.8	Factores que influyen en el proceso de vulcanización.....	15
2.3.9	Estudio de los aceros	19
2.3.10	Moldeo en arena.....	21
2.3.11	Parches para la reparación de neumáticos.....	24
Capitulo III: Diseño del Proyecto		26
3.1	Especificaciones técnicas	26
3.2	Selección de alternativas	27
3.2.1	Matriz Morfológica	27
3.2.2	Análisis de la matriz morfológica	27
3.2.3	Evaluación de Alternativas	30
3.2.4	Definición de cada criterio	31
3.2.5	Selección de Alternativa	32
3.3	Cálculos o modelo operativo.....	33
3.3.1	Diseño de la prensa	33
3.3.2	Estructura del soporte.....	47
3.3.3	Selección de Quemador.....	60
3.3.4	Obtención del molde para vulcanizado	63
3.3.5	Pruebas de funcionamiento	73
3.4	Presupuesto	81
Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones		82
4.1	Conclusiones	82
4.2	Recomendaciones.....	83
Bibliografía		84
Anexos		86
Anexo A		86
Anexo B		92
Anexo C		95
Anexo D		97

Anexo E.....	98
Anexo f.....	100
Anexo G.....	101
Anexo H.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Presión de aire en % vs vida útil del neumático.	6
Figura 2.2. Variación del coeficiente de adhesión en función de la velocidad y temperatura para diferentes condiciones de las superficies rodantes.	7
Figura 2.3. Deformación del neumático debido a la flexibilidad. A: vertical; B: longitudinal; C: transversal.	8
Figura 2.4. Dimensiones básicas de un neumático.	8
Figura 2.5. Sección transversal de un neumático radial.	9
Figura 2.6. Tipos de banda de rodadura.	10
Figura 2.7. Estructura del casucho antes y después de la reacción de vulcanización	12
Figura 2.8. RecaMaxim.	13
Figura 2.9. Moldes intercambiables.	14
Figura 2.10. a) Flanco; b) Banda de rodadura y hombro.	14
Figura 2.11. Sistema de calefacción.	15
Figura 2.12. Sistema de funcionamiento de la tercera presión.	16
Figura 2.13. Presiones de aire en la llanta con envelope, aro, tubo y defensa.	17
Figura 2.14. Presiones de aire en llanta con envelope, aro, tubo y defensa.	17
Figura 2.15. Sistema de recirculación de aire en autoclave horizontal.	18
Figura 2.16. Forma de colocación de llantas para la vulcanización.	18
Figura 3.1. Partes de la estructura de la prensa.	36
Figura 3.2. Distribución de cargas en la viga superior.	37
Figura 3.3. Diagrama de la Columna Soporte.	40
Figura 3.4. Distribución de cargas en la viga inferior.	45
Figura 3.5. Estructura de la prensa.	47
Figura 3.6. Distribución de cargas en la viga transversal.	48
Figura 3.7. Distribución de cargas en la viga longitudinal.	51
Figura 3.8. Distribución de cargas en la viga transversal.	54
Figura 3.9. Diagrama de la columna soporte vertical.	56
Figura 3.10. Esquema de la cabina térmica.	60
Figura 3.11. Perfil del neumático utilizado como modelo para el molde de fundición.	63
Figura 3.12. Molde fundido.	64
Figura 3.13. Aplicación de la carga sobre la cara del molde.	65

Figura 3.14. Mallado del molde	66
Figura 3.15. Análisis estático rin 14”	67
Figura 3.16. Análisis estático rin 15”	67
Figura 3.17. Análisis estático rin 22.5”	68
Figura 3.18. Análisis desplazamientos rin 14”	69
Figura 3.19. Análisis desplazamientos rin 15”	69
Figura 3.20. Análisis desplazamientos rin 22,5”	70
Figura 3.21. Factor de seguridad rin 14”	71
Figura 3.22. Factor de seguridad rin 15”	71
Figura 3.23. Factor de seguridad rin 22,5”	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Valores de los índices de carga.	6
Tabla 2.2. Selección del parche para la reparación del neumático.	24
Tabla 3.1. Matriz Morfológica.	28
Tabla 3.2. Valoración Económica.	30
Tabla 3.3. Valoración Técnica.	31
Tabla 3.4. Pasos preferidos para roscas Acme.	34
Tabla 3.5. Especificaciones técnicas de perfiles laminados UPN–acero ASTM A36.	39
Tabla 3.6. Valores de las longitudes efectivas.	41
Tabla 3.7. Esfuerzos permisibles de columnas ($F_y = 36$ kpsi).	42
Tabla 3.8. Especificaciones técnicas de perfiles estructurales ángulos L Doblado. ..	50
Tabla 3.9. Temperaturas de la cabina térmica.	60
Tabla 3.10. Características Generales	63
Tabla 3.11. Dimensiones de neumáticos.	65
Tabla 3.12. Análisis estático MEF	66
Tabla 3.13. Análisis desplazamientos MEF	68
Tabla 3.14. Análisis factor de seguridad MEF	70
Tabla 3.15. Presupuesto	81

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA DE VULCANIZACIÓN
PARA LA REPARACIÓN DE NEUMÁTICOS EN LA VULCANIZADORA
“EL MILENIO”

AUTOR: Jorge Ramiro Coque Almache

TUTOR: Ing. Segundo Espín. Mg.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en la vulcanizadora “El Milenio”, se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha en la ciudad de Quito Tumbaco Av. Interoceánica lote 8 y Guayaquil, la cual presta servicios de reparación y mantenimiento de todo tipo de neumáticos. Para la elaboración del presente proyecto técnico se tomó en cuenta la necesidad de la vulcanizadora en diseñar y construir un prototipo de prensa para vulcanizar al calor, para lo cual se analizó parámetros del neumático dañado como la medida de la rotura, dimensión del neumático, número de capas de lona (excepto los neumáticos grandes contienen capas de alambre) y se verificó si el daño puede ser reparado.

Se realizó un diseño conceptual para luego definir una metodología adecuada para el proyecto, posteriormente se efectuó los cálculos de cada uno de los elementos que conformen la prensa y finalmente se procedió a la ingeniería de detalle de la máquina y concluido el diseño se ejecutó las pruebas de funcionamiento. La temperatura, presión y tiempo son parámetros necesarios que se tomó en cuenta en la realización de las pruebas de funcionamiento para así obtener una reparación correcta y que soporte las cargas aplicadas que vienen dadas en las especificaciones técnicas de cada neumático. Los resultados del diseño y construcción de la máquina en la vulcanizadora se evidenciaron pues se logró obtener un beneficio para los propietarios de los neumáticos dañados, puesto que se podrá dar una reparación total del neumático y así pueda terminar la vida útil para el cual fue diseñado.

Palabras claves: diseño, prensa, vulcanización, neumáticos y calor.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING
MECHANICAL ENGINEERING CAREER
DESIGN AND CONSTRUCTION OF A VULCANIZATION PRESS FOR
TIRES REPAIR IN THE TIRE REPAIRSHOP “EL MILENIO”

AUTHOR: Jorge Ramiro Coque Almache

TUTOR: Engr. Segundo Espín. Mg.

EXECUTIVE SUMMARY

This research was done in the tire repairshop “El Milenio”; it is located in Pichincha province, Quito city – Tumbaco, Interoceanica Avenue lot 8 and Guayaquil, which offers repairing services and the maintenance of all types of tires. To elaborate this technical project the needs of the tire repairshop were considered to design and build a press prototype for steam vulcanizing, for which the parameters of the damage tire were analyzed such as the measure of the break, dimension of the tire, number of canvas layers and checked if the damage could be repaired.

A conceptual design was made in order to define an accurate methodology for the project, then the calculations of each of the elements that are part of the press were done and finally proceeded to the detailed engineering of the machine and once the design was concluded, the functionality test were done. The temperature, pressure and time are required parameters that were considered in the performance of the functioning test to obtain a correct repair and to support the applied loads that come in the technical specifications of each tire. The results of the design and construction of the machine in the tire repairshop were evidenced because it was possible to obtain a benefit for the owners of the damage tires, also it could be possible to offer a total repair of the tire and in that way, and it can finish the useful life for which it was designed.

Keywords: design, press, vulcanization, tires, heat.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1 TEMA

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA DE VULCANIZACIÓN PARA LA REPARACIÓN DE NEUMÁTICOS EN LA VULCANIZADORA EL MILENIO”

1.2 JUSTIFICACIÓN

En la realización del presente proyecto podremos conocer y tener un concepto más claro acerca del proceso de vulcanización al calor para la reparación de neumáticos, consiguiendo que el mismo se pueda reutilizar nuevamente y así lograr que dure el tiempo necesario para el cual fue diseñado.

Se realizará la vulcanización de los neumáticos dañados de acuerdo al tipo y características, aplicando procedimientos adecuados para la seguridad e higiene industrial del trabajador, considerando criterios de calidad y protección del medio ambiente.

El proceso de vulcanización, se presenta hoy como una alternativa de prevención, mitigación y corrección ante la gran cantidad de impactos generados por la industria y además de generar grandes beneficios ambientales y beneficios económicos para los dueños del neumático [1].

La vulcanización o cura del caucho, es un proceso químico llamado entrecruzamiento en la cual los grupos de moléculas del polímero están fuertemente unidas gracias a puentes atómicos, cambiando la estructura del caucho y volviéndola un material con mayor dureza y resistente al calor.

La vulcanización incrementa el esfuerzo tensil, la dureza, la resistencia a la abrasión por consiguiente disminuye la elongación, compresión permanente y la solubilidad. La resistencia a la tensión y al rasgado muestra su valor óptimo, debido a los cambios producidos por el grado de entrecruzamientos [2].

La vulcanizadora El Milenio trabaja prestando servicios para la reparación y mantenimiento de todo tipo de neumáticos, ya sea estos desde neumáticos para vehículos pequeños, buses, transporte pesados y en general todo tipo de vehículo. El presente trabajo surge de la necesidad antes mencionada y se requerirá del diseño y construcción de una prensa, contribuyendo al proceso de mantenimiento y reparación de los neumáticos dañados, obteniendo como resultado un vulcanizado correcto y de buena calidad.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Diseñar y construir una prensa de vulcanización para la reparación de neumáticos en la vulcanizadora El Milenio de la ciudad de Quito.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar los componentes de la prensa de vulcanización para que cumpla con los estados de carga presentes, utilizando las teorías de Diseño de Elementos de Maquinas.
- Diseñar los moldes para las diferentes medidas desde el RIN 13 hasta el RIN 22.5, con la utilización de herramientas computacionales.
- Construir los componentes de la prensa de vulcanización, mediante procesos de manufactura.
- Realizar pruebas de funcionamiento para verificar que el proceso de vulcanización sea el correcto.

CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN

2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS

Revisando información relacionada con el tema se pudo encontrar algunos trabajos realizados con la siguiente descripción:

Mondaca Guangua Rodrigo Andrés, en su tesis presentada previo a la obtención del título de Ingeniero de ejecución en Mecánica, Universidad de Talca, en la Escuela de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: “DISEÑO DE PRENSA OLEOHIDRÁULICO PARA VULCANIZADO DE TIPO EXPERIMENTAL”, realizada en el 2005, se planteó proyectar una máquina cuyo diseño tendrá como objetivo ser una prensa que permitiera el estudio y experimentación de un proceso en particular que es el conformado de materiales de caucho por intermedio del vulcanizado, es decir, la aplicación de presión y calor a una determinada pieza para la obtención de características particulares en su estructura final. Si bien la prensa fue diseñada y los cálculos fueron realizados con el objetivo de obtener una forma determinada, queda totalmente abierta la posibilidad de futuras modificaciones para que además de servir como maquina vulcanizadora pueda ser adaptada para otro tipo de proceso en donde se involucre el prensado para obtención de determinadas formas, incluso la posibilidad de incrementar la capacidad del sistema calefactor para ser utilizado en otro proceso donde se requiera la aplicación de presión y calor.

Gutiérrez Andrade Hernderson Gustavo, en su trabajo previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingenierías, bajo el tema: “DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA VULCANIZAR COMPUESTOS DE CAUCHO CON UNA CAPACIDAD DE 300 TONELADAS”, desarrollada en el 2012, de la ciudad de Quito, experimentó los parámetros que se debe seguir para su respectivo diseño, cálculos para prensas hidráulicas. El trabajo de este tipo de máquinas es el de elaborar productos de caucho, sin embargo el principal objetivo de este trabajo es el modelado a compresión mediante la temperatura. Analizado el funcionamiento de la prensa hidráulica se obtendrá mejores productos extraídos del caucho y se deberá realizar varios experimentos lo cual nos llevara un largo tiempo para realizar diferentes

estudios y muchas horas de experiencia para lograr resultados óptimos y que sean fiables para la empresa en que se ocupara este tipo de prensa hidráulica.

2.2 FUNDAMENTACION LEGAL

2.2.1 Norma técnica ecuatoriana

- NTE INEN 2101: neumáticos para vehículos. Dimensiones, cargas y presiones. Requisitos
- NTE INEN 2096: neumáticos. Definición y clasificación.
- NTE INEN 2098: neumáticos para vehículos excepto de pasajeros. Métodos de ensayo

2.2.2 Normas de construcción

Se detalla las organizaciones que establecieron varias especificaciones que son utilizadas para elaborar normas, parámetros de diseño y construcción.

- ANSI: America Iron and Steel Institute
- AGMA: American Gear Manufactures Association.
- ASME: American Society of Mechanical Engineers.
- ASTM: American Society of Testing and Materials

2.3 FUNDAMENTACION TEÓRICA

2.3.1 Neumático

El diseño de los neumáticos debe cumplir con varios parámetros importantes, dado que el 20% del consumo de combustible se puede ahorrar mediante un diseño fiable del neumático. Es por ello que la banda de rodadura, flanco, talones, etc, deben estar diseñados de tal forma que soporten las cargas externas aplicadas al vehículo. Este proceso se considera histéresis, el 90% de este valor es el origen para la resistencia d la rodadura del neumático [3].

La estructura de cualquier neumático se puede distinguir mediante la forma, láminas de caucho, láminas de acero y una capa exterior de caucho. La banda de rodadura está en contacto con la superficie y esta debe tener una resistencia al desgaste, por lo tanto debe cumplir con características de frenado, tracción y una adherencia que posee cada diseño del neumático.

2.3.2 Composición del neumático

El neumático tiene diferentes componentes los cuales varían según el tipo y el tamaño del neumático. A continuación se da a conocer los componentes principales:

[3]:

- Caucho natural: 30%
- Caucho sintético: 5%
- Capas metálicas: 17%
- Núcleo metálico: 6%
- Tejido de nylon: 1%
- Caucho halógeno butílico: 37%
- Otros productos químicos (suavizantes, plastificadores, agentes secundarios y agentes de vulcanización): 37%

Tiene un poder calorífico: 32-34 MJ/kg. Esta propiedad hace que sea utilizado como combustible para hornos y calderas con una temperatura de 400 °C [3].

2.3.3 Propiedades y características de los neumáticos

Características de los neumáticos

Seguridad: se debe a la tracción, frenado, fuerzas laterales, durabilidad, resistencia a alteraciones y estabilidad en la calzada.

Confort: tiene como prioridad la absorción de las irregularidades de la calzada, ruido interior y una mejor maniobrabilidad.

Eficiencia economía: se basa en la vida útil del neumático, resistencia a la rodadura, reencauche y precio.

Aspectos medioambientales: evitar la emisión de ruido, utilización correcta de materiales de elaboración del neumático y como punto importante el reciclado de neumáticos usados.

Propiedades de los neumáticos

Capacidad de carga: este dato nos indica cuanta carga puede soportar el neumático, para el cual fue diseñado. En la tabla 2.1 se puede observar las capacidades de carga dependiendo el índice [4].

Tabla 2.1. Valores de los índices de carga.

Índice de carga	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
Capacidad de carga (kg/rueda)	3075	3150	3250	3350	3450	3550	3650	3750	3875	4000

Fuente: Continental, 2009, pág. 14

La capa externa obedece al diseño que debe tener la capa interna y se determina mediante el índice de resistencia del neumático (ply rating). El ply rating es directamente proporcional al índice de carga, se debe tener en cuenta la presión de inflado puesto que a mayor carga el volumen de la presión del aire aumentara. Las especificaciones del inflado viene dada por parte de cada fabricante y dependiendo para que vehículo va hacer montado el neumático, las unidades de presión de inflado está en bar o psi. En la figura 2.1 se observa el porcentaje de presión de aire la cual influye en la vida útil del neumático y también del motor. Tener en cuenta la presión de aire puesto que puede causar daños en la carcasa si sobrepasa el límite de inflado, pero si la presión de inflado es menor tiende a tener un mayor esfuerzo en relación con la superficie de contacto y esto causa un consumo excesivo de combustible y causar fallos en los flancos del neumático.

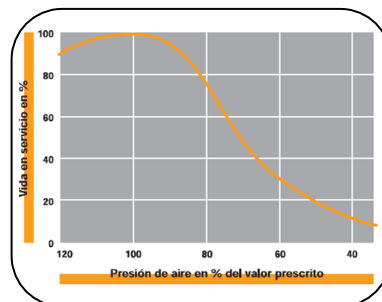


Figura 2.1. Presión de aire en % vs vida útil del neumático.

Fuente: Continental, 2009, pág. 24

Capacidad de tracción: es un factor que influye en la capacidad de tracción y es importante para que el neumático pueda adherirse a la superficie de contacto cuando se aplica un par de giro.

Adherencia: propiedad que permite que el neumático pueda estar adherido a la superficie de contacto, cuando el vehículo acelere o frene. Factores que influyen es el tipo de terreno, banda de rodamiento, desgaste y la velocidad con que se traslade el automotor. En la figura 2.2 se observa la variación de coeficiente de adhesión en función de la velocidad y temperatura para diferentes condiciones de superficies rodantes.

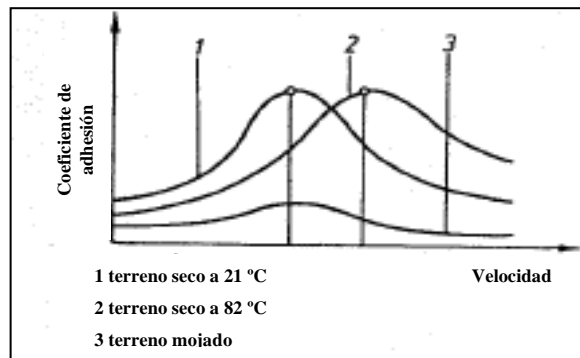


Figura 2.2. Variación del coeficiente de adhesión en función de la velocidad y temperatura para diferentes condiciones de las superficies rodantes.

Fuente: Continental, 2009, pág. 25

Flexibilidad: esto indica la capacidad que tiene el neumático que deformarse al momento de ser aplicado una carga externa. La presión de inflado influye en el aplastamiento y la rigidez de la cubierta, el aplastamiento es proporcional al radio de giro del neumático por lo tanto tendrá un esfuerzo mayor. Por tanto, en la figura 2.3 se muestra las deformaciones del neumático debido a esta propiedad. El neumático será más flexibilidad cuanto mayor sea la carga y menor la presión de inflado.

Mientras la flexibilidad longitudinal se logra en los frenazos y aceleraciones expuestas por el automotor y debido a esto el giro va en dirección del neumático, esto evitara posibles esfuerzos y desplazamientos prematuros. La flexibilidad transversal se manifiesta en neumáticos diagonales, mientras que el diseño de los radiales es más rígido.

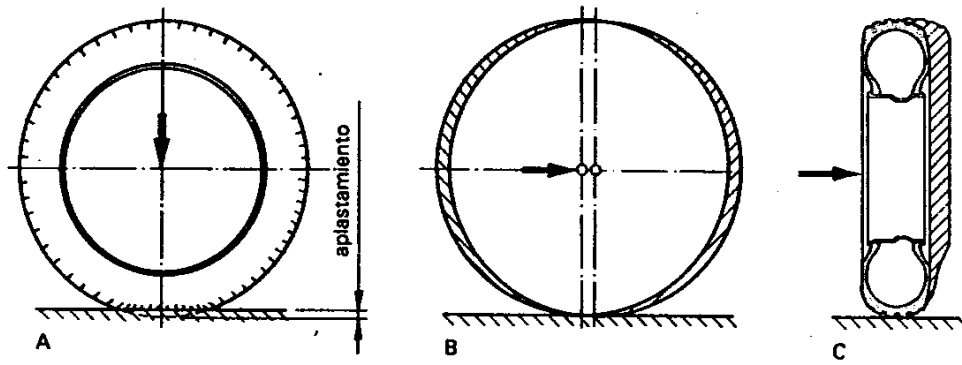


Figura 2.3. Deformación del neumático debido a la flexibilidad. A: vertical; B: longitudinal; C: transversal.

Fuente: Continental, 2009, pág. 25

Amortiguación: propiedad importante para el sistema de suspensión del automóvil, el diseño de los flancos deben ser flexibles para que pueda absorber agentes externos en la superficie de contacto.

La presión de inflado influye en la amortiguación, mayor presión de aire menor será la flexibilidad de los flancos por lo contrario a menor presión mayor será la flexibilidad pero esto tendrá efectos en el diseño de la estructura del neumático. [4].

2.3.4 Dimensiones de un neumático

Especificaciones técnicas elaborados por normas internacionales según ISO y ETRTO (European Tyre and Rim Technical Organization). Las dimensiones principales del neumático se representan en la figura 2.4 [5].

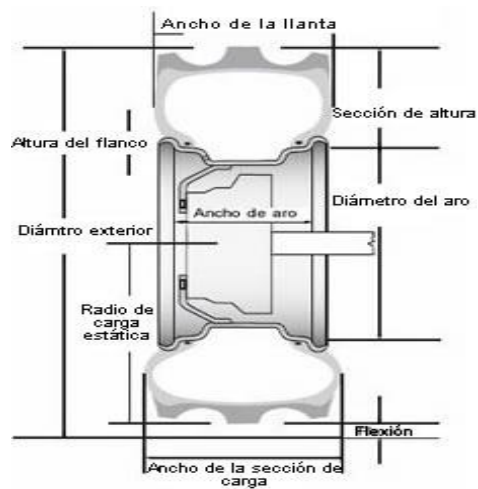


Figura 2.4. Dimensiones básicas de un neumático.

Fuente: Goodyear, 2010, pág.3

Diámetro exterior: el diámetro de un neumático inflado en la parte más externa del mismo.

Ancho del neumático: el ancho del neumático inflado y montado en su aro esto indica la designación de la medida del neumático.

Sección de altura: es la diferencia entre el diámetro exterior y el diámetro del neumático.

Radio de carga estática: distancia entre el centro del neumático y el suelo, esto se realiza cuando el neumático está inflado a una presión según DIN 70020.

Ancho de llanta: es la distancia lineal entre los flancos del neumático.

Ancho del aro: ancho del aro medido de flanco a flanco.

Diámetro del aro: diámetro del aro medido de asiento a asiento.

Capacidad de carga: especificación de cada neumático para indicar la carga que soporta cada neumático, medido en kg (peso en masa).

Circunferencia de rodadura: trayecto recorrido por cada vuelta del neumático.

Presión de inflado: es la presión de inflado medido en psi o bar.

2.3.5 Descripción de un neumático

En la figura 2.5 se observa las partes principales de un neumático radial y diagonal, cumpliendo con las mismas especificaciones de fabricación.



Figura 2.5. Sección transversal de un neumático radial.

Fuente: Continental, 2006, pág. 15

Banda de rodamiento:

La banda de rodadura ofrece una resistencia al deterioro una adherencia en todo tipo de superficie de carretera, combina dos materiales diferentes cubierta y base, la base asume la función de minimizar la temperatura y la banda prolonga la resistencia de rodamiento. Existen neumáticos diagonales y radiales, los tipos de rodamientos se muestran en la figura 2.6.

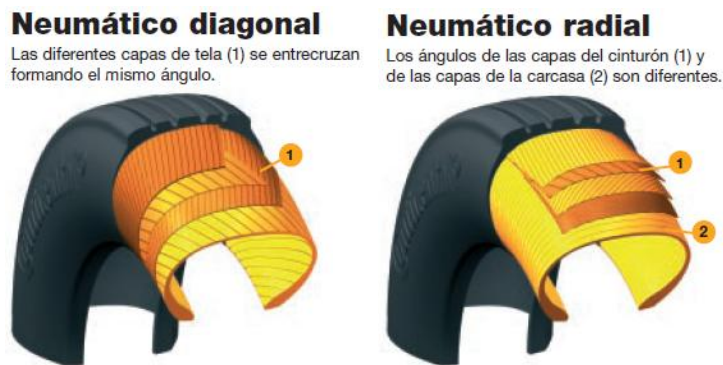


Figura 2.6. Tipos de banda de rodadura.

Fuente: Continental, 2006, pág. 15

Cinturón (Estabilizador):

Proporciona estabilidad al vehículo, prolonga la vida útil del neumático y prohíbe la dilatación de la carcasa por lo tanto incrementa la resistencia estructural del neumático.

Capa radial:

Es la que contiene a los cinturones y a la presión de aire. Dicho elemento ejerce todas las fuerzas de carga, frenado, cambio de la dirección de la rueda y la banda de rodamiento.

Flancos:

Esta parte protege de agentes externos como agresiones laterales y algunos efectos meteorológicos.

Refuerzo del talón:

Asegura el final de la capa de inserción de acero con el núcleo del talón y refuerza la estructura del talón contra fuerzas cortantes altas, está hecho de un material de Nylon, Aramida y cordón de acero [6].

Talones:

Tienen como misión impedir el aumento de diámetro y sujetar la cubierta a la llanta. Su perfil debe adaptarse perfectamente a la pestaña de la llanta para hacer hermético el interior del neumático y conseguir que en las curvas no se salga la pestaña. Están formados por un aro de alambre acerado recubierto de goma [7].

2.3.6 Vulcanización

Es un proceso mediante el cual se vulcaniza el caucho con moléculas de azufre, esta combinación tiene el fin de convertirlo más rígido y resistente al condiciones meteorológicas. En el proceso de vulcanización los agentes elaboran puentes de entrecruzamiento entre sí. Finalmente las moléculas elásticas de caucho quedan entrelazadas entre sí a una mayor o menor prolongación. El caucho después de la vulcanización tiende a ser más estable, duro, durable, más resistente al ataque químico y sin perder la propiedad de elasticidad natural.

La vulcanización es un proceso que debe ser contralado con parámetros definidos para que su estructura molecular pueda ser aplicado para diferentes campos en la industriales, debe seguir varios procesos termoplásticos que caracterizan el comportamiento final de los polímeros. Este proceso de vulcanización es irreversible quedando el caucho vulcanizado como materiales termorrigido (no se funden con el calor).

El azufre es un material con singulares propiedades. En determinadas circunstancias, formara cadenas de sus propios átomos. El carbono y el silicio pueden formar también esas cadenas. La estructura del caucho antes y después de la reacción de vulcanización se observa en la figura 2.7. El proceso de vulcanización hace uso de este fenómeno.

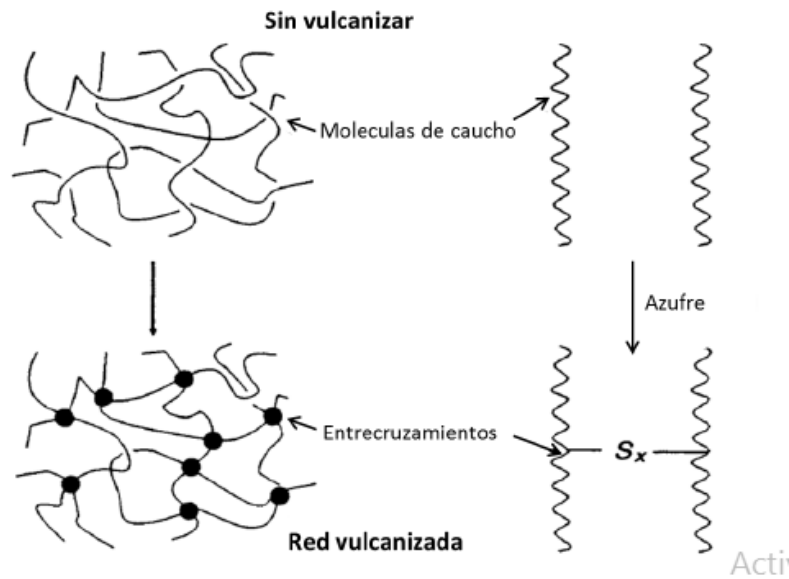


Figura 2.7. Estructura del caucho antes y después de la reacción de vulcanización

Fuente: Urrego Yepes W., Grupo de investigación en materiales de ingeniería, pág. 25.

Las moléculas del caucho vulcanizado existe un número de sitios que son atractivos para los átomos de azufre (cura). La cura del caucho se refiere al unión de una átomo de azufre con otro de su misma masa molecular formando una cadena de átomos y así seguir combinando con otras moléculas, la cadena esta conformada por 2 a 10 átomos, al final se forma una columna vertebral los mismos que pueden ser varios miles de átomos. [8].

2.3.7 Vulcanización de neumáticos

Empresa FONMAR S.A.

La empresa FONMAR S.A. comienza con la fabricación de prototipos para la vulcanización de bandas transportadoras, luego se construyeron los primeros prototipos de máquinas para la reparación de neumáticos. La vulcanización en caliente permite la reparación de cualquier neumático, desde el más pequeño de turismo hasta el más grande de vehículos industriales, mediante la utilización de moldes intercambiables que se adaptan perfectamente al contorno del neumático que se fabrique en un futuro pueda ser reparado simplemente adquiriendo el molde correspondiente (incluso aunque fuera de forma cuadrada).

En la figura 2.8 se observa una máquina Recamaxim para la vulcanización de neumáticos. Funciona con un simple movimiento de la cuna móvil y de la selección

del brazo de apriete adecuado, todas las partes del neumático pueden ser reparadas. En un instante y sin esfuerzo alguno, se puede pasar de una reparación en el hombro, en el flaco (pared) y por último en la banda de rodamiento.

Es posible reparar sobradamente y con comodidad las heridas más grandes aconsejadas por los fabricantes de neumáticos. Esto es posible gracias a las dimensiones del área de vulcanización en la que se aplica calor y presión. También gracias al desarrollo de una amplia gama de accesorios que acompañan a cada máquina: sacos, chapas de apriete y mantas térmicas.



Figura 2.8. RecaMaxim.

Fuente: Fonmar, 2010, pág. 8

Esta máquina cuenta con moldes intercambiables mostrados en la figura 2.9, fabricados mediante fundición de aluminio, están diseñados para ajustarse perfectamente al contorno del neumático. Además, permiten una perfecta transmisión del calor proporcionado por las resistencias de la máquina. La cara del molde que se pone en contacto con el neumático, sigue en su fabricación un procedimiento de desbastado que le hace conseguir acabados de gran calidad.



Figura 2.9. Moldes intercambiables.

Fuente: Fonmar, 2010, pág. 4

También cuentan con la cuna móvil donde están alojados las resistencias y los moldes. Pueden adoptar 2 posiciones dependiendo de la zona del neumático que se vaya a reparar. Existen dos brazos de apriete como se muestra en la figura 2.10, tienen la función de transmitir a las chapas de apriete (placas) la presión ejercida por el balancín. Dependiendo de la ubicación de la herida a reparar, se selecciona el abrazo de apriete correspondiente. El primero se utiliza en la reparación del flanco y el segundo en la banda de rodadura y hombro.

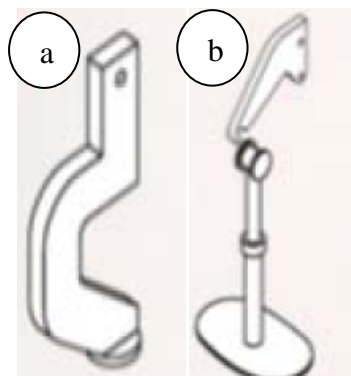


Figura 2.10. a) Flanco; b) Banda de rodadura y hombro.

Fuente: Fonmar, 2010, pág. 5

La presión es un factor muy importante para una perfecta vulcanización, la cual no solo debe ejercer en el área de la herida, sino que debe abarcar una superficie superior, por lo que necesitamos un sistema que aplique suficiente presión. Las placas de apriete, sacos de apriete, mantas térmicas y el trípode son accesorios complementarios para el buen funcionamiento de la máquina.

El sistema de calefacción figura 2.11, viene dado desde el exterior con el molde calefactor y desde el interior del neumático con la manta térmica flexible. La

temperatura puede ser ajustada y controlada de manera independiente en cualquiera de los focos de calor. Este sistema proporciona una temperatura totalmente homogénea y constante durante todo el proceso de vulcanización. Es muy importante que el calor se distribuya de esta manera para que la vulcanización se realice correctamente [9].



Figura 2.11. Sistema de calefacción.

Fuente: Fonmar, 2010, pág. 7

2.3.8 Factores que influyen en el proceso de vulcanización

Durante el proceso de vulcanización intervienen 3 principales factores que son:

- Presión
- Temperatura
- Velocidad y tiempos

Las diferentes formulaciones de cojín y caucho de rodamiento tienen requerimientos de tiempos de curación, una cantidad específica de calor y longitud de tiempo bajo presión, determina el éxito de la curación y adhesión del caucho de rodamiento y goma cojín.

El equipo requerido para la vulcanización puede variar enormemente. Vapor, electricidad, vapor indirecto y transferencia de fluido caliente son los sistemas más ampliamente usados en la industria actual.

a) Presión

La presión se define como la fuerza por unidad de superficie, entonces a mayor presión, mayor fuerza. En el proceso de reencauche, hay que tomar en cuenta 3 diferentes valores de presión:

- **Presión cámara (primera presión):** Es la presión de autoclave que viene regulada para 6 Bar (85 PSI) [10].
- **Presión tubos (segunda presión):** Es la presión interna de las cañerías de aire (tubos) dentro de los neumáticos hasta que alcance 115 PSI. El kit automático de la autoclave contrala presión de los neumáticos manteniendo siempre una diferencia de 2 Bar mayor que la presión de la autoclave [10].
- **Tercera presión (DCP):** Esta presión será introducida entre la envelope (*utilizado en el reencauche del neumático en frio durante la vulcanización, tiene la función de envolver el neumático, presionando la banda precurada sobre la carcasa*) y la banda de rodamiento, es decir solamente en la base de la banda. Con esto se mejora la adhesión del fondo del diseño y los envelopes que se quedan con las tensiones aliviadas, lo que aumentan su durabilidad. La presión en este punto será de 5 Bar, como se muestra en figura 2.12.

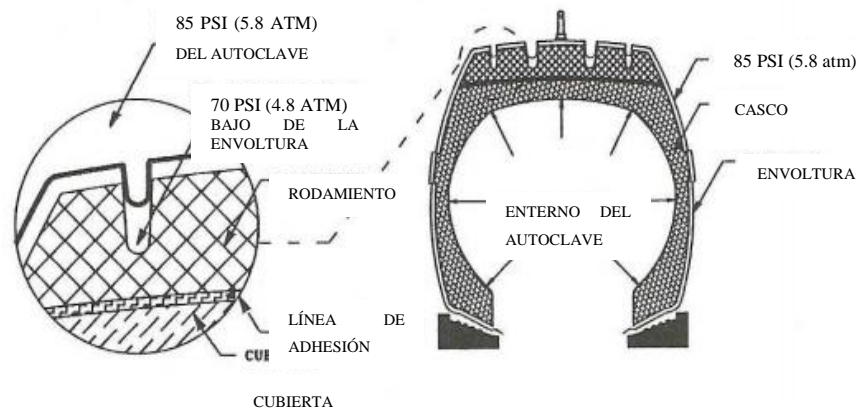


Figura 2.12. Sistema de funcionamiento de la tercera presión.

Fuente: Moscoso Paredes F., 2010, pág. 61

Aquí denotaremos las presiones que se manejen en una llanta armada con envelope, aro, tubo y defensa expuesta en la figura 2.13. Un tubo interno y aro son usados y el calor es transferido desde la parte externe de la llanta, hacia dentro.

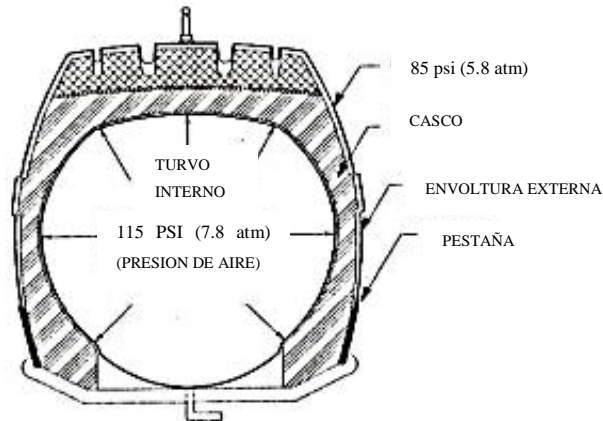


Figura 2.13. Presiones de aire en la llanta con envolpe, aro, tubo y defensa.

Fuente: Moscoso Paredes F., 2010, pág. 61

Posteriormente el manejo de presiones de una llanta armada, tanto con doble envolpe como con anillos. Ningún tubo interno o aro es usado y el calor es transmitido hacia adentro como fuera de la llanta mostrada en la figura 2.14, dando como resultado un tiempo de curación reducido.

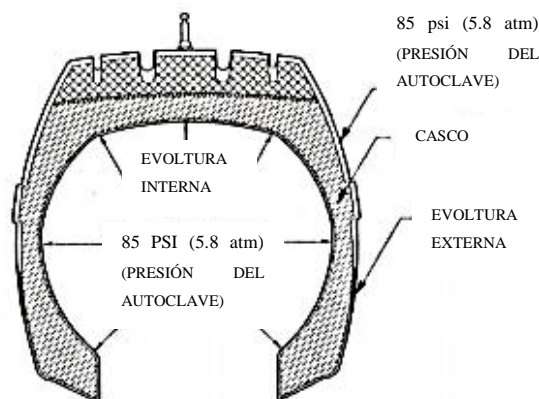


Figura 2.14. Presiones de aire en llanta con envolpe, aro, tubo y defensa.

Fuente: Moscoso Paredes F., 2010, pág. 62

b) Temperatura

Se define como la medida del grado de calor de una sustancia o un cuerpo, es decir, su nivel de energía calorífica. La energía calorífica se transmite desde los cuerpos calientes a los fríos hasta que se alcanza un estado de equilibrio y cesa la transmisión. Por lo tanto, los cuerpos de mayor superficie de contacto a la energía calorífica tardaran menos en recibir la transferencia de temperatura y aquellos de menor superficie de contacto es un caso contrario.

La autoclave tiene el calentamiento que puede ser de vapor o eléctrico y que distribuye el calor en el interior de la autoclave hasta una temperatura determinada. La temperatura interna de la cámara es muy importante, debido a las variaciones del tamaño, cargado de llantas y características de circulación de vapor y/o aire, existirán diferencias de temperatura en la circulación, a través de casi cualquier cámara, especialmente durante el periodo de calentamiento como se puede ver en figura 2.15.

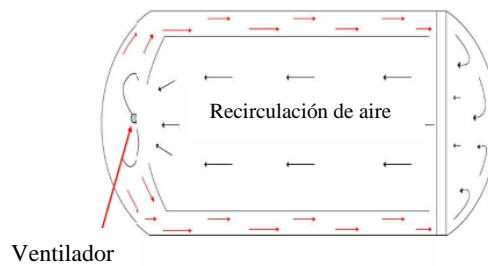


Figura 2.15. Sistema de recirculación de aire en autoclave horizontal.

Fuente: Moscoso Paredes F., 2010, pág. 63

La temperatura que se maneja para un óptimo proceso de vulcanización, esta enlazada directamente con el tiempo de curado y la forma de armado. Para una óptima recirculación de la temperatura, las llantas se colocarán en la autoclave en forma cónica, es decir, las llantas de mayor dimensión irán en la parte posterior de la autoclave, y las de menor dimensión en la puerta de la autoclave. Forma de colocación de llantas para la vulcanización ser puede ver en la figura 2.16.

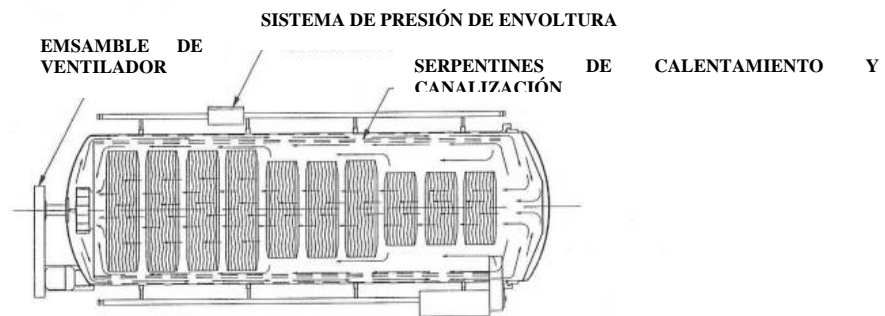


Figura 2.16. Forma de colocación de llantas para la vulcanización.

Fuente: Moscoso Paredes F., 2010, pág. 64

c) Tiempo

El tiempo de vulcanización está determinado por los siguientes parámetros:

El tipo de compuesto de la goma-cojín a utilizar en la curación: El compuesto utilizado para la vulcanización tienen la codificación y el espesor del cojín [10]:

Goma cojín C5TP: Espesor = 1,10mm

El calibre de banda colocada en la llanta a ser reencauchada: la profundidad del labrado varía al diseño y al ancho de la banda de rodamiento a ser colocada, ya que a mayor profundidad de labrado mayor tiempo de vulcanización necesitaría, y viceversa. Bandas de rodamiento con profundidad de labrado menor a 22 mm y el tiempo de vulcanización será de 180 minutos. Bandas de rodamiento con profundidad de labrado mayor a 22 mm y el tiempo de vulcanización será de 210 minutos [10].

La forma de armado de la llanta: llantas armadas con envelope, aro, tubo y defensa necesitan mayor tiempo de vulcanización, debido a que la temperatura tiene que atravesar más elementos protectores, por lo que denotara mayor tiempo para la curación. Llantas armadas con doble - envelope y anillos necesitaran de menor tiempo de vulcanización, con respecto a las llantas armadas con envelope, aro, tubo y defensa, debido a que la temperatura llega de forma directa a la banda de rodamiento, debido a que este tipo de armado no cuenta con muy pocos elementos protectores [10].

2.3.9 Estudio de los aceros

Definición de los aceros

El termino acero se utiliza para materiales ferrosos que generalmente son aptos para conformación en caliente y que contienen con excepción de algunas calidades de alto cromo-carbono en una cantidad de máximo 2%.

Según la composición química se distingue entre:

- Aceros no aleados (aceros al carbono)
- Aceros aleados

Dependiendo de sus propiedades, estos últimos pueden seguir siendo agrupados en:

- Aceros base
- Aceros de calidad
- Aceros especiales

Con algunas contadas excepciones, los aceros especiales están destinados a recibir tratamiento térmico apropiado y ajustado a la aplicación exacta de la herramienta. En el caso del acero A 36 las resistencias a la fluencia mínima S_y , y las resistencias a la tensión mínima S_{ut} , según las normas ASTM son: acero estructural de 36 kpsi mínimo de límite elástico y de 58 kpsi de resistencia ultima a la tensión [11].

Propiedades del acero

Las propiedades del acero definen algunos parámetros para el diseño de un elemento mecánico, esto es debido a las diferentes composiciones que contiene el acero. Se puede mejorar sus propiedades mediante tratamientos térmicos para que pueda ser utilizado en diferentes aplicaciones industriales. A continuación se presenta algunas de sus propiedades [11]:

- Su densidad media es de 7850 kg/m^3 .
- La temperatura puede hacer que el acero se comprima, estire o derrita.
- El punto de fusión del acero es $1510 \text{ }^\circ\text{C}$
- Punto de ebullición $3000 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Material dúctil
- Se considera un material maleable
- Se caracteriza por ser de fácil mecanizado
- La dureza de los aceros varía entre la del hierro y la que se puede lograr mediante su aleación u otros procedimientos térmicos.
- Fácil de soldar, dependiendo del contenido de carbono.
- La desventaja es la corrosión.
- Pueden ser sometidos a los diferentes tratamientos térmicos que existen en la rama de la ingeniería.

2.3.10 Moldeo en arena

El moldeo en arena es un procedimiento que desde sus orígenes está directamente relacionado con la evolución del hombre y su apropiación de técnicas metalúrgicas para trabajar los metales y aleaciones. En el transcurso del tiempo el conformado por moldeo en arena como procedimiento mantiene invariantes las operaciones básicas, en consecuencia, lo que sí ha cambiado, es el entorno agregando maquinaria automática, para simplificar e incrementar la velocidad de producción, reducir costos y proporcionar cada vez mayor precisión o exactitud en las reproducciones.

Las etapas básicas que no cambian para el procedimiento de moldeo en arena son las siguientes:

- a) Colocar un modelo que tiene la forma de la fundición deseada en la arena para reproducir la impresión.
- b) Incorporar un sistema de alimentación.
- c) Retirar el molde y llenar la cavidad con metal fundido.
- d) Esperar a que el metal se enfríe y solidifique.
- e) Separar el molde de la arena y retirar la pieza fundida.

En la mayoría de las operaciones de fundición se utiliza arena como material para el molde, porque es accesible y adecuada para este propósito por su elevado punto de fusión. El tamaño granular promedio para el moldeo está entre 0,1 y 0,3 mm. La arena de moldeo, debe cumplir determinadas normas de calidad a través de ensayos y pruebas periódicas [12].

Características de las arenas de moldeo

Las arenas verdes son provenientes de la descomposición de rocas ígneas y se llaman tierras de moldeo. El tamaño de granos tiene valores entre 0,1 y 0,3 mm y, fundamentalmente, están constituidas por arcilla y cuarzo y otros elementos secundarios. El cuarzo (SiO_2) tiene un porcentaje no mayor al 80 – 90 %. El silicato de alúmina tiene un porcentaje de 10 %, y los granos actúan como aglutinante. La humedad está entre el 10 %, esta compuesta por arcilla y el restante agua libre que es parte de la humedad. Las arenas de moldeo natural están compuestas por un 5 – 7 % de humedad. [12].

Propiedades de las arenas de moldeo

Las propiedades de las arenas verdes son las siguientes:

- Plasticidad: capacidad de la arena extensible por inclusión de aglomerantes para ser fácilmente moldeable en estado húmedo y reproduzca los detalles de los modelos. En relación con la plasticidad, durante un proceso de deformación, el volumen de la arcilla permanece constante. Por el contrario, el volumen de la arena cambia continuamente durante el mismo. Si se intenta deformar una masa de arena húmeda rápidamente, esta se desagrega (la arena es friable). Puede definirse la plasticidad como la propiedad de un material que permite resistir deformaciones rápidas, sin cambiar de volumen y sin agrietarse ni desgarrarse.
- Resistencia húmeda: capacidad de la arena húmeda para formar aglutinaciones o adherirse manteniendo la forma del molde.
- Resistencia seca: mantiene la forma original del molde cuando el metal toca las paredes de la cavidad y evapora el agua secando ese sector del molde de arena.
- Termoestabilidad: la resistencia en caliente y termoestabilidad son propiedades de la arena que permite su estabilidad dimensional de un amplio rango de altas temperaturas.
- Permeabilidad: cuando el metal líquido a alta temperatura toca las paredes del molde húmedo, produce el cambio de estado formando vapor de agua, que es necesario dejar escapar a través de la estructura porosa del molde.
- Comportamiento refractario: es la capacidad de la arena para mantener sus propiedades dimensionales y su integridad. Es decir, que no se funde, ni deforma en presencia del metal a altas temperaturas.
- Fluidez: reacción de la arena al proceso de formación del molde y facilidad con la cual la forma deseada. La presión es un factor importante en el moldeo, porque una presión alta reduce la permeabilidad de la arena y aumenta la posibilidad de defectos por los gases atrapados dentro del molde.
- Conductividad calorífica: disipación adecuada del calor, para que el material fundido enfríe y solidifique en el molde a la velocidad correspondiente.

- Deformabilidad: suficiente, que permite la contracción de la pieza al enfriarse.
- Humedad de las arenas: una determinada humedad en la arena de molde, favorece y mejora la plasticidad de la mezcla arena-aglutinante (arcilla). Al modificarse el contenido de humedad cambian las propiedades útiles de la arena.

Control de tolerancia en los modelos

En el diseño y desarrollo modelador en arena verde es necesario controlar las tolerancias siguientes [13]:

Contracción: dependiendo del tipo de metal a fundir, muchos metales y aleaciones se contraen a diferencia del aluminio que se expande por lo que los moldes deberán tomar en cuenta las medidas finales que tendrá la pieza después de fundida.

Extracción: cuando se depone el modelo, es recurrente ensanchar las superficies de salida, al fabricar estas superficies se debe considerar sus dimensiones para la extracción adecuada.

Acabado de la pieza fundida: se trata de dar origen a la pieza original y pasa por un proceso de acabado superficial, se debe tomar en cuenta la disminución del metal fundido.

Distorsión superficies irregulares: cuando una pieza es de superficie irregular, la contracción por enfriamiento también es variable y genera distorsiones en el elemento fundido, parámetros que deben ser aplicados en la construcción de la pieza requerida.

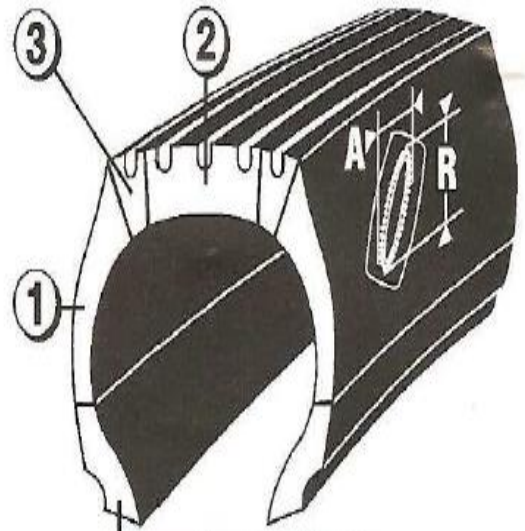
2.3.11 Parches para la reparación de neumáticos

En la tabla 2.2 se especifican los parches que se utilizan para la reparación de neumáticos con validez internacional REPVULC MTC.

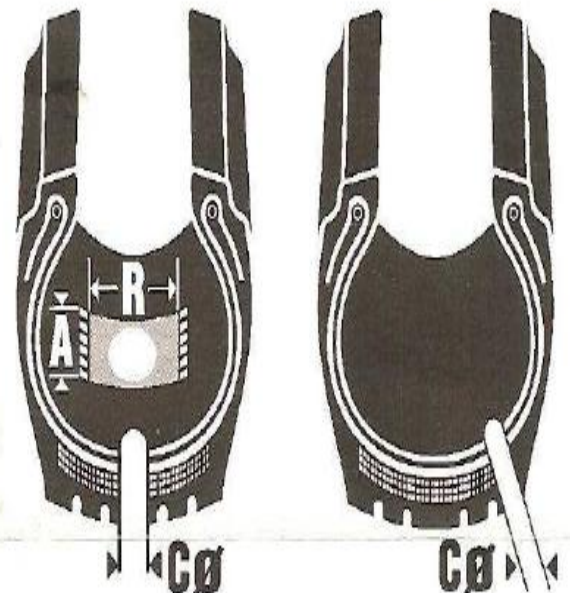
Tabla 2.2. Selección del parche para la reparación del neumático.

E-Line RADIAL

Icono	①		E-No.	②		③
	A mm max.	R mm max.		A/C mm max.	R mm max.	
165-215 6-8 PR	-	-	E10	12	12	-
	15	30	E20	15	15	8
6.00 - 7.50 7R - 8.5R 205/225/	-	-	E10	8	10	-
	10	10	E20	10	15	8
	15	60	E22	15	15	10
	20	50				
	10	80	E40	25	40	15
	25	60				
	1 Cable	80	E24	10	20	-
2 Cables	60					
8.25 - 10.00 9R - 11R 11/ 235/285/	-	-	E10	8	8	-
	10	10	E20	10	15	8
	10	80	E40	20	40	15
	20	60				
	10	110	E42	30	50	20
	25	80	E44	40	70	25
	20	130				
	40	80				
1 Cable	80	E24	10	20	-	
2 Cables	60					
11.00 - 13.00 12R - 15R 12/13/ 295/385/	-	-	E10	8	8	-
	8	8	E20	10	10	6
	10	60	E40	15	20	10
	15	35				
	10	100	E42	25	50	20
	25	80	E44	40	70	25
	20	130				
40	80					
14.00 - 16.5R 15.5/ - 380/ - max. L177	12	30	E40	12	12	10
	10	100	E42	20	30	20
	20	60				
	20	130	E44	30	50	25
	30	60				



Non repairable area
Zone non réparable
Zona non riparabile
Zona no reparable



Fuente: REMA Tip Top, 2015, pág. 2.

Los límites máximos de reparación se refieren a las roturas ya completa y correctamente preparadas (recortadas y raspadas). Los límites máximos no se deben exceder. Esta tabla de reparación considera tanto las regulaciones nacionales como las condiciones de carga y operación, de averiguar si las medidas de los daños indicadas tienen que ser ajustadas. Instrucciones de aplicación para los parches de reparación MTC sin goma cojín:

- a) Seleccionar el parche apropiado, y raspar en el interior del neumático la rotura con cuidado y uniformemente, hasta que la superficie raspada alcance al tamaño del parche.
- b) Quitar la lámina de protección del parche justo antes de aplicarlo.
- c) Aplicar una mano de cementado de vulcanización tanto en el parche (parte interior) como en el área raspada del neumático.
- d) Finalizado el tiempo de secado, laminar el parche con goma cojín y rodillarla.
- e) Quitar la lámina de protección de la goma cojín y aplicar el parche en el interior del neumático y rodillarla completamente desde el centro hacia afuera sin quedar aire atrapado.

Instrucciones de aplicación para los parches de reparación MTC con goma cojín:

- a) Seleccionar el parche apropiado, y raspar en el interior del neumático la rotura con cuidado y uniformemente, hasta que la superficie raspada alcance el tamaño del parche.
- b) Aplicar una mano de cementado de vulcanización en el área raspada del neumático.
- c) Finalizado el tiempo de secado, quitar la lámina de protección de la goma cojín, aplicar el parche en el interior del neumático y rodillarla completamente desde el centro hacia afuera sin quedar aire atrapado.

Las dimensiones de los daños se fijan en valores empíricos basados en experiencias prácticas y en comprobaciones y controles efectuados en bancos de pruebas utilizando los sistemas de reparación adecuada.

Los parches de reparación REPVULC con goma cojín requieren una temperatura de por lo menos 160 °C en el sistema de vulcanización [14].

CAPITULO III: DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas para la prensa de vulcanización se analizaran mediante los procesos que se realiza al momento de la preparación del neumático, así como los parámetros que se debe tomar en cuenta para la vulcanización.

Parámetros de la vulcanización:

- Temperatura ambiente de trabajo: 14 °C
- Tanque de glp.
- Tiempo en calentar la plancha: 1 h 20 min.
- Presión del vapor en el manómetro: 80 psi.
- Temperatura de calentamiento de la plancha: 159 °C (Tmax).
- Neumáticos a vulcanizar por día: 3 Neumáticos máximo.
- Tiempo de Trabajo Máximo: 8h por día.

Elementos para la vulcanización:

- Prensa (se utilizará esta prensa para neumáticos pequeños y grandes)
- Plancha térmica
- Estructura principal
- 3 Moldes: Rin 14 – 15 – 22,5 pulg
- Quemador atmosférico
- Tanque de gas glp.
- Saco de apriete: medidas → 50 x 30 cm
- Placas de apriete: mediadas → 10 x 25 cm; 20 x 15 cm
- Parches radiales marca Tip - Top.
- Pegamento de ligación (solución) - marca Vipal.
- Goma de ligación marca Tip - Top

Tiempo de curado y temperatura: Como se indica la temperatura necesaria para la vulcanización es de 159 °C (temperatura máxima), medida que se tomó con la ayuda de un sensor de temperatura, tales características se muestran en el anexo C.

El molde a utilizar se debe colocar en la plancha para que se caliente uniformemente y así obtener una mejor terminación en el área reparada. El tiempo en que se vulcaniza correctamente un neumático pequeño RIN 14 – 15 es de 2 horas, mientras que para neumáticos grandes RIN 22,5 el tiempo tomado es 8 horas, se debe colocar el neumático en la plancha de vulcanizado cuando la presión llegue a los 80 psi, así podrá adherirse de forma uniforme el parche y la goma de ligación en el neumático estos datos fueron obtenidos en las pruebas de funcionamiento realizadas en la vulcanizadora. La selección del parche depende de las dimensiones de la rotura puesto que mientras más grande sea el daño se deberá utilizar un parche adecuado para su respectiva reparación, para lo cual no servirá de mucha ayuda la tabla 2.2.

3.2 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

3.2.1 Matriz Morfológica

La matriz morfológica se basa en el diseño, características propias de la máquina y se analiza la alternativa conveniente para el desarrollo del proyecto. Mediante la matriz morfológica representada en la tabla 3.1, la cual comparó 3 opciones de diseños para las diferentes partes de la máquina.

3.2.2 Análisis de la matriz morfológica

Las soluciones se dan mediante el estudio de varias ideas y se lo realiza analizando todos los parámetros de diseño.

La Alternativa 1: Tendrá la disposición de un soporte normal en forma de mesa, el cual estará constituido de acero estructural, para calentar se utiliza un quemador de glp y para sujetar los neumáticos deseados se utiliza una prensa manual.

Ventajas:

- Materia prima
- Construcción asequible.
- Fabricación

Tabla 3.1. Matriz Morfológica.

ALTERNATIVA S	PARTES PRINCIPALES DE LA MÁQUINA			
	SOPORTE	MATERIAL	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	SISTEMA DE AJUSTE
ALTERNATIVA 1	<p>SOPORTE NORMAL</p> 	<p>ACERO ESTRUCTURAL AISI A36</p>	<p>QUEMADOR DE GLP</p> 	<p>PRENSA DE AJUSTE</p> 
ALTERNATIVA 2	<p>SOPORTE NEUMÁTICO</p> 	<p>ACERO CON ALTO CONTENIDO DE CARBONO</p>	<p>QUEMADOR INDUSTRIAL</p> 	<p>PRENSA NEUMÁTICA</p> 
ALTERNATIVA 3	<p>SOPORTE AUTOMÁTICO</p> 	<p>ACERO CON ALTO CONTENIDO DE CARBONO</p>	<p>MANTA TÉRMICA FLEXIBLE</p>  <p>Tres focos de calor.</p>	<p>PISTÓN HIDRÁULICO</p> 

Fuente: Autor

Desventajas:

- Mayor peso.
- Mantenimiento constante, por tal motivo se realizara un manual que esta especificada en el anexo B.

La Alternativa 2: Se compone de una mesa o soporte neumático, el cual estará constituido de acero con alto contenido de carbono, para calentar se debe tener presente que se utilizará un quemador industrial y para prensar una prensa la cual funcionará de forma neumática.

Ventajas:

- Alta resistencia al desgaste.
- Facilidad de operación por parte del trabajador.
- Mecanismo neumático.

Desventajas:

- Costos altos para la fabricación.
- Materiales de difícil adquisición.
- Quemadores que necesitan de gas envasado.

La Alternativa 3. Se compone de una mesa o soportes automáticos, controlados por micro controladores, constituido de acero con alto contenido de carbono, para calentar se debe tener presente que se utilizará una manta térmica y conformada por una prensa hidráulica la cual funcionará de igual manera de forma automática.

Ventajas:

- Alta resistencia al desgaste.
- Facilidad de operación por parte del trabajador.
- Mecanismo automático.

Desventajas:

- Costos altos para la fabricación.
- Materiales de difícil adquisición.

- Necesita energía eléctrica.

3.2.3 Evaluación de Alternativas

Las alternativas tendrán una evaluación técnica y una evaluación económica, dando los siguientes valores:

1: regular; 2: bueno.

3: muy bueno; 4: fácil adquisición.

A esta evaluación se implantará un factor de importancia:

1: Importante; 2: Muy Importante; 3: Imprescindible.

En la tabla 3.2 se analizará la valoración económica que representa las alternativas seleccionadas en donde se muestran los puntos a evaluar ponderados.

Tabla 3.2. Valoración Económica.

Puntos de Evaluación	Factor de Importancia (Fi)	Puntaje (P)			
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Puntaje Ideal
Costo de Materiales	3	4	2	2	4
Costo de Fabricación	3	3	2	2	4
Costos de Reparación y Mantenimiento	2	3	3	2	4
Costos de Operación	3	4	4	3	4
Total = $\sum(F_i \times P)$		39	30	25	44
Coeficiente Económico = $(P \text{ Total} / P \text{ Ideal}) \times 100$		88,6 %	68,2%	56,8 %	100%

Fuente: Autor

En la tabla 3.3 se apreciará la valoración técnica con la que cuenta el proyecto a ser desarrollado.

Tabla 3.3. Valoración Técnica.

Puntos de Evaluación	Factor de Importancia (Fi)	Puntaje (P)			
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Puntaje Ideal
Rendimiento	3	3	4	3	4
Facilidad de Construcción	3	4	2	2	4
Facilidad de operación	3	4	4	4	4
Durabilidad de Componentes	3	3	3	3	4
Mantenimiento y Reparación	2	3	2	2	4
Fácil Limpieza	1	3	2	2	4
Total = $\sum(Fi \times P)$		51	45	42	60
Coeficiente Económico = $(P \text{ Total} / P \text{ Ideal}) \times 100$		85%	75%	70%	100%

Fuente: Autor

3.2.4 Definición de cada criterio

Costo: se tomara en cuenta los materiales que serán utilizados para la construcción de la máquina, y así lograr una cotización fiable para el presupuesto con que se cuenta.

Rendimiento de la Máquina: se basa en la eficiencia máxima de la maquina después del diseño.

Facilidad de Construcción: aplicar proceso de manufactura conocidos.

Facilidad de Operación: manipulación no complicada para que el operario no tenga ningún problema al momento de su operación.

Durabilidad de los Componentes: se debe aplicar los parámetros de diseño y determinar su vida útil.

Mantenimiento y Reparación: se deberá conocer el funcionamiento correcto de la máquina.

3.2.5 Selección de Alternativa

Se analizó las tres alternativas expuestas anteriormente y se consiguió como resultado, que la alternativa 1 tiene una evaluación económica del 88,6%, y en la evaluación técnica la alternativa 1 tiene el 85%. Por consiguiente se concluye que la principal alternativa para el diseño es la **Alternativa 1**.

3.3 CÁLCULOS O MODELO OPERATIVO

3.3.1 Diseño de la prensa

Considerando que la prensa está conformada por un tornillo de potencia y una estructura, por lo que a continuación se procede a seleccionar los materiales para las partes nombradas anteriormente, para una fuerza determinada.

Dimensionamiento del tornillo de potencia

Se debe tener presente que el torque que necesita el tornillo de potencia, se determinó mediante ensayos realizados en la vulcanizadora con la ayuda de un torquímetro, donde se tomó tres mediciones dando los siguientes resultados:

- $T1 = 50 \text{ lb} \cdot \text{ft} = 67,81 \text{ N} \cdot \text{m}$ (neumáticos rin 22,5 pulg).
- $T2 = 45 \text{ lb} \cdot \text{ft} = 61,03 \text{ N} \cdot \text{m}$ (neumáticos rin 17,5 pulg).
- $T3 = 40 \text{ lb} \cdot \text{ft} = 54,25 \text{ N} \cdot \text{m}$ (neumáticos rin 14 – 15 pulg).

Para diseñar el tornillo de potencia se utilizó un acero 1018 cuyas características se muestran en el anexo F, seguidamente se determinara la fuerza que interviene en el mismo, para lo cual se utilizó, el torque mayor escrito anteriormente, que es de $T1 = 67,81 \text{ N} \cdot \text{m}$, donde además se seleccionó el diámetro mayor $d = 1 \text{ pulgada}$ ($0,0254 \text{ m}$) tomada de la tabla 3.4; por lo que (Mott, 2006, pág. 719) [15], la fórmula para calcular el torque viene dada mediante la ecuación 3.1.

$$T = F * d \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Donde:

- $T = \text{Torque}, \text{N} \cdot \text{m}$
- $d = \text{Diámetro exterior nominal}, \text{m}$
- $F = \text{Carga de sujeción}, \text{N}$

Mediante la ecuación 3.1 despejamos la fuerza F:

$$F = \frac{T}{d} = \frac{67,81 \text{ N} \cdot \text{m}}{0,0254 \text{ m}} = 2669,68 \text{ N}$$

Una vez determinada la fuerza se procedió a diseñar el tornillo de potencia (Shigley, 2015, pág. 411) [16], de la ecuación 3.2 se obtuvo el diámetro de paso para el tornillo de potencia.

$$d_m = d - p/2 \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Donde:

- $d_m = \text{Diámetro de paso, mm}$
- $d = \text{Diámetro mayor, mm}$
- $p = \text{Paso, mm}$

Tabla 3.4. Pasos preferidos para roscas Acme.

d, pulg	1/4	5/16	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	5/4	3/2	7/4	2	5/2	3
p, pulg	1/16	1/14	1/12	1/10	1/8	1/6	1/6	1/5	1/5	1/4	1/4	1/4	1/3	1/2

Fuente: Shigley, 2015, pág. 406.

Mediante la tabla 3.4 para pasos de roscas Acme, se puede determinar que:

$$p = \frac{1}{5} \text{ pulg.} = 5,08 \text{ mm}$$

Por lo tanto, utilizando la ecuación 3.2, el diámetro de paso d_m es:

$$d_m = 25,4 \text{ mm} - \frac{5,08 \text{ mm}}{2} = 22,86 \text{ mm}$$

Para el cálculo del diámetro menor (Shigley, 2015, pág. 411) [16], se calculó con la ecuación 3.3.

$$d_r = d - p \quad (\text{Ec. 3.3})$$

Donde:

- $d_r = \text{Diámetro menor, mm}$
- $d = \text{Diámetro Mayor, mm}$
- $p = \text{Paso, mm}$

$$d_r = 25,4 \text{ mm} - 5,08 \text{ mm} = 20,32 \text{ mm.}$$

Para obtener el ancho de la rosca se utilizó la ecuación 3.4, (Shigley, 2015, pág. 411) [16].

$$l = np \quad (\text{Ec. 3.4})$$

Donde:

- $l = \text{Longitud de avance, mm.}$
- $p = \text{Paso} = \frac{1}{5} \text{ pulg} = 5,08 \text{ mm.}$
- $n = \text{Ancho de la rosca. Se debe detallar que el ancho de la rosca es la mitad del paso} = 2,54 \text{ mm.}$

$$l = 2,54 * 5,08 = 12,9 \text{ mm.}$$

Una vez detallado el diámetro de paso, diámetro menor y el avance, se procedió a determinar el par de torsión requerido mediante la ecuación 3.5 (Shigley, 2015, pág. 402) [16], para proceder hacer girar el tornillo contra la carga.

$$T_R = \frac{F * d_m}{2} \left(\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - f l} \right) \quad (\text{Ec. 3.5})$$

Donde:

- $T_R = \text{Par de Torsión para girar el tornillo contra la carga, } N \cdot m$
- $F = \text{Carga de Sujeción, } N.$
- $d_m = \text{Diámetro de Paso, mm.}$
- $l = \text{Avance, mm.}$
- $f = \text{Coeficiente de Fricción}$

($f = 0,74$; Superficie que necesita muy poca lubricación, contacto acero-acero 0,74 – 0,54) [16].

$$T_R = \frac{2669,68 \text{ N} \times 22,86 \text{ mm}}{2} \left(\frac{12,9 \text{ mm} + \pi \times 0,74 \times 22,86 \text{ mm}}{\pi \times 22,86 \text{ mm} - 0,74 \times 12,9 \text{ mm}} \right)$$

$$T_R = 32354,53 \text{ N} \cdot \text{mm} * \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} = 32,35 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_R = 32,35 N \cdot m$$

Como se puede ver que el torque requerido $T = 67,81 N \cdot m > T_R = 32,35 N \cdot m$, quiere decir que es válido.

Por lo que se determinó que el diámetro mayor $d = 25,4 mm$ (1 pulg), asumido inicialmente es el correcto para el diseño del tornillo de potencia.

Diseño estructural de la prensa

Se debe especificar que en la estructura de la prensa está conformada por dos vigas y una columna como se observa en la figura 3.1, por lo que se procedió a seleccionar los materiales para las partes nombradas anteriormente. La fuerza de sujeción calculada mediante la ecuación 3.1 donde $F = 2669,68 N = 272,14 Kg$ y el peso del neumático R 22,5 medición que fue tomado para el diseño del tornillo tiene un peso de 90 lb [17].

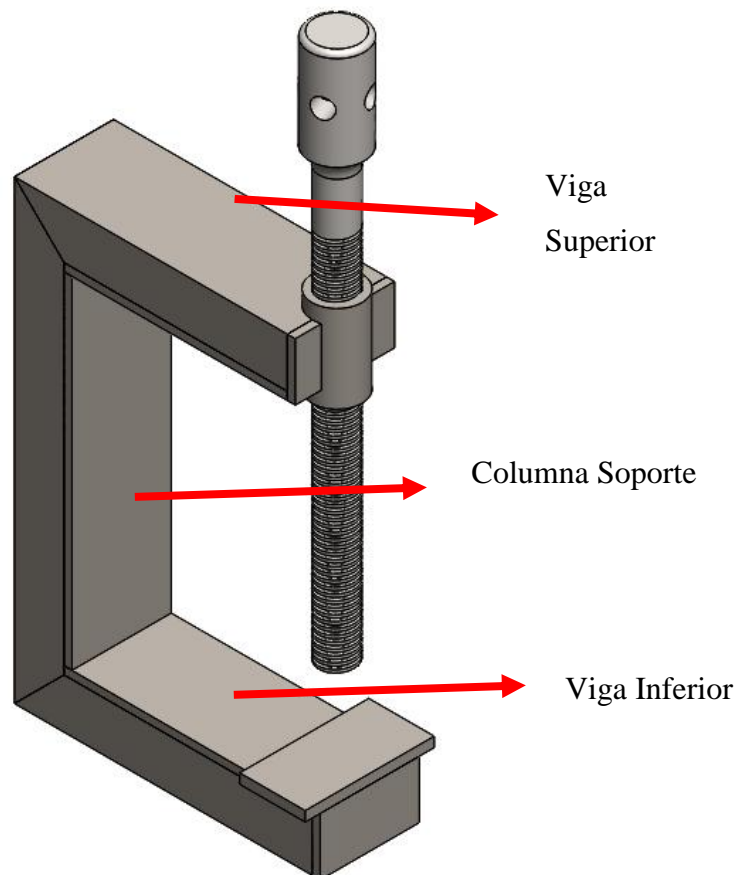


Figura 3.1. Partes de la estructura de la prensa.

Fuente: Autor

Selección del Material de la Viga Superior

Para seleccionar el material de la viga superior indicada en la figura 3.2, se tiene los siguientes datos:

- Carga $req_{viga} = \text{carga de sujeción} + \text{carga del neumático} = 272,14 \text{ Kgf} + 40,91 \text{ Kgf} = 313,05 \text{ Kgf}$
- Longitud de la viga es de $275 \text{ mm} = 27,5 \text{ cm}$.
- Se calculara con $F_y = 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$, para el acero ASTM A36.

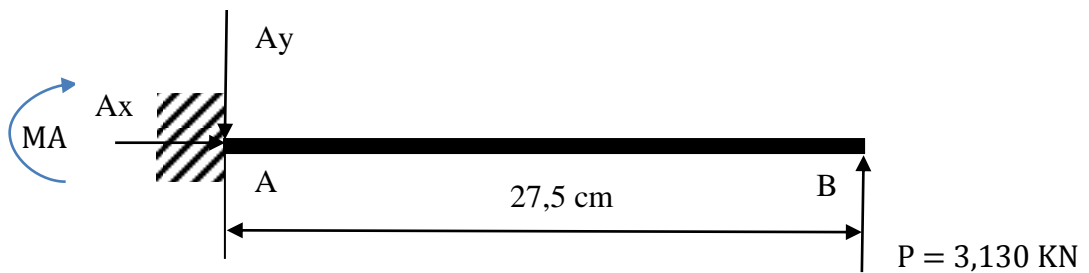


Figura 3.2. Distribución de cargas en la viga superior.

Fuente: Autor

$$\sum_{FY} = 0$$

$$-Ay + P = 0$$

$$313,05 \text{ Kgf} = Ay$$

$$Ay = 313,05 \text{ Kgf}.$$

Se determinó los momentos en los puntos A y B considerando que es una viga en voladizo con carga en extremo (Shigley, 2015, pág. 999) [16], se determinó que:

$$M_A = Fl \quad (\text{Ec. 3.6})$$

$$M_A = M_F = Fl = 313,05 \text{ Kgf} * 27,5 \text{ cm} = 8608,85 \text{ Kgf} \cdot \text{cm}$$

Las especificaciones ASD-F1 tienen diferentes esfuerzos permisibles por flexión. Para la mayoría de los casos, el esfuerzo permisible por flexión (McCormac, 2012, pág. 238) [18], la ecuación 3.7 es:

$$Fb = 0,66 Fy \quad (\text{Ec. 3.7})$$

$$Fb = 0,66 \times 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = 1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

El módulo de sección necesario para que la viga tenga suficiente resistencia a la flexión se calculó mediante la ecuación 3.8, (McCormac, 2012, pág. 238) [18].

$$Sx = \frac{M}{Fb} \quad (\text{Ec. 3.8})$$

Donde:

- $Sx = \text{Módulo de sección, cm}^3$
- $M = \text{Momento flexionante, kg} \cdot \text{cm}$
- $Fb = \text{Esfuerzo permisible, kg/cm}^2$

$$Sx = \frac{8608,85 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 5,16 \text{ cm}^3$$

El módulo de sección dado mediante el catálogo de Dipac mostrado en la tabla 3.5 [19], se seleccionó un perfil UPN con las siguientes características:

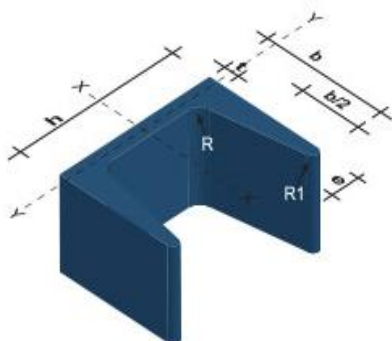
Perfil UPN 80:

- $h = 80 \text{ mm}$
- $b = 45 \text{ mm}$
- $\text{Área } Ag = 1,10 \text{ cm}^2$
- $Sx = 26,50 \text{ cm}^3$

Tabla 3.5. Especificaciones técnicas de perfiles laminados UPN–
Acero ASTM – A 36.

Especificaciones Generales:

- **Calidad:** ASTM A 36 / ENS 235 JR / EN10025 / ASTM A572 / ENS 275JR / EN10025
- **Otras Calidades:** Previa Consulta
- **Largo normal:** 6,00mts y 12,00mts
- **Otros Largos:** Previa consulta
- **Acabado:** Natural
- **Otro Acabado:** Previa Consulta



Nomenclatura

h= Patín
b= Ala
t= Espesor Alma
e= Espesor Ala
R= Radio Giro Alma
R1= Radio Giro Ala

Propiedades Mecánicas

Resistencia Mecánica		Punto Fluencia	
Kg/mm ²	Mpa	Kg/mm ²	Mpa
37 - 52	370 - 520	24	235

Denominación	Dimensiones						Propiedades					
	h	b	t	e	R	R1	Área Sección cm ²	Pesos kg/mts	Inercia (cm ⁴)		Módulo Resistencia (cm ³) Sección	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm			Eje X-X	Eje Y-Y	Eje X-X	Eje Y-Y
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80

Fuente: DIPAC Productos de acero, 2016.

Seguidamente, se verifica el perfil UPN 80 seleccionado, con el cálculo de la carga total, momento máximo y el módulo de sección del perfil.

$$q = 313,05 \text{ Kg} + 8,64 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 0,275 \text{ m} = 315,43 \text{ Kg}$$

$$M = 315,43 \text{ Kg} \times 27,5 \text{ cm} = 8674,22 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$S_{req} = \frac{8672,22 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 5,19 \text{ cm}^3$$

$$S_{req} < S_{Tabl.}$$

$$5,19 \text{ cm}^3 < 26,50 \text{ cm}^3$$

Se comprobó el módulo de sección requerido de las tablas y se puede decir que el perfil UPN 80 seleccionada es la correcta y apropiado para actuar como viga superior en la estructura de la prensa es:

Perfil UPN 80: $h = 80 \text{ mm}$ y $b = 45 \text{ mm}$

Selección del material de la columna soporte

Una vez obtenido el material a utilizar para la viga superior, se procede a seleccionar el material a ocuparse para la columna soporte como se observa en la figura 3.3.

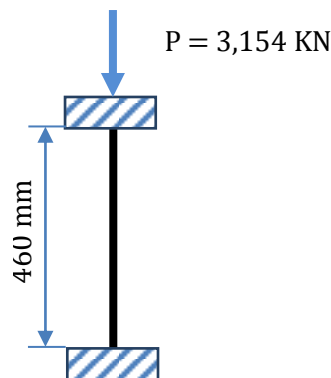


Figura 3.3. Diagrama de la Columna Soporte.

Fuente: Autor

Para seleccionar el material a utilizar de la columna indicada se tiene los siguientes datos:











La carga de la viga superior se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Carga de la viga superior} = 8,64 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0,275 \text{ m} = 2,376 \text{ kg}$$

- Carga requerida_{columna} = carga requerida_{viga} + carga viga superior = 313,05 Kgf + 2,376 Kgf = 315,43 Kgf = 3,154 KN
- Longitud de las columnas de la estructura es de 460 mm
- Se calculara con $F_y = 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$, por lo que se seleccionó el acero ASTM A36.

Debemos notar que la estructura se encuentra empotrada en los dos extremos, por lo tanto tenemos un factor de $k = 0,65$ según la tabla 3.6.

Tabla 3.6. Valores de las longitudes efectivas.

Las líneas punteadas muestran la forma pandeada de la columna	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
						
Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son aproximadas	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Símbolos para las condiciones de extremo	 Rotación y traslación impedidas  Rotación libre y traslación impedida  Rotación impedida y traslación libre  Rotación y traslación libres					

Fuente: McCormac, 2012, pág. 143.

Con una relación de esbeltez $\frac{KL}{r} = 50$, mediante la tabla 3.7 se determinó que $F_a = 18,350 \text{ kpsi}$.

Tabla 3.7. Esfuerzos permisibles de columnas ($F_y = 36$ kpsi).

$\frac{KL}{r}$ ratio		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Fa	21,560	21,520	21,480	21,440	21,390	21,350	21,300	21,250	21,210
10	21,160	21,100	21,050	21,000	20,950	20,890	20,830	20,780	20,720	20,660
20	20,600	20,540	20,480	20,410	20,350	20,280	20,220	20,150	20,080	20,010
30	19,940	19,870	19,800	19,730	19,650	19,580	19,500	19,420	19,350	19,270
40	19,190	19,110	19,030	18,950	18,860	18,780	18,700	18,610	18,530	18,440
50	18,350	18,260	18,170	18,080	17,990	17,900	17,810	17,710	17,620	17,530
60	17,430	17,330	17,240	17,140	17,040	16,940	16,840	16,740	16,640	16,530
70	16,430	16,330	16,220	16,120	16,010	15,900	15,790	15,690	15,580	15,470
80	15,360	15,240	15,120	15,020	14,900	14,790	14,670	14,560	14,440	14,320
90	14,200	14,090	13,970	13,840	13,720	13,600	13,480	13,350	13,230	13,100
100	12,980	12,850	12,720	12,590	12,470	12,330	12,200	12,070	11,940	11,810
110	11,670	11,540	11,400	11,260	11,130	10,990	10,850	10,710	10,570	10,430
120	10,280	10,140	9,990	9,850	9,700	9,550	9,410	9,260	9,110	8,970

Fuente: Manual ASD, 2010, pág. 488.

Se procedió a seleccionar el perfil con los datos propuestos inicialmente.

$$Fa = 12652,38 \text{ N/cm}^2$$

Para calcular el área de la sección del perfil utilizamos la ecuación 3.9, (McCormac, 2012, pág. 139) [18].

$$A = \frac{P}{Fa} \quad (\text{Ec. 3.9})$$

Donde:

- A = Área de la sección del perfil, cm^2 .
- P = Carga requerida – columna, N .
- Fa = esfuerzo permisible, N/cm^2 .

$$A = \frac{3154,3 \text{ N}}{12652,38 \frac{N}{\text{cm}^2}} = 0,249 \text{ cm}^2$$

Con el área dada se seleccionó en la tabla 3.5, un perfil UPN del catálogo de Dipac teniendo las siguientes dimensiones:

- Área $A_g = 1,10 \text{ cm}^2$
- $r = 8,0 \text{ mm}$.

Seguidamente, se verifico el perfil UPN 80 seleccionado, y se realizara las siguientes verificaciones:

Verificación 1:

Calculamos la relación de esbeltez para seleccionar el esfuerzo permisible de la columna en la tabla 3.7 (McCormac, 2012, pág. 150) [18], se determinó que:

$$\frac{KL}{r} = \frac{0,65 \times 460 \text{ mm}}{8 \text{ mm}} = 37,38 \approx 37$$

En donde de la tabla 3.7 $F_a = 19,420 \text{ kpsi}$, se calculó la carga requerida despejando P de la ecuación 3.9 para la comprobación.

$$F_a = 13390,15 \text{ N/cm}^2$$

$$P_{\text{calculado}} = F_a \times A \quad (\text{Ec. 3.10})$$

$$P_{\text{calculado}} = 1,10 \text{ cm}^2 \times 13390,15 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 14,729 \text{ KN}$$

$$P_{\text{calculado}} > P_{\text{requerido}}$$

$$14,729 \text{ KN} > 3,154 \text{ KN}$$

Verificación 2:

Se determinó la constante de columna mediante la ecuación 3.11 (McCormac, 2012, pág. 148) [18], por lo tanto:

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} \quad (\text{Ec. 3.11})$$

Donde:

- E = módulo de elasticidad, 29000 *kpsi*, (para aceros estructurales 28000 – 300000 *kpsi*)
- Fy = limite de fluencia, 36 *kpsi*

$$Cc = 126,1$$

$$\frac{KL}{r} < Cc$$

$$37 < 126,1$$

Por lo tanto para relaciones de esbeltez menores que Cc, se utilizó la formula parabólica dada por la ecuación 3.12, (McCormac, 2012, pág. 149) [18].

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}{2Cc^2} \right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{KL}{r}\right)}{8Cc} - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^3}{8Cc^3}} \quad (\text{Ec. 3.12})$$

$$F_a = 19,424 \text{ kpsi}$$

$$F_a = 13392,91 \text{ N/cm}^2$$

La carga requerida $P = 3,154 \text{ KN}$, de la ecuación 3.10 se obtuvo la carga permisible la cual debe ser mayor que la carga requerida.

$$P_{\text{calculado}} = F_a * A$$

$$P_{\text{calculado}} = 1,10 \text{ cm}^2 * 13392,91 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 14,732 \text{ KN}$$

$$P_{\text{calculado}} > P_{\text{requerido}}$$

$$14,732 \text{ KN} > 3,154 \text{ KN}$$

Se verifico el perfil UPN 80 mediante las verificaciones correspondientes, por lo tanto soportara las cargas establecidas.

Selección del material de la viga inferior

Para seleccionar el material de la viga inferior indicada en la figura 3.4, se tiene los siguientes datos:

$$\text{Carga de la viga superior} = 8,64 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0,275 \text{ m} = 2,38 \text{ kg}.$$

$$\text{Carga de la columna} = 8,64 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0,46 \text{ m} = 3,97 \text{ kg}.$$

- Carga total_{viga} = Carga requerida + Carga viga superior + Carga columna soporte = 313,05 Kgf + 2,38 Kgf + 3,97 Kgf = 319,4 Kgf
- Longitud de la viga 300 mm = 30 cm..
- Se calculara con $F_y = 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$, por lo que se seleccionó el acero ASTM A36.

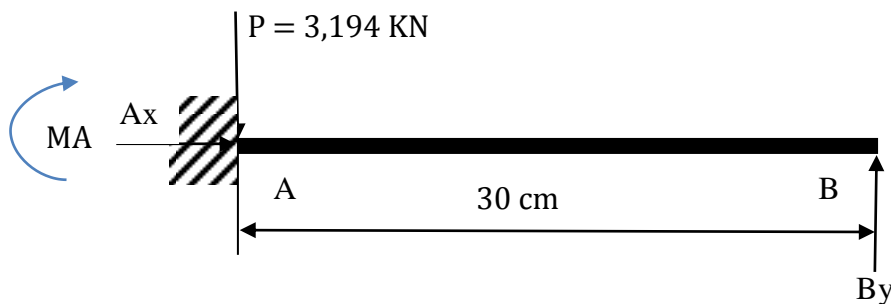


Figura 3.4. Distribución de cargas en la viga inferior.

Fuente: Autor

$$\Sigma_{F_y} = 0$$

$$B_y - P = 0$$

$$319,4 \text{ Kg} = B_y$$

$$B_y = 319,4 \text{ Kgf}.$$

Se determinó con la ecuación 3.6 los momentos en los puntos A y B considerando que es una viga en voladizo con carga en el extremo (Shigley, 2015, pág. 999) [16], se determinó que:

$$M_A = M_F = FL = 319,4 \text{ Kg} * 30 \text{ cm} = 9582 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

Las especificaciones ASD-F1 tienen diferentes esfuerzos permisibles por flexión para diferentes condiciones. Para la mayoría de los casos, el esfuerzo permisible por flexión (McCormac, 2012, pág. 238) [18], de la ecuación 3.7 tenemos que:

$$Fb = 0,66 Fy$$

$$Fb = 1669,8 \text{ Kg/cm}^2$$

El módulo de sección necesario para que la viga tenga suficiente resistencia a la flexión se calculó con la ecuación 3.8, (McCormac, 2012, pág. 238) [18].

$$Sx = \frac{M}{Fb}$$

$$Sx = \frac{M}{Fb} = \frac{9582 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 5,74 \text{ cm}^3$$

Se comprobó el módulo de sección requerido de las tablas y se puede decir que el perfil UPN 80 seleccionada es la correcta.

Perfil UPN 80:

- $h = 80 \text{ mm}$
- $b = 45 \text{ mm}$
- Área $A_g = 1,10 \text{ cm}^2$
- $Sx = 26,50 \text{ cm}^3$

Seguidamente, se verifica el perfil UPN 80 seleccionado, con el cálculo de la carga total, momento máximo y el módulo de sección del perfil.

$$q = 319,4 \text{ Kg} + 8,64 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 0,30 \text{ m} = 321,992 \text{ Kg}$$

$$M = 321,992 \text{ Kg} \times 30 \text{ cm} = 9659,76 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$S_{req.} = \frac{M}{Fb} = \frac{9657,66 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$S_{req.} = 5,8 \text{ cm}^3$$

$$S_{req.} < S_{Tabl.}$$

$$5,8 \text{ cm}^3 < 26,50 \text{ cm}^3$$

Se comprobó el módulo de sección requerido de las tablas y se puede decir que el perfil UPN 80 seleccionada es la correcta y apropiado para actuar como viga inferior en la estructura de la prensa es:

$$\text{Perfil UPN 80: } h = 80 \text{ mm y } b = 45 \text{ mm}$$

3.3.2 Estructura del soporte

Se debe especificar que la estructura en la figura 3.5, va a soportar 118,88 Kg de la plancha térmica, 49,8 Kg de la prensa - neumático, 9,5 Kg del molde, y 25 Kg de agua utilizado para el calentamiento de la plancha. Por lo tanto dándonos un total de 203,18 Kg. Y que la misma está compuesta por 4 vigas: 2 vigas longitudinales y 2 transversales, así como por cuatro parantes verticales que conforman las patas de la mesa las cuales serán diseñados como columnas.

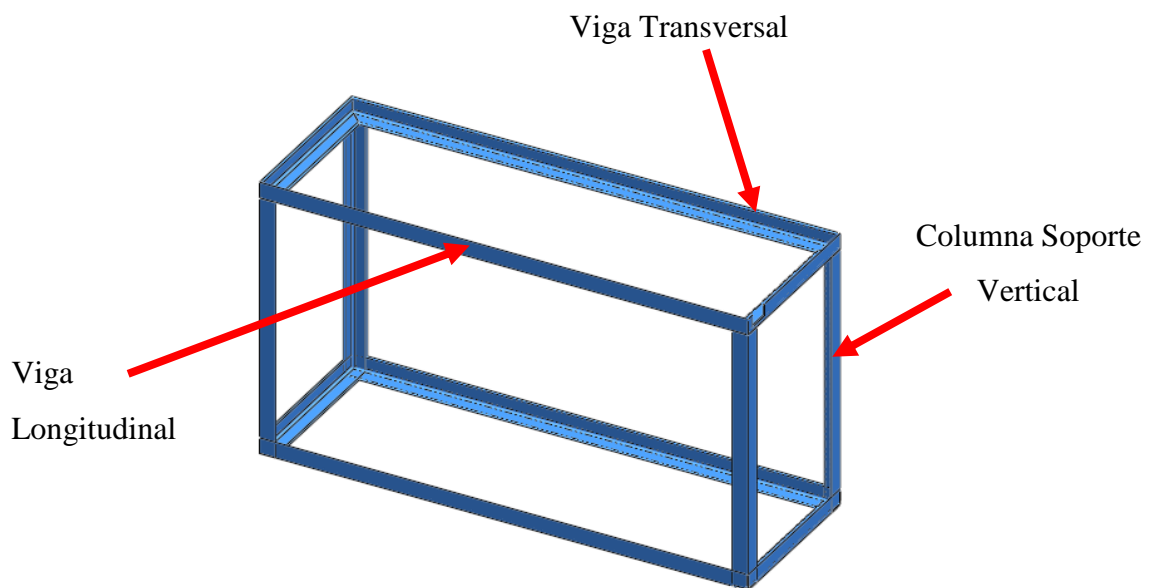


Figura 3.5. Estructura de la prensa.

Fuente: Autor

Selección del material de la viga transversal

Para seleccionar el material de la viga transversal indicada en la figura 3.6, se tiene los siguientes datos:

- Carga Requerida Total = 203,18 Kg.
- Se debe tener presente que la carga requerida total de 203,18 Kg, la cual se divide para las dos vigas longitudinales que conforman la estructura del soporte, por lo que la carga requerida por cada viga es de 101,59 kg.
- Longitud de la viga es de 420 mm = 42 cm.
- Se calculara con $F_y = 2530 \frac{Kg}{cm^2}$, por lo que se seleccionó el acero ASTM A36.

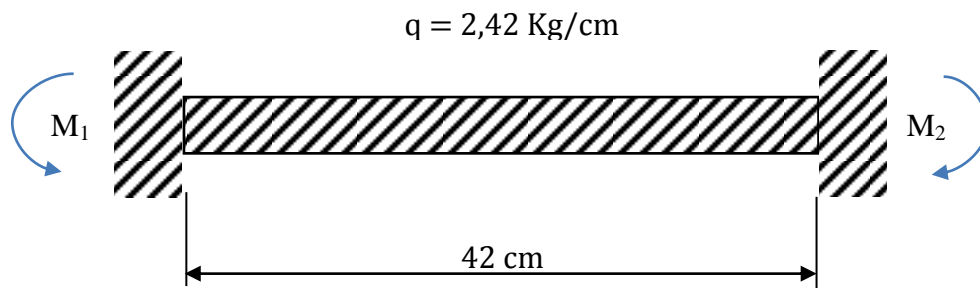


Figura 3.6. Distribución de cargas en la viga transversal.

Fuente: Autor

La carga distribuida para la viga transversal será mediante la ecuación 3.13 (McCormac, 2012, pág. 240) [18], se determinó que:

$$q = \frac{C_{Total}}{l} \quad (\text{Ec. 3.13})$$

Donde:

- $q = \text{Carga distribuida, Kg/cm.}$
- $C = \text{Carga requerida, Kg.}$
- $l = \text{longitud de la viga, cm.}$

$$q = \frac{101,59 \text{ Kg}}{42 \text{ cm}} = 2,42 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$$

El momento requerido para la viga se calculó utilizando la ecuación 3.13 (Shigley, 2015, pág. 1000) [16], se determinó que:

$$M_1 = M_2 = \frac{qL^2}{12} \quad (\text{Ec. 3.14})$$

Donde:

- $M = \text{Momento requerido, Kg} \cdot \text{cm}.$
- $q = \text{Carga distribuida, Kg/cm}.$
- $l = \text{Longitud de la viga, cm}.$

$$M = \frac{qL^2}{12} = \frac{2,42 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} \times (42 \text{ cm})^2}{12} = 355,565 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

Las especificaciones ASD-F1 tienen diferentes esfuerzos permisibles por flexión para diferentes condiciones. Para la mayoría de los casos, el esfuerzo permisible por flexión (McCormac, 2012, pág. 238) [18], se calculó con la ecuación 3.7, por lo tanto:

$$Fb = 0,66 Fy$$

$$Fb = 0,66 Fy = 1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

El módulo de sección necesario para que la viga tenga suficiente resistencia a la flexión se calculó mediante la ecuación 3.8, (McCormac, 2012, pág. 238) [18].

$$Sx = \frac{M}{Fb}$$

Donde:

- $Sx = \text{Módulo de sección, cm}^3$
- $M = \text{Momento flexionante, kg} \cdot \text{cm}$
- $Fb = \text{Esfuerzo permisible, kg / cm}^2$

$$Sx = \frac{420,42 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 0,21 \text{ cm}^3$$

El módulo de sección dado mediante el catálogo de Dipac mostrado en la tabla 3.8 [19], se seleccionó un ángulo L con las siguientes características:

- $\text{Ángulo doblado L : } 20 \times 3$
- $e = 3 \text{ mm}$
- $\text{Área } Ag = 1,03 \text{ cm}^2$

- Radio de giro $r_y = 0,60 \text{ cm}$
- $S_x = 0,28 \text{ cm}^3$
- $\text{masa} = 0,81 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} = 0,0081 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$

Tabla 3.8. Especificaciones técnicas de perfiles estructurales ángulos L Doblado.

Ángulos de alas iguales																				
Descripción	b	h	e	Masa	Área	d1	d2	Ángulo a	Eje X - X			Eje Y - Y			Eje U - U			Eje V - V		
									ix	Wx	rx	ly	Wy	ry	lu	Wu	ru	lv	Wv	rv
	mm	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm	cm	(°)	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
L 20x 2	20	20	2	0,57	0,73	0,60	0,60	45,00	0,28	0,20	0,62	0,28	0,20	0,62	0,46	0,32	0,79	0,10	0,14	0,37
L 20 x 3	20	20	3	0,81	1,03	0,65	0,65	45,00	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,63	0,45	0,78	0,12	0,17	0,34
L 25x 2	25	25	2	0,73	0,93	0,72	0,72	45,00	0,56	0,32	0,78	0,56	0,32	0,78	0,92	0,52	1,00	0,20	0,23	0,47
L 25x 3	25	25	3	1,05	1,33	0,78	0,78	45,00	0,78	0,45	0,77	0,78	0,45	0,77	1,30	0,74	0,99	0,26	0,30	0,45
L 30 x 2	30	30	2	0,88	1,13	0,85	0,85	45,00	1,00	0,46	0,94	1,00	0,46	0,94	1,63	0,77	1,20	0,37	0,35	0,57
L 30x 3	30	30	3	1,28	1,63	0,90	0,90	45,00	1,40	0,67	0,93	1,40	0,67	0,93	2,32	1,09	1,19	0,49	0,46	0,55
L 30x 4	30	30	4	1,65	2,10	0,95	0,95	45,00	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91	2,93	1,38	1,18	0,58	0,55	0,52
L 40x 2	40	40	2	1,20	1,33	1,10	1,10	45,00	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	3,96	1,40	1,61	0,92	0,65	0,78
L 40x 3	40	40	3	1,75	2,23	1,15	1,15	45,00	3,49	1,22	1,25	3,49	1,22	1,25	5,71	2,02	1,60	1,27	0,90	0,75
L 40x 4	40	40	4	2,28	2,90	1,20	1,20	45,00	4,44	1,59	1,24	4,44	1,59	1,24	7,23	2,59	1,59	1,55	1,10	0,73
L 40x 5	40	40	5	2,77	3,54	1,25	1,25	45,00	5,29	1,92	1,22	5,29	1,92	1,22	8,80	3,11	1,58	1,77	1,25	0,71
L 50x 2	50	50	2	1,51	1,93	1,35	1,35	45,00	4,85	1,33	1,59	4,85	1,33	1,59	7,85	2,22	2,02	1,85	1,05	0,98
L 50x 3	50	50	3	2,22	2,83	1,40	1,40	45,00	7,01	1,95	1,57	7,01	1,95	1,57	11,42	3,23	2,01	2,61	1,47	0,96
L 50x 4	50	50	4	2,90	3,70	1,45	1,45	45,00	9,01	2,54	1,56	9,01	2,54	1,56	14,76	4,18	2,00	3,25	1,84	0,94
L 50x 5	50	50	5	3,56	4,54	1,50	1,50	45,00	10,84	3,10	1,55	10,84	3,10	1,55	17,89	5,06	1,99	3,79	2,14	0,91
L 60x 3	60	60	3	2,69	3,43	1,65	1,65	45,00	12,34	2,84	1,90	12,34	2,84	1,90	20,03	4,72	2,42	4,65	2,19	1,16
L 60x 4	60	60	4	3,53	4,50	1,70	1,70	45,00	15,96	3,71	1,70	15,96	3,71	1,70	26,04	6,14	2,40	5,88	2,77	1,14
L 60x 5	60	60	5	4,34	5,54	1,75	1,75	45,00	19,33	4,55	1,87	19,33	4,55	1,87	31,72	7,48	2,39	6,95	3,27	1,12
L 75x 3	75	75	3	3,40	4,33	2,02	2,02	45,00	24,55	4,48	2,38	24,55	4,48	2,38	39,72	7,49	3,03	9,38	3,53	1,47
L 75x 4	75	75	4	4,47	5,70	2,07	2,07	45,00	31,94	5,88	2,37	31,94	5,88	2,37	51,90	9,79	3,02	11,99	4,51	1,45
L 75x 5	75	75	5	5,52	7,04	2,12	2,12	45,00	38,96	7,24	2,35	38,96	7,24	2,35	63,56	11,99	3,01	14,35	5,40	1,43
L 75x 6	75	75	6	6,53	8,33	2,17	2,17	45,00	45,60	8,56	2,34	45,60	8,56	2,34	74,73	14,09	2,99	16,46	6,20	1,41
L 80x 4	80	80	4	4,79	6,10	2,20	2,20	45,00	39,00	6,72	2,53	39,00	6,72	2,53	63,30	11,19	3,22	14,70	5,19	1,55
L 80x 5	80	80	5	5,91	7,54	2,25	2,25	45,00	47,65	8,28	2,51	47,65	8,28	2,51	77,64	13,72	3,21	17,65	6,23	1,53
L 80x 6	80	80	6	7,00	8,93	2,30	2,30	45,00	55,86	9,79	2,50	55,86	9,79	2,50	91,39	16,16	3,20	20,32	7,17	1,51
L 80x 8	80	80	8	9,11	11,61	2,40	2,40	45,00	71,03	12,68	2,47	71,03	12,68	2,47	117,22	20,72	3,18	24,85	8,78	1,46
L 80x 10	80	80	10	11,09	14,14	2,50	2,50	45,00	94,59	15,39	2,45	94,59	15,39	2,45	140,84	24,90	3,16	28,34	10,04	1,42
L100x 5	100	100	5	7,48	9,54	2,75	2,75	45,00	95,23	13,13	3,16	95,23	13,13	3,16	154,55	21,86	4,03	35,90	10,13	1,94

Fuente: DIPAC Productos de acero, 2016.

Seguidamente, se verifica el perfil UPN 80 seleccionado, con el cálculo de la carga total, momento máximo y el módulo de sección del perfil.

$$q = 2,42 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} + 0,0081 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} = 2,43 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$$

$$M = \frac{qL^2}{12} = 356,93 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$S_{req.} = \frac{M}{Fb} = \frac{356,93 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 0,22 \text{ cm}^3$$

$$S_{req.} < S_{Tabl.}$$

$$0,22 \text{ cm}^3 < 0,28 \text{ cm}^3$$

Se comprobó el módulo de sección requerido de las tablas y se puede decir que el ángulo L seleccionada es la correcta y apropiado para actuar como viga transversal en la estructura fija es:

Ángulo L doblado: L = 20 X 3 mm

Selección del material de la viga longitudinal

Para seleccionar el material de la viga longitudinal indicada en la figura 3.7, se tiene los siguientes datos:

- Carga requerida total = 203,18 Kg.
- Se debe tener presente que la carga requerida total de 203,18 Kg, la cual se divide para las dos vigas longitudinales que conforman la estructura del soporte, por lo que la carga requerida por cada viga es de 101,59 kg.
- Longitud de la viga es de 1220 mm = 122 cm.
- Se calculara con $Fy = 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$, por lo que se seleccionó el acero ASTM A36.

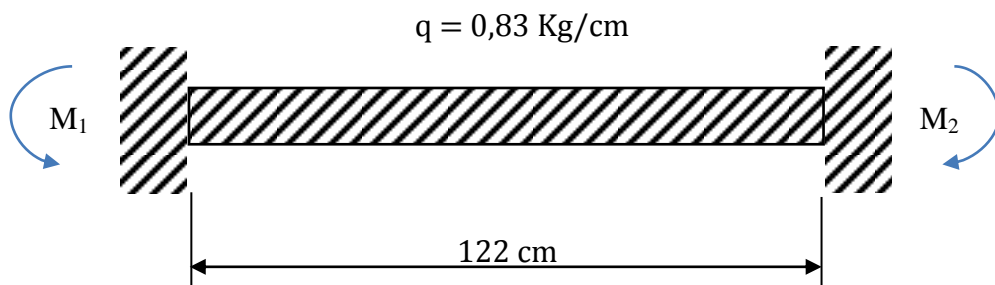


Figura 3.7. Distribución de cargas en la viga longitudinal.

Fuente: Autor

La carga distribuida para la viga transversal se determinó mediante la ecuación 3.13 (McCormac, 2012, pág. 240) [18], se determinó que:

$$q = \frac{C_{Total}}{l}$$

$$q = \frac{101,59 \text{ Kgf}}{122 \text{ cm}} = 0,83 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$$

El momento requerido para la viga se calculó utilizando la ecuación 3.14 (Shigley, 2015, pág. 1000) [16], se determinó que:

$$M_1 = M_2 = \frac{qL^2}{12}$$

$$M = \frac{0,83 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} \times (122 \text{ cm})^2}{12} = 1029,48 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

Las especificaciones ASD-F1 tienen diferentes esfuerzos permisibles por flexión. Para la mayoría de los casos, el esfuerzo permisible por flexión (McCormac, 2012, pág. 238) [18], se calculó con la ecuación 3.7 por lo tanto:

$$Fb = 0,66 Fy = 1669,8 \text{ Kg/cm}^2$$

El módulo de sección necesario para que la viga tenga suficiente resistencia a la flexión se calculó mediante la ecuación 3.8 (McCormac, 2012, pág. 238) [18].

$$Sx = \frac{M}{Fb}$$

$$Sx = \frac{1029,48 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 0,62 \text{ cm}^3$$

El módulo de sección dado mediante el catálogo de Dipac mostrado en la tabla 3.8 [19], se seleccionó un ángulo L con las siguientes características:

- *Ángulo doblado L : 30x3 mm*
- *e = 3 mm*
- *Área Ag = 1,63 cm²*
- *Radio giro rx = 0,93 cm = 9,3 mm*

- $S_x = 0,67 \text{ cm}^3$
- $\text{masa} = 1,28 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} = 0,0128 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$

Se verifico el perfil UPN 80 mediante las verificaciones correspondientes, por lo tanto soportara las cargas establecidas.

$$q = 0,83 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} + 0,0128 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} = 0,84 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$$

$$M = \frac{qL^2}{12} = \frac{0,84 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} \times (122 \text{ cm})^2}{12} = 1045,35 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$S_{req.} = \frac{M}{Fb} = \frac{1045,35 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 0,63 \text{ cm}^3$$

$$S_{req.} < S_{Tabl.}$$

$$0,63 \text{ cm}^3 < 0,67 \text{ cm}^3$$

Se verifico que el ángulo L soporte las cargas establecidas. Por lo tanto es apropiado para actuar como viga transversal en la estructura fija es:

Ángulo L doblado: $L = 30 \times 3 \text{ mm}$

Selección del perfil para las vigas longitudinales y transversales

Por facilidad de adquisición de material está establecido escoger para las vigas transversales y longitudinales $L = 30 \times 3 \text{ mm}$, por lo que se procederá a verificar la validez del ángulo para las vigas transversales como se observa en la figura 3.8.

Por lo que la viga transversal tendría los siguientes datos:

- Carga requerida total = 203,18 Kg.
- Se debe tener presente que la carga requerida total de 2013,18 Kg, la cual se divide para las dos vigas longitudinales que conforman la estructura del soporte, por lo que la carga requerida por cada viga es de 101,59 kg.
- Longitud de la viga es de $420 \text{ mm} = 42 \text{ cm}$.
- Se calculara con $Fy = 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$, por lo que se seleccionó el acero ASTM A36.

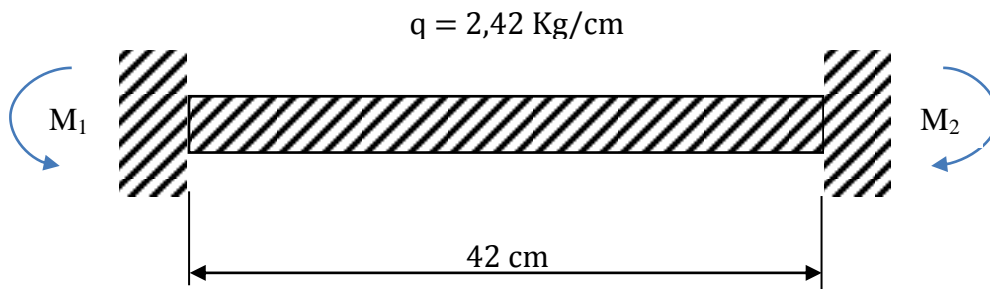


Figura 3.8. Distribución de cargas en la viga transversal.

Fuente: Autor

Como se ve en la figura 3.8 la carga distribuida para la viga transversal se determinó mediante la ecuación 3.13 (McCormac, 2012, pág. 240) [18], determinó que:

$$q = \frac{C_{Total}}{l}$$

$$q = \frac{101,59 \text{ Kgf}}{42 \text{ m}} = 2,42 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$$

El momento requerido para la viga se calculó utilizando la ecuación 3.14 (Shigley, 2015, pág. 1000) [16], se determinó que:

$$M_1 = M_2 = \frac{qL^2}{12}$$

$$M = 355,74 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

Las especificaciones ASD-F1 tienen diferentes esfuerzos permisibles por flexión. Para la mayoría de los casos, el esfuerzo permisible por flexión (McCormac, 2012, pág. 238) [18], se calculó con la ecuación 3.7 por lo tanto:

$$Fb = 0,66 Fy$$

$$Fb = 1669,8 \text{ Kg/cm}^2$$

El módulo de sección necesario para que la viga tenga suficiente resistencia a la flexión se calculó mediante la ecuación 3.8, (McCormac, 2012, pág. 238) [18].

$$Sx = \frac{M}{Fb}$$

$$S_x = \frac{355,74 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 0,21 \text{ cm}^3$$

El módulo de sección dado mediante el catálogo de Dipac mostrado en la tabla 3.8 [19], se seleccionó un ángulo L con las siguientes características:

- *Ángulo doblado L: 30 x 3mm*
- *e = 3 mm*
- *Área Ag = 1,63 cm²*
- *Radio giro r_y = 0,93 cm = 9,3 mm*
- *S_x = 0,67 cm³*
- *masa = 1,28 $\frac{\text{Kg}}{\text{m}}$ = 0,0128 $\frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$*

Se verifico el ángulo L mediante las verificaciones correspondientes, por lo tanto soportara las cargas establecidas.

$$q = 2,42 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} + 0,0128 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} = 2,43 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$$

$$M = \frac{qL^2}{12} = \frac{2,44 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} \times (42 \text{ cm})^2}{12} = 357,62 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$S_{req.} = \frac{M}{Fb} = \frac{357,62 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{1669,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 0,21 \text{ cm}^3$$

$$S_{req.} < S_{Tabl.}$$

$$0,21 \text{ cm}^3 < 0,67 \text{ cm}^3 \text{ OK}$$

Se comprobó que el ángulo seleccionado es el correcto y apropiado para actuar como viga transversal y longitudinal en la estructura fija es el:

$$\text{Ángulo L doblado: } L = 30 \times 3 \text{ mm}$$

Selección del material de la columna soporte vertical

Una vez obtenido el material a utilizar para las vigas de la estructura del soporte, se procede a seleccionar el material a ocuparse para la columna del soporte vertical figura 3.9.

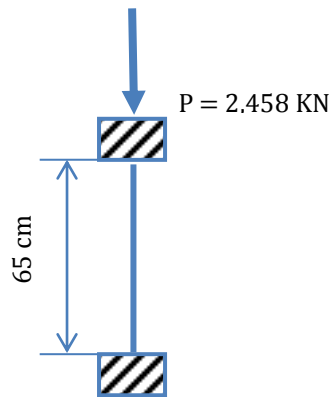


Figura 3.9. Diagrama de la columna soporte vertical.

Fuente: Autor

Para seleccionar el material a utilizar de la columna indicada se tiene los siguientes datos:

Carga de la viga transversal y longitudinal = $[(0,42 \text{ cm} + 1,22 \text{ cm}) * 2] * 1,65 \text{ kg/cm} = 5,41 \text{ kg}$

Carga del neumático = $90 \text{ lb} = 40,91 \text{ kg}$

Carga de la prensa = $[(0,27 + 0,46 + 0,30) \text{ cm} * 2] * 8,64 \text{ kg/cm} = 8,899 \text{ kg}$

- Carga requerida total = carga plancha térmica + carga prensa - neumático + carga del molde + carga de vigas + carga agua = $118,88 \text{ Kg} + 49,82 \text{ Kg} + 9,5 \text{ Kg} + 5,41 \text{ Kg} + 25 \text{ Kg} = 208,61 \text{ Kg} = 2046,46 \text{ N}$
- Longitud de las columnas de la estructura es de $650 \text{ mm} = 65 \text{ cm}$.
- Se calculara con $F_y = 2530 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$, por lo que se seleccionó el acero ASTM A36.
- Con una relación de esbeltez $\frac{KL}{r} = 50$, mediante la tabla 3.7 se determinó que $F_a = 18,350 \text{ Kpsi} = 12652,38 \text{ N/cm}^2$.

Debemos notar que la estructura se encuentra empotrada en los dos extremos, por lo tanto tenemos un factor de $k = 0,65$ según la tabla 3.6.

Para calcular el área de la sección del perfil se utilizó la ecuación 3.9, (McCormac, 2012, pág. 139) [18].

$$A = \frac{P}{Fa}$$

$$A = \frac{2046,46 \text{ N}}{12652,38 \text{ N/cm}^2} = 0,16 \text{ cm}^2$$

En base al área dada seleccionamos en la tabla 3.8 el perfil adecuado, como es un ángulo *L doblado 20 X 2 mm*, basándose en el catálogo de productos DIPAC en donde:

- Área $A_g = 0,73 \text{ cm}^2$
- $r = 6,2 \text{ mm}$

A continuación, se procede a verificar la validez o nulidad del ángulo seleccionado mediante la carga requerida:

Calculamos la relación de esbeltez para seleccionar el esfuerzo permisible de la columna en la tabla 3.7 (McCormac, 2012, pág. 150) [18], se determinó que:

$$\frac{KL}{r} = \frac{0,65 \times 650 \text{ mm}}{6,2 \text{ mm}} = 68.15 \approx 68$$

De la tabla 3.7 obtenemos $Fa = 16,640 \text{ kpsi} = 11473,33 \text{ N/cm}^2$, se calculó la carga requerida $P_{\text{calculado}}$ de la ecuación 3.10 para la comprobación.

$$P_{\text{calculado}} = A \times Fa$$

$$P_{\text{calculado}} = 0,73 \text{ cm}^2 \times 11473,33 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 8,375 \text{ KN}$$

$$P_{\text{calculado}} > P_{\text{requerido}}$$

$$8,375 \text{ KN} > 2,046 \text{ KN}$$

Como nos podemos fijar que la carga calculada es mayor que la carga requerida, por lo tanto el ángulo seleccionado es el adecuado. En base al área dada y a la facilidad de adquisición se probará con el ángulo $L 30 \times 3 \text{ mm}$, utilizado en las vigas el mismo que se especifica a continuación, mediante el catálogo de productos DIPAC:

- Área $A_g = 1,63 \text{ cm}^2$
- Radio de Giro $r_y = 0,93 \text{ cm} = 9,3 \text{ mm}$

A continuación, se procedió a verificar la validez del ángulo seleccionado mediante las siguientes verificaciones:

Verificación 1:

Calculamos la relación de esbeltez para seleccionar el esfuerzo permisible de la columna en la tabla 3.7 (McCormac, 2012, pág. 150) [18], se determinó que:

$$\frac{KL}{r} = \frac{0,65 \times 650 \text{ mm}}{9,3 \text{ mm}} = 45,43 \approx 45$$

En donde $F_a = 18,700 \text{ Kpsi} = 12893,71 \text{ N/cm}^2$, de la tabla 3.7, se calculó la carga requerida P de la ecuación 3.10 para la comprobación.

$$P_{\text{calculado}} = A \times F_a$$

$$P_{\text{calculado}} = 1,63 \text{ cm}^2 \times 12893,71 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 21,017 \text{ KN}$$

$$P_{\text{calculado}} > P_{\text{requerido}}$$

$$P = 21,017 \text{ KN} > 2,046 \text{ KN}$$

Verificación 2:

Se determinó la constante de columna mediante la ecuación 3.11 (McCormac, 2012, pág. 148) [18], por lo tanto:

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}}$$

Donde:

- E = módulo de elasticidad, 29000 *kpsi*, (para aceros estructurales 28000 – 30000 *kpsi*)
- Fy = límite de fluencia, 36 *kpsi*

$$Cc = 126,1$$

$$\frac{KL}{r} < Cc$$

$$45 < 126,1 \quad OK$$

Por lo tanto para relaciones de esbeltez menores que Cc, se utilizó la fórmula parabólica dada por la ecuación 3.12 (McCormac, 2012, pág. 149) [18].

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}{2Cc^2}\right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{KL}{r}\right)}{8Cc} - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^3}{8Cc^3}}$$

$$F_a = 18,83 \text{ kpsi}$$

$$F_a = 1298,33 \text{ N/cm}^2$$

La carga requerida $P = 2,046 \text{ KN}$, de la ecuación 3.10 obtenemos el $P_{\text{calculado}}$ para realizar la comprobación de la carga permisible la cual debe ser mayor que la carga requerida.

$$P = F_a * A$$

$$P_{\text{calculado}} = 1,63 \text{ cm}^2 * 1298,33 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$P_{\text{calculado}} = 2,116 \text{ KN}$$

$$P_{\text{calculado}} > P_{\text{requerido}}$$

$$2,116 \text{ KN} > 2,046 \text{ KN}$$

Mediante las comprobaciones realizadas se pudo determinar la validez del ángulo el mismo que será utilizado para la construcción de la estructura.

Ángulo L doblado: L = 30 x 3 mm

3.3.3 Selección de Quemador

En la figura 3.10 se esquematiza los puntos que se realizó para la toma de temperaturas en la plancha térmica mediante la utilización de un termómetro infrarrojo este instrumento trabaja con la emisividad del material, ver en el anexo C sus características generales. Para la selección del quemador se seleccionará la temperatura mayor que alcanza la plancha térmica planos que se puede observar en el anexo G.

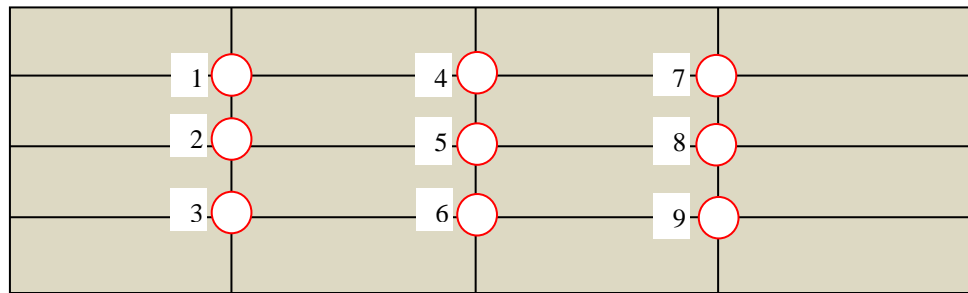


Figura 3.10. Esquema de la cabina térmica

Fuente: Autor

Datos obtenidos:

Tabla 3.9. Temperaturas de la cabina térmica.

T1 = 155 °C	T4 = 158 °C	T7 = 155 °C
T2 = 154 °C	T5 = 159 °C	T8 = 155 °C
T3 = 154 °C	T6 = 158 °C	T9 = 155 °C

Fuente: Autor

Por lo tanto se determinó mediante algunas mediciones mostradas en la tabla 3.9 que la temperatura máxima que llega la plancha a un tiempo de 1 h 20 min es de $T_{m\acute{a}x} = 159\text{ °C}$, temperatura con la que se procede a la vulcanización del

neumático. Para la selección del quemador existen se deberá tener los siguientes datos [20]:

Datos:

- $\varepsilon = 0.92$
- Acero A36
- Tiempo de calentamiento de la plancha = 1 h 20 min.
- Combustible GLP
- $T_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$
- $m_{ACERO} = d * Vol$
- $d_{A36} = 7860 \frac{Kg}{m^3}$

Se calculó el volumen de la plancha base (VPB) donde va estar situado el quemador atmosférico, por lo tanto las medidas de la plancha son:

$$largo = 1200\text{ mm}$$

$$ancho = 400\text{ mm}$$

$$espesor = 10\text{ mm}$$

$$VPB = 1200 * 400 * 10 = 4800000\text{ mm}^3 = 0,0048\text{ m}^3$$

La potencia de calor para el quemador atmosférico se utilizó la ecuación 3.14 (Incropera & Dewitt, 2005) [20], por lo tanto:

$$P = m * C_{esp} * (\Delta T) \quad (\text{Ec. 3.15})$$

La masa que necesitamos conocer para el cálculo de la potencia viene dada por la ecuación 3.15, (Incropera & Dewitt, 2005) [20], por lo tanto:

$$m_{ACERO} = d * Vol$$

(Ec. 3.16)

$$m_{ACERO} = 7860 \frac{Kg}{m^3} * 0,0048\text{ m}^3 = 37,73\text{ Kg.}$$

El peso específico y caudal másico a calentar son los siguientes [20]:

$$\text{Peso Específico } (C_{esp}) = 0,460 \frac{KJ}{Kg \cdot K} = 0,110 \frac{Kcal}{Kg \cdot C}$$

$$\text{Caudal Másico a Calentar} = \frac{m_{ACERO}}{h} = \frac{37,728 \text{ kg}}{1,333 \text{ h}} = 28,297 \frac{Kg}{h}$$

La potencia calorífica dada la ecuación 3.15 es:

$$P = 28,297 \frac{Kg}{h} * 0,110 \frac{Kcal}{Kg \cdot ^\circ C} * (159 - 0) ^\circ C = 494,91 \frac{Kcal}{h}$$

$$P = 494,91 \frac{Kcal}{h}$$

Una vez obtenido la potencia calorífica $P = 494,91 \frac{Kcal}{h}$, se procede a seleccionar el quemador más cercano al dato calculado, se seleccionó un quemador radial atmosférico modelo R-15 de los que dispone la empresa Calser S.A., este tipo presenta todas las características que necesitamos para que pueda calentar la cabina térmica. Ver anexo D.

Modelo R - 15:

- R -15
- Comustible GLP
- Capacidad de 8 000 Kcal/h

Se debe detallar que se seleccionó el quemador por fácil adquisición en el mercado nacional, cabe recalcar que el encendido del quemador durara el tiempo señalado en las especificaciones técnicas y tiene la potencia calorífica necesaria para el calentamiento de la plancha térmica, según la tabla 3.10 especifica las características generales de este tipo de quemador.

Tabla 3.10. Características Generales

MODELO	Dimensiones (mm)			Rosca D	Capacidad (Kcal/hora)	
	A	B	C		GN (0,02 bar)	GLP (0,028 bar)
R-15	155	88	86	1" bsp	12000	8000
R-19	190	90	90	1" bsp	18000	13000
R-24	235	90	83	1" bsp	30000	15000

Fuente: Calser S.A., 2016, pág. 1.

3.3.4 Obtención del molde para vulcanizado

En la figura 3.11 se observa el perfil del flanco del neumático que se consiguió en la vulcanizadora, el cual nos servirá para realizar la fundición del molde macho.



Figura 3.11. Perfil del neumático utilizado como modelo para el molde de fundición.

Fuente: Autor.

Obtención de la materia prima

Para la realización del molde se fundió perfiles estructurales con aleación de aluminio 6061 reciclados en la fundidora de aluminio Rosales de la ciudad de Quito, el mismo que presenta mejores propiedades de conductividad frente a materiales como el hierro fundido, la selección de este material corresponde a que los moldes soportan grandes disposiciones de carga estática.

Características de la arena verde

Se utilizó arena de fundición (base refractaria), la cual está conformada mediante arena silícica SiO_2 (óxido de silicio), el tamaño del grano de arena está entre los 2 mm - 0,5 mm. Se utilizó aglutinante - bentonita que está conformada con 8% arcilla y 6% agua, para el desgasificante se utilizó el fundente oxidante FUNDOX XL, en la figura 3.12 se observa el molde fundido mediante la utilización de arena verde [12].



Figura 3.12. Molde fundido.

Fuente: Autor.

Se consideró tres diferentes rines que son los más comunes en la vulcanizadora, como también se ha tomado en cuenta una longitud del molde acorde a distancias de vulcanizado más requeridas en el taller, se analizó mediante elementos finitos los esfuerzos, desplazamientos y factor de seguridad. Una vez ubicado el perfil del neumático se modela la cavidad del molde mediante una herramienta CAD para los rines 14" - 15" - 22,5". Las características generales del neumático son el tipo de neumático (radial o diagonal) y dimensionamiento.

Por ejemplo P215/65 R15 [21]:

P: significa pasajero, es un neumático de automóvil de turismo.

215: es el ancho del neumático expresado en mm. Se mide con la presión máxima de inflado y sin carga.

65: indica que la altura del neumático es el 65% de la anchura.

R: significa neumático radial. Si la marca fuese una B significa que el neumático está construido con capas circulares y si fuese una D el neumático sería de construcción diagonal.

15: es el diámetro del neumático expresado en pulgadas.

En la tabla 3.11 se observa medidas de neumáticos que tienen mayor uso por parte de los propietarios de vehículos comerciales y transporte, estos datos fueron tomados en la vulcanizadora. A continuación se realizó un análisis por el MEF para los tres moldes que con frecuencia soportan daños en su estructura a consecuencia de agentes externos que existen en su lugar de trabajo.

Tabla 3.11. Dimensiones de neumáticos

ancho (mm)	alto (% de la anchura)	rin (pulg)		ancho (mm)	alto (% de la anchura)	rin (pulg)
185	60	-	15	295	80	22,5
185	60	14	-	255	70	22,5
195	65	14	-	275	70	22,5
175	65	14	15			
185	70	14	15			
195	65	-	15			
205	55	14	15			
215	70	14	15			
225	60	14	15			

Fuente: Autor

Análisis por método de elementos finitos (MEF)

Para garantizar la resistencia del molde con el material seleccionado se realizó un análisis de esfuerzos aplicando la fuerza $F = 2669,68 N$, el aluminio es un material dúctil que es capaz de absorber una cierta cantidad de energía antes de sufrir una falla o de rotura. Las propiedades mecánicas del aluminio 6061 que se utilizó para la fundición de los moldes [22].

- *Limite elástico = 96 Mpa*
- *Limite de tracción = 165 Mpa*

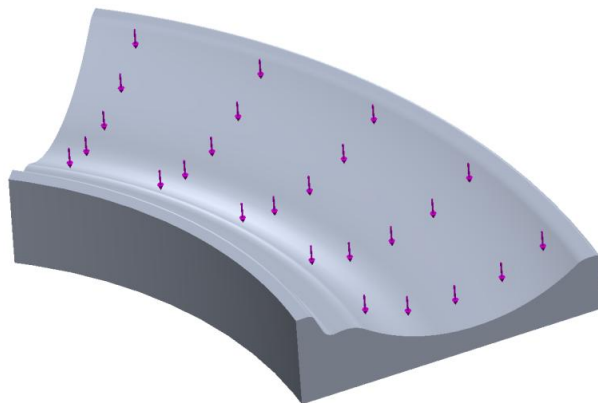


Figura 3.13. Aplicación de la carga sobre la cara del molde

Fuente: Autor

Mallado del molde

El proceso de mallado permite dividir en pequeños elementos el modelo a analizar, los mismos que se encuentran limitados por nodos, en donde se ubica el valor multifísico calculado. La malla que se genera consta de miles (e incluso centenares de miles) de puntos.

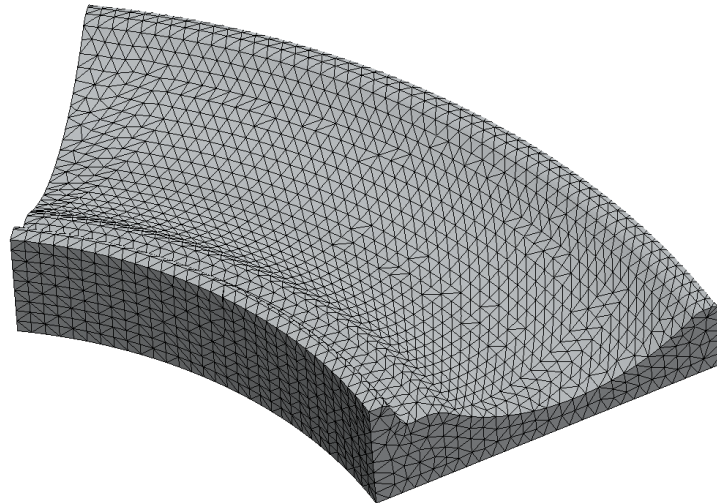


Figura 3.14. Mallado del molde

Fuente: Autor

Resultado análisis estático

Este análisis se realizó para indicar el esfuerzo que se produce en el molde, el mismo que debe ser menor que el mostrado en los datos expuestos anteriormente. Según los datos obtenidos MEF en la tabla 3.12, los esfuerzos son menores, por lo tanto el límite elástico de los tres moldes es aceptable. A continuación se muestra las figuras 3.15, 3.16, 3.17 del análisis estático respectivo.

Tabla 3.12. Análisis estático MEF

Rin (pulg)	Limite elástico mediante MEF (MPa)	Limite elástico aluminio 6061 (MPa)
14	0,2248	96.51
15	0,1244	96.51
22,5	0,1481	96.51

Fuente: Autor

Molde aluminio rin 14°:

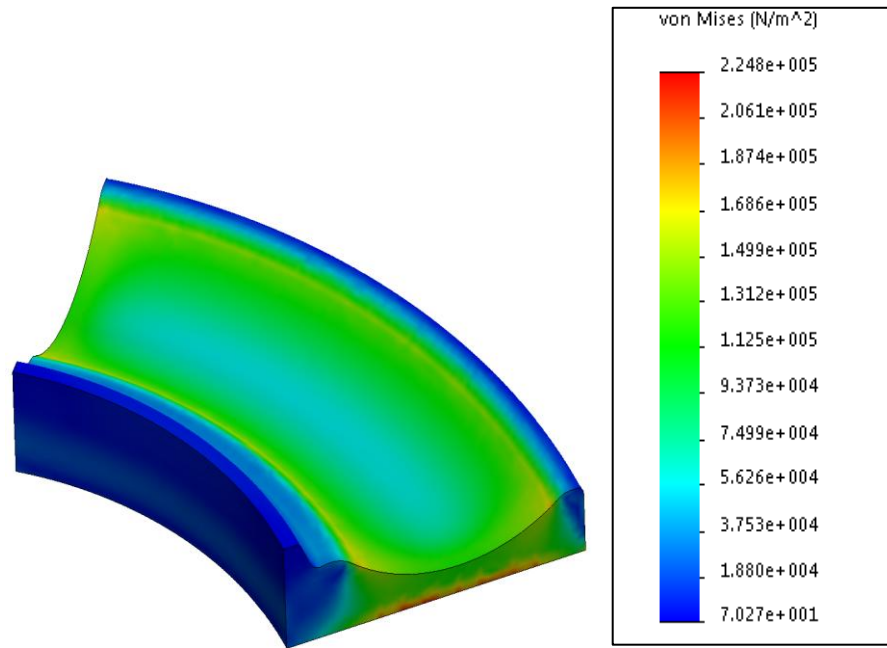


Figura 3.15. Análisis estático rin 14°

Fuente: Autor

Molde aluminio rin 15°:

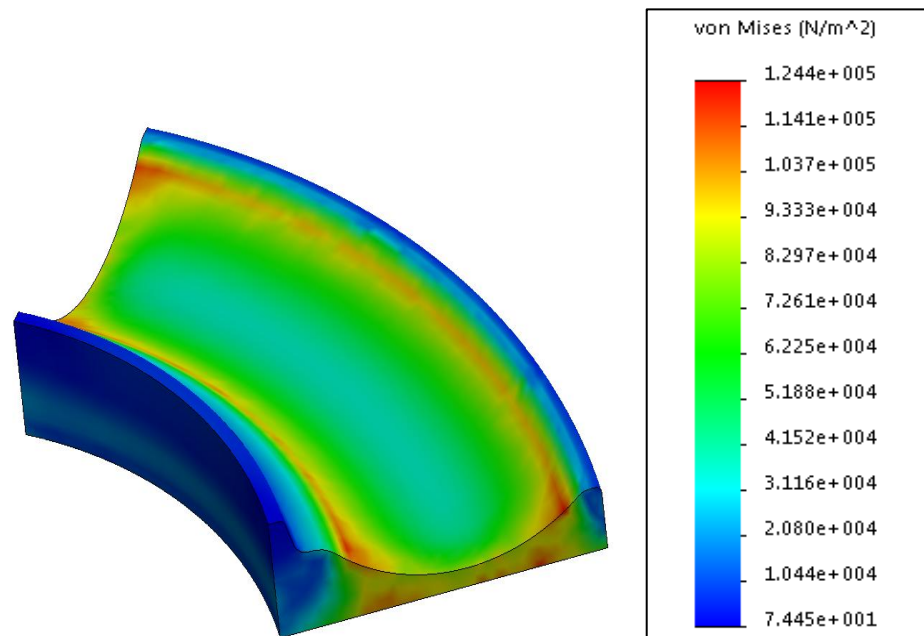


Figura 3.16. Análisis estático rin 15°

Fuente: Autor

Molde aluminio rin 22,5”:

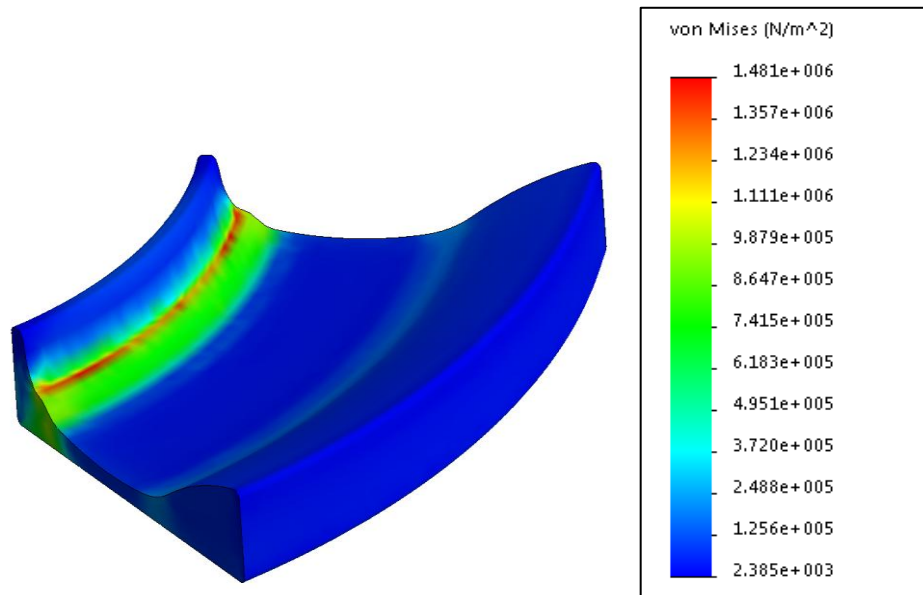


Figura 3.17. Análisis estático rin 22.5”

Fuente: Autor

Análisis desplazamientos mediante el Método de Elementos Finitos (MEF)

Resultado análisis desplazamientos

Este análisis corresponde a la geometría del molde el cual sufre una deformación considerable según la fuerza aplicada y esto afectara al elemento para posteriores procesos de vulcanización. Mediante datos obtenidos MEF se concluyó que los 3 moldes que van estar sometidos a una fuerza de ajuste $F = 2669,68 N$, no afectara en la geometría total del elemento cuyos valores se muestran a continuación en la tabla 3.13, a continuación se observa las figuras 3.18, 3.19, 3.20 del análisis desplazamiento máximos respectivos.

Tabla 3.13. Análisis desplazamientos MEF

Rin (pulg)	Desplazamientos máximos (mm)
14	$4,624 \times 10^{-5}$
15	$3,360 \times 10^{-5}$
22,5	$5,394 \times 10^{-5}$

Fuente: Autor

Molde rin 14”:

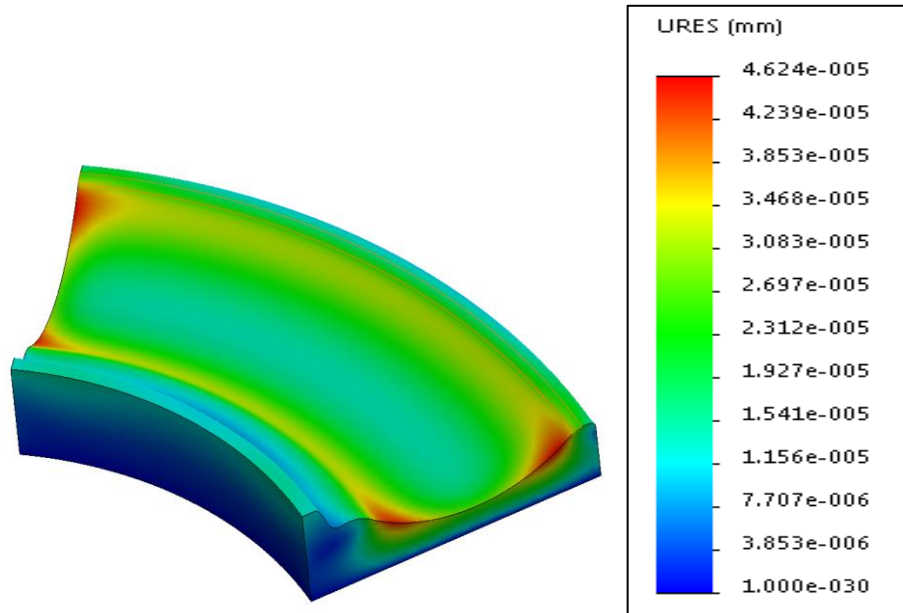


Figura 3.18. Análisis desplazamientos rin 14”

Fuente: Autor

Molde rin 15”:

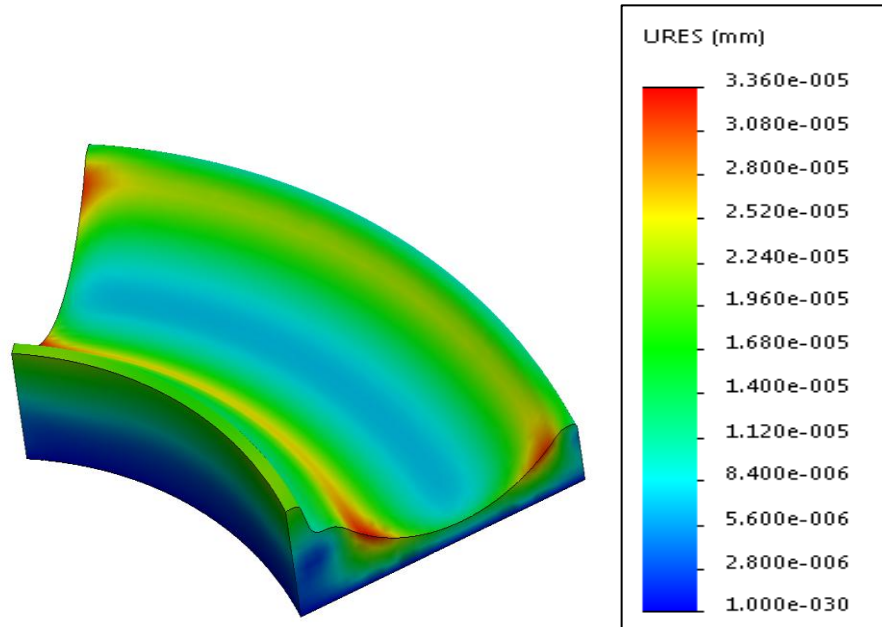


Figura 3.19. Análisis desplazamientos rin 15”

Fuente: Autor

Molde rin 22,5”:

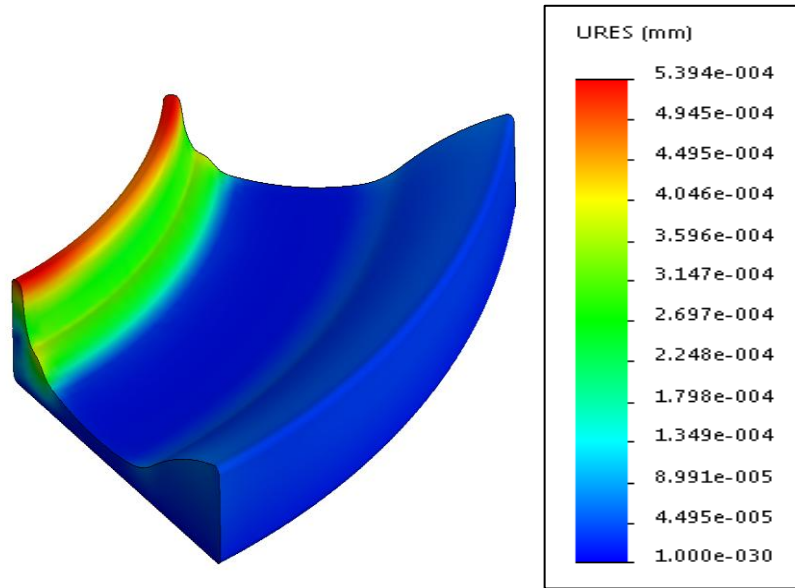


Figura 3.20. Análisis desplazamientos rin 22,5”

Fuente: Autor

Análisis del factor de seguridad mediante el Método de Elementos Finitos (MEF)

Resultado de factores de seguridad

El factor de seguridad indica la relación entre la resistencia del material y el esfuerzo que se produce en el elemento o mecanismo analizado. Mediante el análisis MEF se obtuvo factores de seguridad aceptables para la vida útil del molde. A continuación se muestra las figuras 3.21, 3.22, 3.23 de los análisis y resultados respectivos.

Tabla 3.14. Análisis factor de seguridad MEF

Rin (pulg)	Factor de seguridad
14	$4,292 \times 10^2$
15	$7,757 \times 10^2$
22,5	$6,518 \times 10^1$

Fuente: Autor

Molde rin 14”:

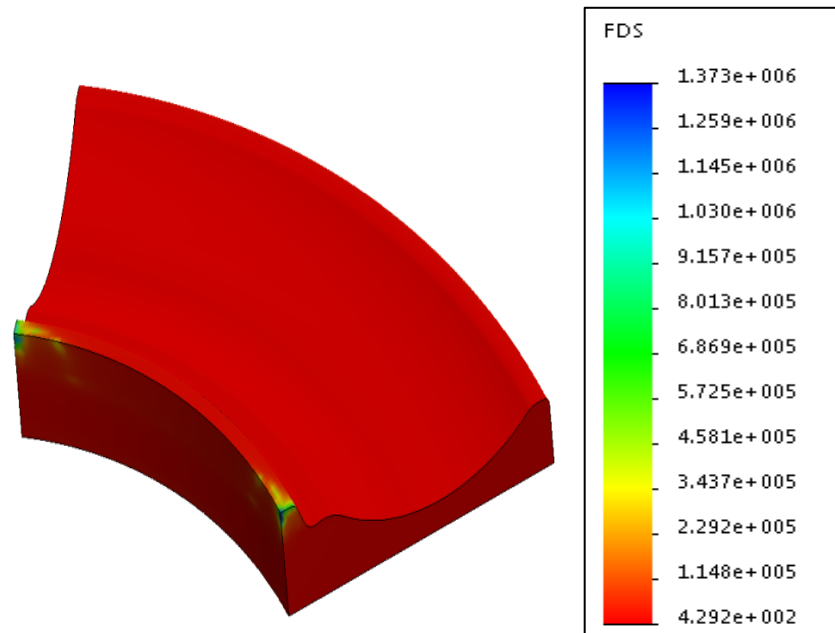


Figura 3.21. Factor de seguridad rin 14”

Fuente: Autor

Molde rin 15”:

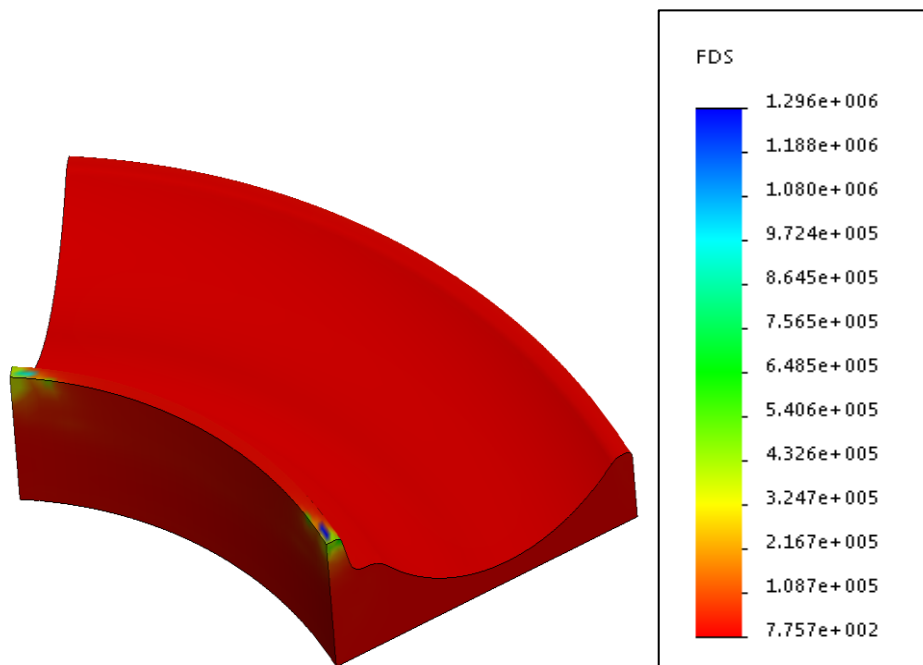


Figura 3.22. Factor de seguridad rin 15”

Fuente: Autor

Molde rin 22,5”:

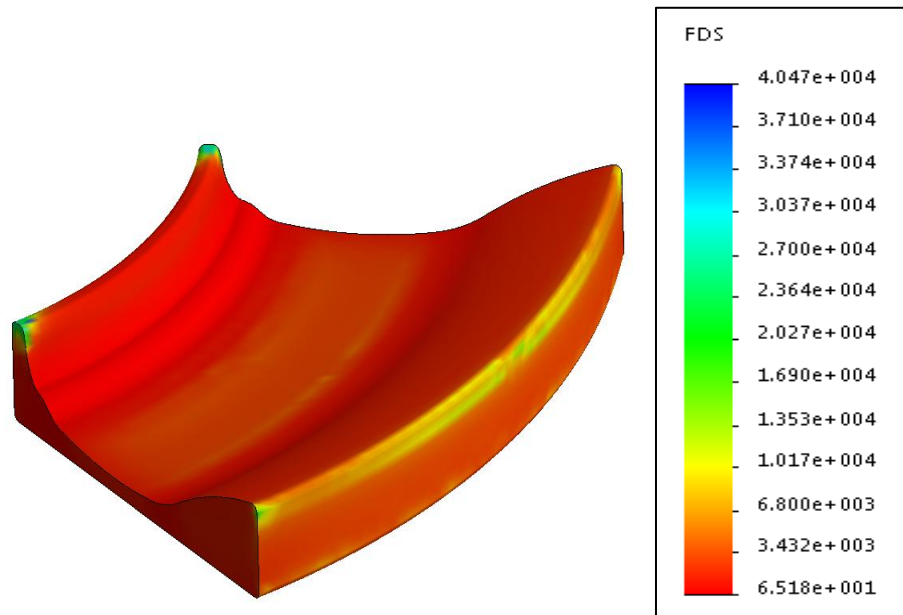


Figura 3.23. Factor de seguridad rin 22,5”

Fuente: Autor

Con los datos obtenidos mediante el cálculo analítico y realización de planos mostrado en el anexo H, se procede a la construcción de los elementos de la prensa de vulcanización como se puede observar en el anexo A, seguidamente se realizara las pruebas de funcionamiento correspondientes para obtener resultados que serán utilizados para la reparación correcta del neumático.

3.3.5 Pruebas de funcionamiento



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA.
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA.



Procedimiento para la reparación del neumático en la prensa de vulcanización.

Lugar de ejecución: Vulcanizadora “El Milenio”

Encargado: Carlos Coque		Revisión.01
Elaborado por: Jorge Coque		Aprobado por: Ing. Segundo Espín. Mg.

1) Recepción del neumático dañado (roto).



Neumático a repararse

Fuente: Autor



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA.



CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Procedimiento para la reparación del neumático en la prensa de vulcanización.

Lugar de ejecución: Vulcanizadora “El Milenio”

Encargado: Carlos Coque		Revisión.01
Elaborado por: Jorge Coque		Aprobado por: Ing. Segundo Espín. Mg.

2) Inspección del neumático dañado completo, tanto por dentro como por fuera para su respectiva reparación.



Inspección de la rotura

Fuente: Autor

3) Desbaste del área dañada del neumático (externa e interna).



Desbaste de la rotura

Fuente: Autor



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA.



CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Procedimiento para la reparación del neumático en la prensa de vulcanización.

Lugar de ejecución: Vulcanizadora “El Milenio”

Encargado: Carlos Coque		Revisión.01
Elaborado por: Jorge Coque		Aprobado por: Ing. Segundo Espín. Mg.

4) Limpieza del área desbastada del neumático (externa e interna), limpie tanto por fuera como por dentro.



Limpieza del pulido

Fuente: Autor

5) Medición del daño en sentido axial y radial para seleccionar el parche a utilizar en la reparación del neumático con la ayuda de la tabla 2.2.



Parches para la vulcanización

Fuente: Autor



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA.



CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Procedimiento para la reparación del neumático en la prensa de vulcanización.

Lugar de ejecución: Vulcanizadora “El Milenio”

Encargado: Carlos Coque		Revisión.01
Elaborado por: Jorge Coque		Aprobado por: Ing. Segundo Espín. Mg.

6) Marcar primero el centro del daño en el interior del neumático, posicione el parche correctamente (moviéndolo en sentido radial) y realice en el neumático el contorno del parche en el interior del neumático.



Marcación del área desbastada

Fuente: Autor

7) Aplicar una mano de solución MTR para la vulcanización tanto en la parte exterior como en la superficie interior desbastada en la cual se instalará el parche.



Cementado en el área desbastada

Fuente: Autor



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA.



CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Procedimiento para la reparación del neumático en la prensa de vulcanización.

Lugar de ejecución: Vulcanizadora “El Milenio”

Encargado: Carlos Coque		Revisión.01
Elaborado por: Jorge Coque		Aprobado por: Ing. Segundo Espín. Mg.

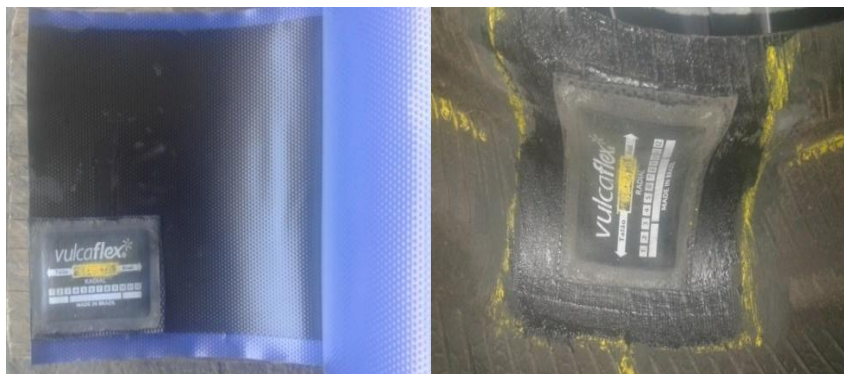
8) Relleno en la superficie exterior con goma de ligación MTR para la vulcanización al calor.



Goma de ligación (exterior)

Fuente: Autor

9) Colocación del parche con goma de ligación exactamente en la zona marcada y cementada en el interior del neumático.



Goma de ligación en el parche (interior)

Fuente: Autor



Procedimiento para la reparación del neumático en la prensa de vulcanización.

Lugar de ejecución: Vulcanizadora “El Milenio”

Encargado: Carlos Coque		Revisión.01
Elaborado por: Jorge Coque		Aprobado por: Ing. Segundo Espín. Mg.

10) Colocación del neumático en la cabina térmica, se colocará con su respectivo saco de apriete, molde, prensa y placas para el ajuste.



Neumático en la prensa de vulcanización

Fuente: Autor

11) Ajuste de la prensa con el torquímetro a un $T = 50 \text{ lb} \cdot \text{ft}$ para el ajuste del neumático con la plancha.



Utilización del torquímetro

Fuente: Autor



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA.



CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Procedimiento para la reparación del neumático en la prensa de vulcanización.

Lugar de ejecución: Vulcanizadora “El Milenio”

Encargado: Carlos Coque		Revisión.01
Elaborado por: Jorge Coque		Aprobado por: Ing. Segundo Espín. Mg.

12) Proceso de vulcanización del neumático.



Vulcanización del neumático

Fuente: Autor

13) El neumático permaneció prensado durante dos horas, la presión que se debe mantener durante este tiempo es de 80 psi para que la vulcanización sea la correcta. Seguidamente se procede a desmontar el neumático de la plancha y verificar el terminado de la reparación.



Utilización del torquímetro

Fuente: Autor



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA.



CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Procedimiento para la reparación del neumático en la prensa de vulcanización.

Lugar de ejecución: Vulcanizadora “El Milenio”

Encargado: Carlos Coque		Revisión.01
Elaborado por: Jorge Coque		Aprobado por: Ing. Segundo Espín. Mg.

14) Someter al neumático a una inspección final. Compruebe que la zona reparada no presente separaciones ni otros deterioros causados durante la vulcanización compruebe el relleno del embudo se haya vulcanizado correctamente.



Revisión de la vulcanización

Fuente: Autor

En la prueba de funcionamiento se trabajo con un neumático 185/60 R14 , este tipo es el más comercializado en el mercado nacional, esta información fue tomada por parte del técnico de la vulcanizadora, los parametro se tomo del anexo G. Algunos elementos que son utilizados para la vulcanizacion se muestra en el anexo E.

3.4 PRESUPUESTO

El financiamiento para la realización del proyecto fue del 70% aportado por el dueño de la vulcanizadora y 30% por el autor.

Tabla 3.15. Presupuesto

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
1	Recopilación de información	50
2	Internet	100
3	Transporte	150
4	Copias	50
5	Impresiones	100
6	Imprevistos	100
7	Fundición del molde	200
8	Quemador atmosférico	150
9	Manómetro WINTERS	180
10	Plancha AISI A36	500
11	Ángulo L30x4	15
12	Perfil UPN 80	30
13	Mano de obra	500
TOTAL		2125

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La temperatura máxima que se utilizó para la vulcanización es 159 °C, siendo la temperatura correcta para la reparación del neumático.
- El tiempo de calentamiento de la plancha térmica se estableció en 80 minutos, a este tiempo se consigue una presión de 80 psi y temperatura de 159 °C, siendo los parámetros que se obtuvo mediante la realización de pruebas de funcionamiento.
- Mediante el análisis DEF en el molde rin 14 se determinó un esfuerzo estático de 0,2248 MPa, desplazamiento máximo de $4,624 \times 10^{-5}$ mm y el factor de seguridad de $4,29 \times 10^2$, por lo que se garantiza la vida útil del elemento y resistencia a fuerzas de apriete mayores.
- La fuerza que se debe aplicar a la prensa de ajuste es de $F = 2669,68$ N, cuyo valor se calculó mediante $T_{\text{máx}} = 67,81$ N*m, este dato se demostró con las pruebas realizadas con un torquímetro en la máquina de vulcanización y se utilizó para todas las dimensiones de neumáticos con la que trabaja la vulcanizadora.

4.2 RECOMENDACIONES

- Si bien la prensa fue diseñada para obtener una forma determinada, queda totalmente abierta la posibilidad de futuras modificaciones y pueda ser adaptada para otro tipo de procesos.
- Revisar la posibilidad de incrementar la capacidad del sistema de calentamiento para ser utilizado en procesos que requieran mayor temperatura y así disminuir tiempos.
- Tener en cuenta los parámetros de temperatura, presión y tiempo que son necesarios para el procedimiento de vulcanización y cuyos valores fueron obtenidos en las pruebas de funcionamiento
- Colocar el molde en la plancha al momento de encender el quemador, esto ayudara que la vulcanización tenga un mejor acabado superficial tanto exterior como interior.
- Tener cuidado en el mantenimiento de la máquina, pues debe estar inspeccionada en su totalidad por parte del trabajador en cargado de la vulcanización, revisar el anexo B.
- Luego de la reparación el neumático debe permanecer en la plancha térmica aproximadamente un tiempo de 30 minutos, para que no se provoque algún daño en el área vulcanizada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CONTITECH. (2003, Marzo) Manual de empalmes vulcanizados. [Online]. <http://clientes.bcsoporte.com/tecniband/wp-content/uploads/2013/03/manual-de-emplames-vulcanizados.pdf>.
- [2] Javier Eduardo Reyes Sanches. (2008) Automatización del sistema de control y monitoreo de una autoclave para el proceso de vulcanización del caucho en calzado de lona. [Online]. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/217>
- [3] Castro Guillermo. (2008) Materiales y compuestos para la industria del neumático. [Online]. http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf.
- [4] Continental Tires. (2012, Enero) Neumáticos para vehículos comerciales. [Online]. www.continental-corporation.com.
- [5] Goodyear. (2010, Enero) aprendiendo sobre neumáticos. [Online]. http://www.goodyear.com.ec/tyres/farm/tire_learn.html.
- [6] Continental Truck Tires. (2006, Enero) Neumáticos de camión: Nociones Técnicas. [Online]. www.continental-corporation.com.
- [7] Armando Martinez Casanova. Manual de información técnica de neumáticos. [Online]. Manual de información Técnica de Neumáticos
- [8] William Urrego Yepes, "Efecto del sistema de vulcanización en la cinética de la reacción y en las propiedades físico- químicas de un caucho natural colombiano," *Grupo de Investigación en materiales de ingeniería* , pp. 14-29. [Online]. http://educcommons.anahuac.mx:8080/eduCommons/ciencia-de-los-materiales-y-metalurgia/ciencia-de-los-polimeros/tema-3.-vulcanizacion-del-caucho/TEMA04_Vulcanizacion%20del%20caucho.pdf.
- [9] FONMAR. (2010) Vulcanización en caliente. [Online]. www.fonmar.com.
- [10] Freddy Moscoso Paredes. (2010, Julio) Manual de especificaciones técnicas y estándares de trabajo para el reencauche de neumáticos. [Online]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/625/1/07920.pdf>.
- [11] Jhon E. Neely. (2000) Metalurgia y materiales industriales. [Online]. <http://materias.fi.uba.ar/7201/Acerosyfundiciones.pdf>.
- [12] Mercedes Godoy. Operaciones fundamentales del proceso de fundición de piezas. [Online]. <http://blog.uca.edu.ni/mgodoy/2011/05/31/operaciones-fundamentales-del-proceso-de-fundicion-de-piezas/>

- [13] Víctor Chura Uruchi, "Conformado de una pieza de aluminio: moldeo en arena verde, fundición y colada," *Revista Tecnológica*, p. 6, Junio 2014.
- [14] Rema TIP TOP. (2015) Tabla de aplicaciones de parches radiales. [Online]. www.rema-tiptop.com.
- [15] Robert L. Mott, *Mecánica de fluidos*. México: Pearson, 2006.
- [16] R.B. Budynasy and J.K. Nisbett, *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México: McGraw-Hill, 2015.
- [17] Michelin. (2013) Documentación técnica: neumáticos de camión. [Online]. www.michelintransport.es
- [18] J. McCormac and F. Csernak, *Diseño de estructuras de acero*. México: Alfaomega S.A., 2012.
- [19] DIPAC. Catálogo de aceros estructurales. [Online]. www.dipacmanta.com.
- [20] Incropera F., *Fundamentos de transferencia de calor*. México: Pearson, 2005.
- [21] Juan Rubio. (2011, Diciembre) Rubal Ingenieros: código de los neumáticos. [Online]. <http://www.rubalingenieros.com/blog/index.php/vehiculos/como-leer-los-codigos-de-los-neumaticos/>
- [22] N. D. Titov and Yu. A. Stepánov, *Tecnología del proceso de fundición*. Moscú: Mir Moscú.
- [23] Hernderson Gutierrez Andrade. (2009, Marzo) Diseño de una prensa hidráulica para vulcanizar compuestos de caucho con una capacidad de 300 toneladas. [Online]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6722>

ANEXOS

Anexo A: Proceso de construcción



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA.
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA.



Corte del perfil UPN 80, ángulo L 30x3 y la plancha A36

Corte por plasma de la plancha de acero A36 para construcción de la plancha térmica.



Medición y corte del perfil UNP 80 para la manufactura de la prensa de ajuste para la vulcanización.



Corte del ángulo L 30x3 mm para la estructura de la plancha térmica y el soporte del quemador.





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA.



CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA.

Elaboración de la prensa de vulcanización

Soldadura de la estructura principal y la prensa de sujeción, estas soldaduras se realizaron utilizando el proceso SMAW con electrodos celulósicos 6011.



Soldadura de la plancha térmica aplicando el proceso SMAW con electrodo celulósico 6011.



Instalación del quemador atmosférico radial en su estructura.



Instalación del manómetro y colocación del agua aproximadamente 25 litros en el interior de la plancha térmica.



Acabado final de los elementos principales de la prensa para la vulcanización de neumáticos.



Esquema final de todos los componentes utilizados en el proceso de vulcanización. Donde consta la prensa de ajuste, plancha térmica, estructura principal, moldes, placa de ajuste, saco de apriete, quemador atmosférico y manómetro.



Anexo B: Mantenimiento de la prensa vulcanización

El mantenimiento es un conjunto de técnicas y sistemas que ayudan a prevenir las averías, efectuar revisiones y realizar diferentes tareas, dividiéndose en varios tipos de mantenimiento con la finalidad de mantener la completa productividad de las empresas ayudando a prestar una mejor calidad de servicios para las industrias.

En la máquina de vulcanizado se tomó datos mediante los procesos que se realiza al momento de la preparación del neumático, así como los parámetros que se toman en cuenta para la vulcanización.

- Neumáticos a vulcanizar por día: 3 Neumáticos máximo.
- Tiempo de demora en calentar la plancha: 1 h 20min.
- Presión del Vapor en el Manómetro: 80 psi.
- Tiempo de Trabajo Máximo: 8 h por día.

El mantenimiento se define “como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas.

Objetivo

El objetivo principal es planificar el mantenimiento mediante acciones necesarias vinculadas para conservar el equipo de vulcanizado en buen estado.

El mantenimiento presente abarca cuatro áreas básicas las mismas que son:

- Limpieza
- Inspección
- Lubricación
- Reemplazo o Cambio

Limpieza. - Las máquinas limpias son más fáciles de mantener, operan mejor y reducen la contaminación; constituye la actividad más sencilla y eficaz para reducir desgastes, deterioros y roturas.

Inspección. - Se realizan para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico, del equipo; en donde mediante las informaciones obtenidas por medio de las inspecciones, se toman las decisiones a fin de llevar a cabo el mantenimiento adecuado y oportuno.

Lubricación. - Es la acción realizada por el lubricante, la misma que al ser introducida entre dos partes móviles, reduce el frotamiento, calentamiento y desgaste, debido a la formación de una capa resbalante entre ellas.

Reemplazo o Cambio.- Es la acción de reemplazar las piezas originales en una máquina o equipo, que debido a su uso diario han sufrido desgaste o una avería.

Para mantener en buen estado el equipo de vulcanizado se ve necesario implementar un manual de mantenimiento, en el cual se encuentre los procesos de conservación como son:

Mantenimiento de la prensa de vulcanización

Detalle de Operaciones	MANTENIMIENTO			
	Diario	Semanal	Quincenal	Semestral
Inspección				
Inspeccionar el nivel de agua en la cabina térmica si es necesario añadir	X			
Revisión de la manguera que está conectada al tanque de glp, chequear que no exista fugas		X		
Inspección general de las soldaduras de la estructura en caso de aparición fisuras se debe reparar				X

Lubricación				
Engrasar o lubricar el tornillo de potencia		X		
Limpieza				
Limpiar el equipo de vulcanizado.	X			
Limpieza de quemador	X			
Limpiar el manómetro con un trapo húmedo.	X			
Reemplazo o Cambio				
Reemplazo de la Manta Térmica				X
Cambio de agua de la cabina térmica			X	
Observaciones				
Controlar la función de conmutación del manómetro.				X

Fuente: Autor

Anexo C: Termómetro infrarrojo 62 Máx+



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Rango de temperatura	Fluke 62 MAX+	De -30 a 650 °C (de -22 a 1202 °F)
Precisión	Fluke 62 MAX+	±1,0 °C o ±1,0% de la lectura, el valor más alto
		-10 °C a 0 °C: ±2,0
		-30 °C a -10 °C: ±3,0
Tiempo de respuesta (95%)	Fluke 62 MAX+	<300 ms (95% de la lectura)
Respuesta espectral	De 8 a 14 micrones	
Emisividad	0,10 a 1.00	
Resolución óptica	Fluke 62 MAX+	12:1 (calculado al 90% de energía)
Resolución de la pantalla		0.1 °C (0.2 °F)

Repetibilidad de las lecturas	Fluke 62 MAX+	$\pm 0,5\%$ de la lectura o $\leq \pm 0,5$ °C (1 °F), el valor más alto
Alimentación	Pila AA	
Duración de la batería	Fluke 62 MAX+	8 horas con el láser y la retroiluminación activados
Especificaciones físicas	Peso	255 g (8,99 oz)
	Dimensiones	(175 x 85 x 75) mm (6,88 x 3,34 x 2,95) pulgadas
	Temperatura de funcionamiento	De 0 a 50 °C (de 32 a 122 °F)
	Temperatura de almacenamiento	De -20 a 60 °C (de -4 a 140 °F), (sin pila)
	Humedad de operación	De 10 a 90% de humedad relativa sin condensación, a 30 °C (86 °F)
	Altitud de servicio	2000 metros sobre el nivel medio del mar
	Altitud de almacenamiento	12.000 metros sobre el nivel medio del mar
	Clasificación IP	IP 54 según la norma IEC 60529
	Prueba de caída	3 metros
	Resistencia a choques y vibraciones	IEC 68-2-6 2.5 g, 10 to 200 Hz, IEC 68-2-27, 50 g, 11 ms
EMC	EN 61326-1:2006 EN 61326-2:2006	
Estándares y aprobaciones de organismos	Conformidad	EN/IEC 61010-12001
	Seguridad láser	FDA y norma EN 60825-1 Clase II

Anexo D: Quemador atmosférico radial modelo R - 15

QUEMADORES ATMOSFERICOS RADIALES EQA "R"

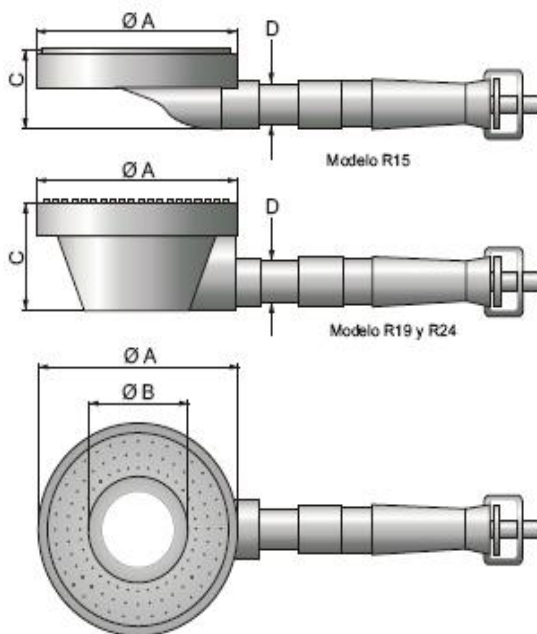
Los quemadores radiales EQA R son ideales para ser utilizados en bateas, calentamiento de líquidos, fritadoras, intercambiadores de calor, crisoles de fundición de metales de bajo punto de fusión, calderas, cocinas, anafes industriales, hogares, estufas de secado, etc.

Pueden contar con encendido manual o automático, válvula de seguridad por falta de llama y válvula solenoide para trabajar con controles de temperatura, presión, etc.



También pueden estar equipados con un control electrónico de llama que se adapta a las normas de combustión vigentes.

Están contruidos sobre modelos de fundición de hierro, aptos para soportar altas temperaturas y cuentan con válvula esférica, venturi y registro de aire.



DIMENSIONES Y CAPACIDADES

Modelo	Dimensiones (mm.)			Rosca D	Capacidad (Kcal/hora)	
	A	B	C		GN (0.02 bar)	GLP (0.028 bar)
R15	155	88	86	1" bsp	12.000	8.000
R19	190	90	90	1" bsp	18.000	13.000
R24	235	90	83	1" bsp	30.000	15.000



Anexo E: Elementos de la prensa de vulcanización

ELEMENTO	ELEMENTOS
MOLDES: 14" – 15" – 22,5"	
Saco de apriete	
Goma de ligación MTR para la vulcanización al calor tip-top	

Torquímetro de precisión



Parches tip-top, pegamento para el curado, goma MTR e instrumentos para el desbaste



Anexo F: Acero AISI 1018



Especificaciones Generales:

- **Calidad:** AISI 1081
- **Descripción:** Es un acero de cementación no aleado principalmente utilizado para la elaboración de piezas pequeñas, exigidas al desgaste y donde la dureza del núcleo no es muy importante.
- **Aplicaciones:** Levas, uniones, bujes, pines, pivotes, pernos grado3.
- **Longitud:** 6m



DESCARGAR CATÁLOGO

Composición Química				
%C	%Si	%Mn	%P	%S
0 - 0.20	0 - 0.25	0 - 0.70	0 - 0.04	0 - 0.05

Propiedades Mecánicas			
Resistencia Mecánica (N/mm ²)	Punto de Fluencia (N/mm ²)	Elongación %Min.	Dureza ROKWELL B
410 - 520	235	20	143

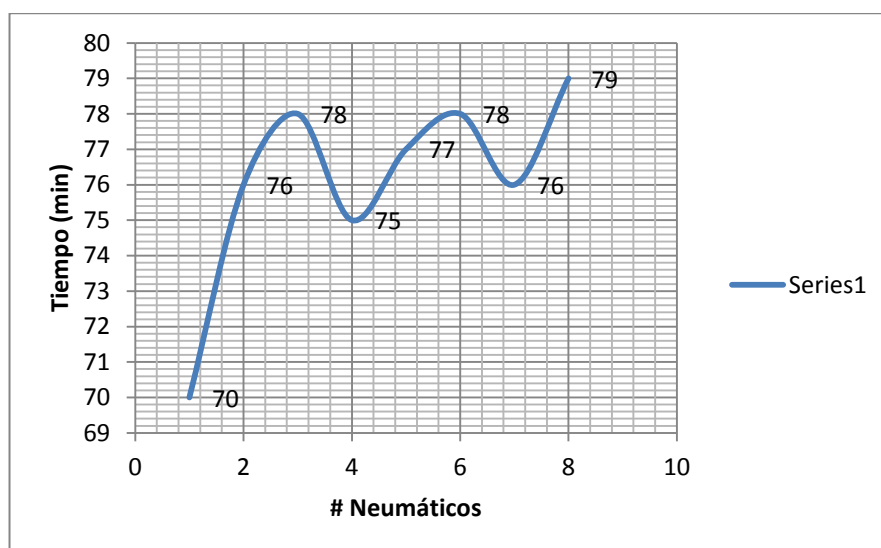
Anexo G: Datos obtenidos mediante las pruebas de funcionamiento de la máquina de vulcanización

Tiempo del proceso de vulcanización

En base a los datos obtenidos en las respectivas pruebas de funcionamiento realizadas en la máquina de vulcanización se estableció el tiempo de calentamiento de la plancha se determinó $t = 78,875$ minutos periodo máximo para la reparación de los neumáticos. Cabe recalcar que se realizó las pruebas en 8 neumáticos pequeños y grandes.

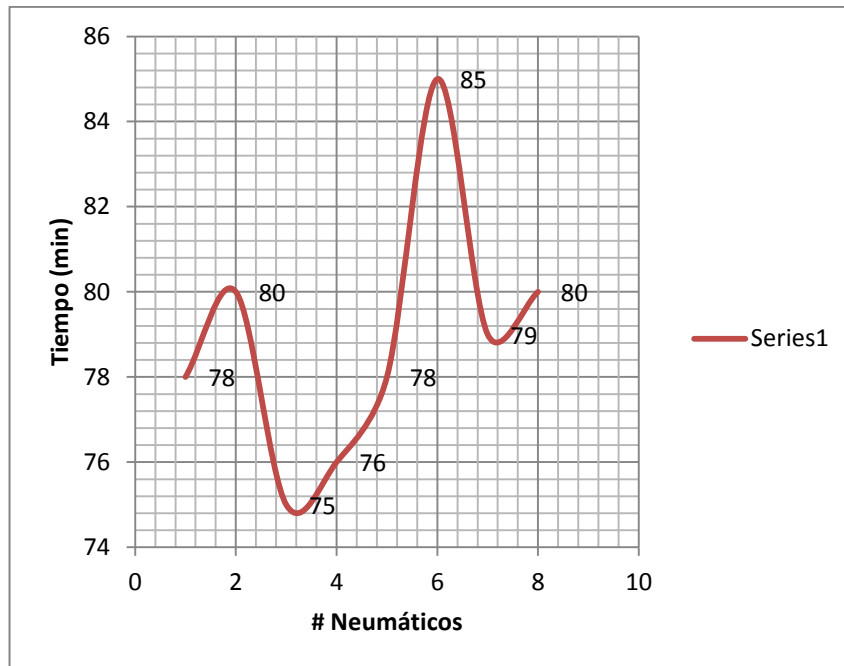
Neumáticos pequeños R14 – R15:

Neumáticos pequeños	
# de neumáticos	tiempo (minutos)
1	70
2	76
3	78
4	75
5	77
6	78
7	76
8	79
Promedio	76,125



Neumáticos grandes R22,5:

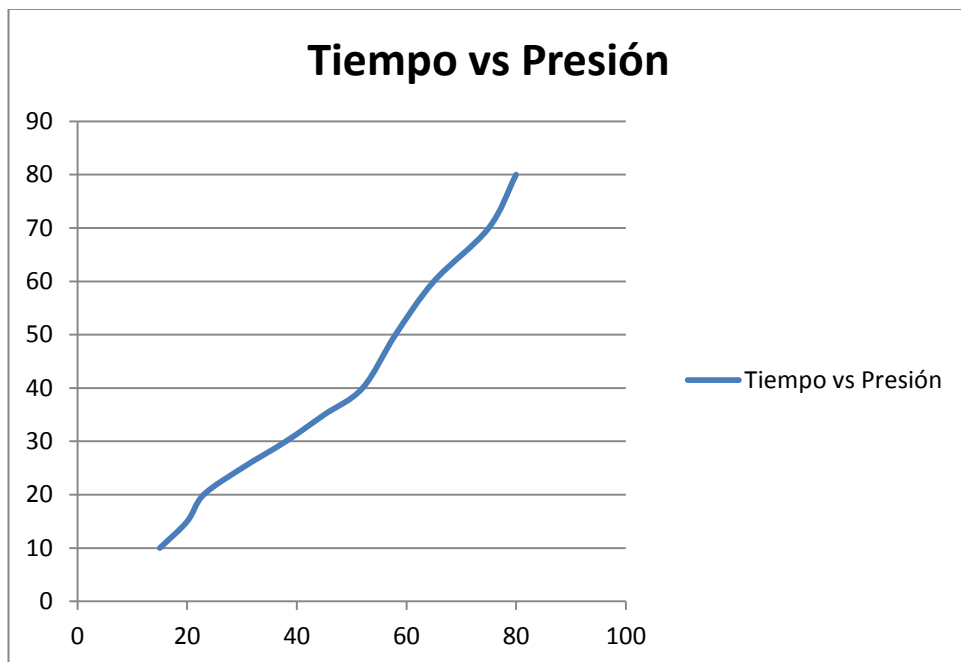
Neumáticos grandes	
# de neumáticos	tiempo (min)
1	78
2	80
3	75
4	76
5	78
6	85
7	79
8	80
Promedio	78,875



Análisis de los parámetros obtenidos en las pruebas de funcionamiento para la realización del proceso de vulcanización al calor para la reparación del neumático.

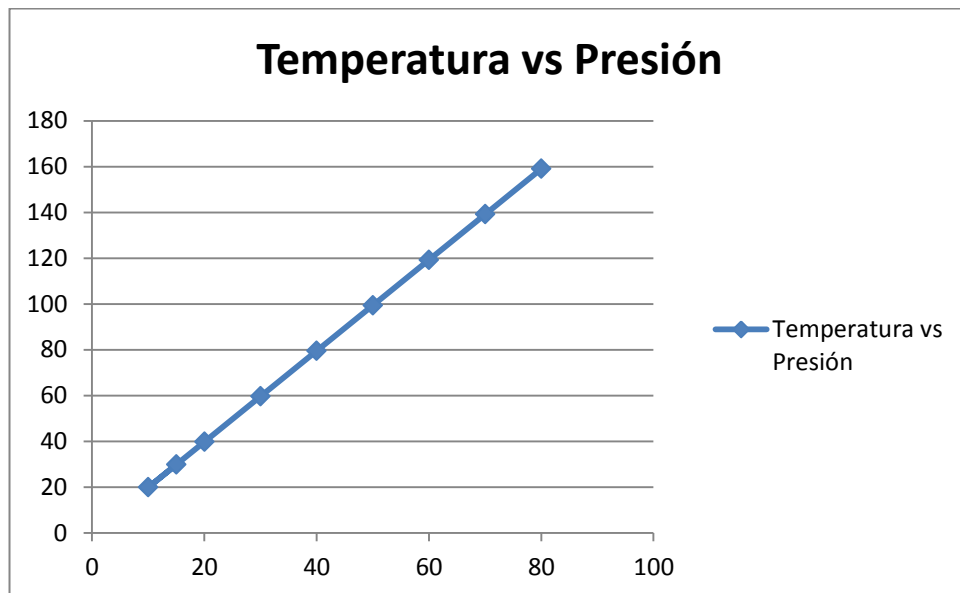
Tiempo vs Presión:

Tiempo (minutos)	Presión (PSI)
10	15
15	20
20	23
25	30
30	38
35	45
40	52
50	58
60	65
70	75
80	80



Presión vs Temperatura

Presión (PSI)	Temperatura °C
15	29,8125
10	19,875
20	39,75
30	59,625
40	79,5
50	99,375
60	119,25
70	139,125
80	159



Analizando los datos obtenidos en las pruebas de funcionamiento de la máquina de vulcanización se determinó los parámetros de tiempo, presión y temperatura.

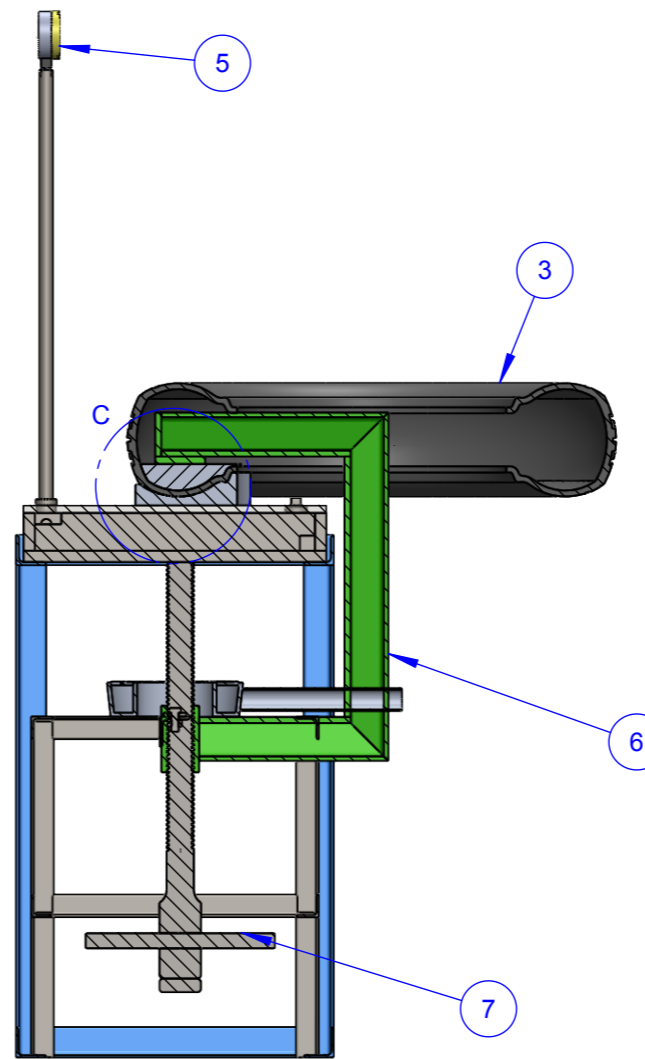
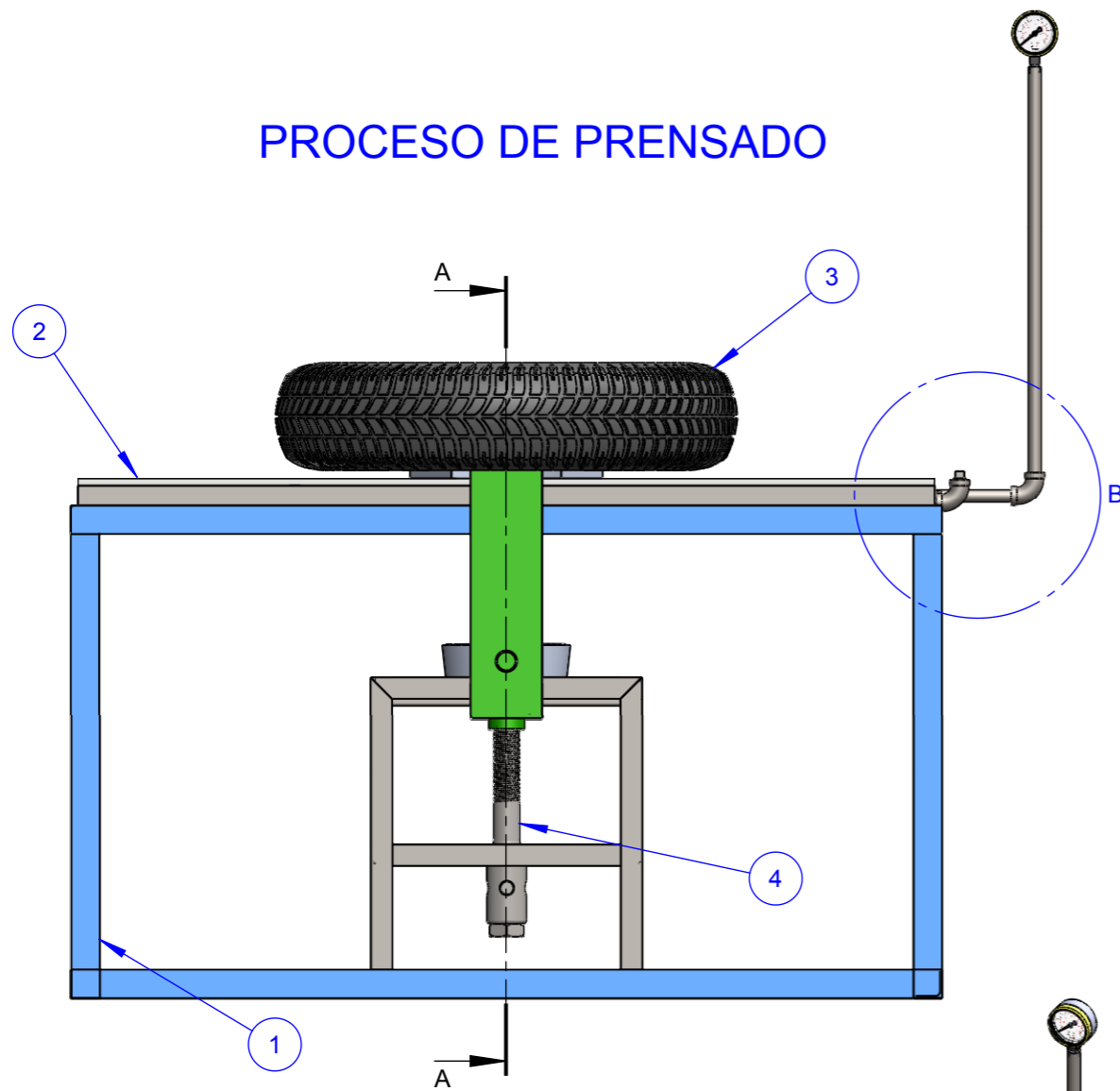
$$T = 160 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P = 80 \text{ } \textit{psi}$$

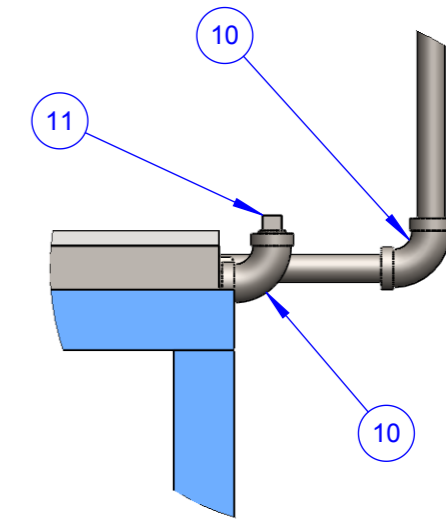
$$t = 1 \text{ h } 20\textit{min}$$

Anexo H: Planos

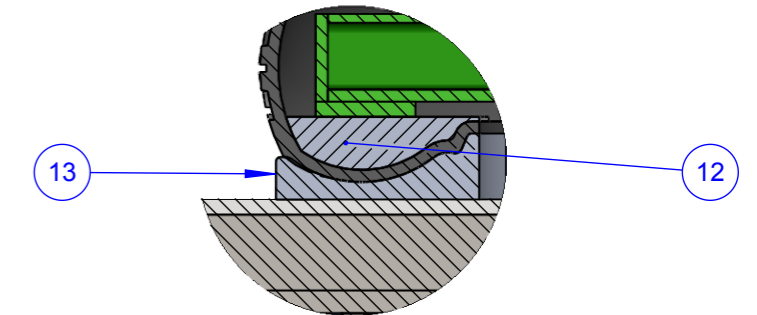
PROCESO DE PENSADO



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10

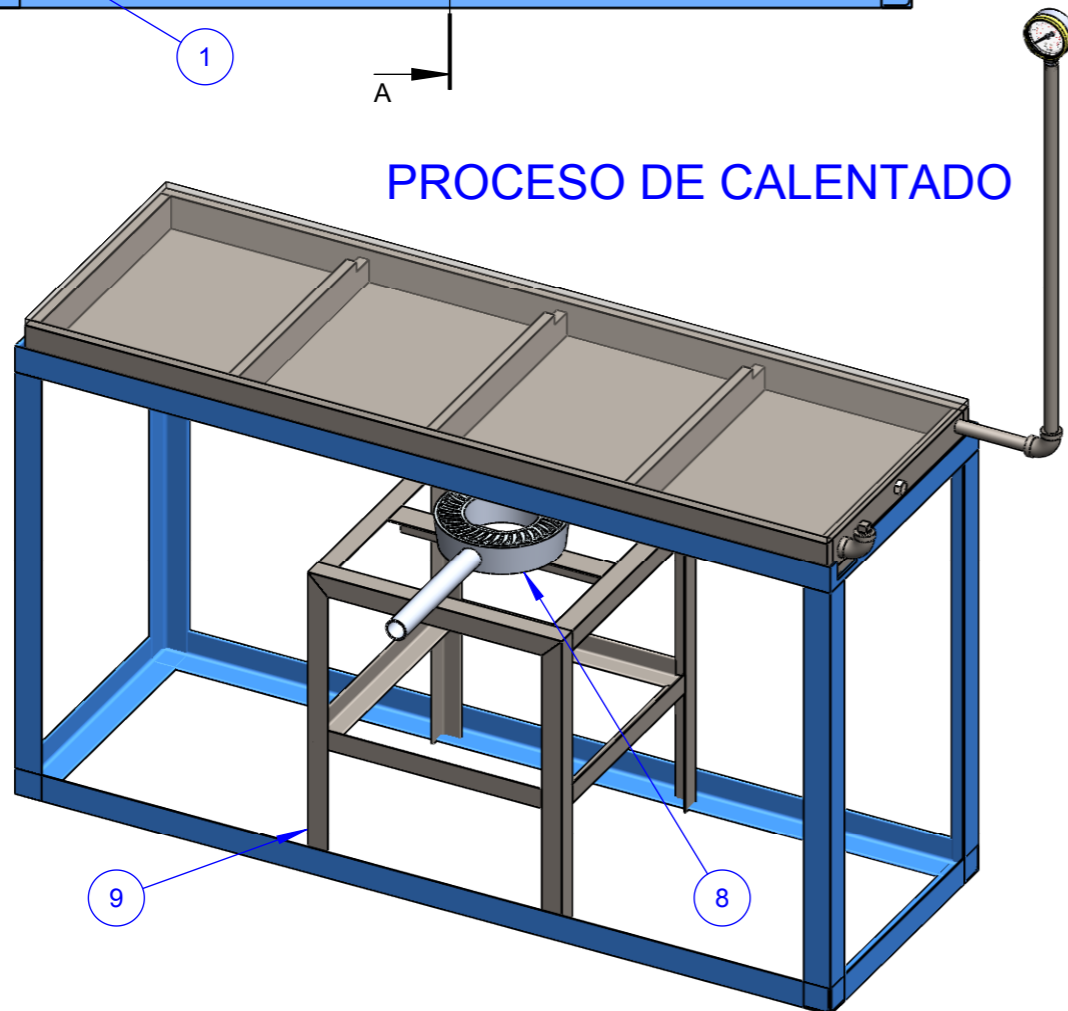


DETALLE B
ESCALA 1 : 5



DETALLE C
ESCALA 1 : 5

PROCESO DE CALENTADO



	Molde	Dibujo 7-8-9	Aluminio 6061	13			Construido
	Saco de apriete		Aluminio 6061	12			Construido
	Tapón		Hierro	11	5/8"		Adquirido
	Codos		Hierro	10	5/8"		Adquirido
	Base quemador	Dibujo 5	ASTM A36	9			Construido
	Quemador		Aluminio 6061	8	Winters		Adquirido
	Eje de apriete	Dibujo 6	AISI 1018	7			Construido
	Prensa	Dibujo 4	ASTM A36	6			Construido
	Manómetro		Varios	5	Bar/Psi		Adquirido
	Tornillo de potencia	Dibujo 6	AISI 1018	4			Construido
	Neumático		Caucho	3	Rin 14", 15", 22.5"		Producto
	Plancha térmica	Dibujo 3	ASTM A36	2			Construido
	Estructura Principal	Dibujo 2	ASTM A36	1			Construido
Nº de pieza	Denominación	Nº de Norma/ Dibujo	Material	Nº de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pz	Observaciones
			TOLERANCIA: ±1				
			PESO: 148.6 Kg				
			MATERIAL: VARIOS				
			FECHA: 03/02/2017				
			NOMBRE: COQUE J.				
			REVISO: 06/02/2017				
			ING. ESPÍN S.				
			APROBO: 06/02/2017				
			ING. ESPÍN S.				
			U.T.A.				
			INGENIERIA MECANICA				
			N.º DE LAMINA				
			HOJA 1 DE 9				
			REGISTRO:				

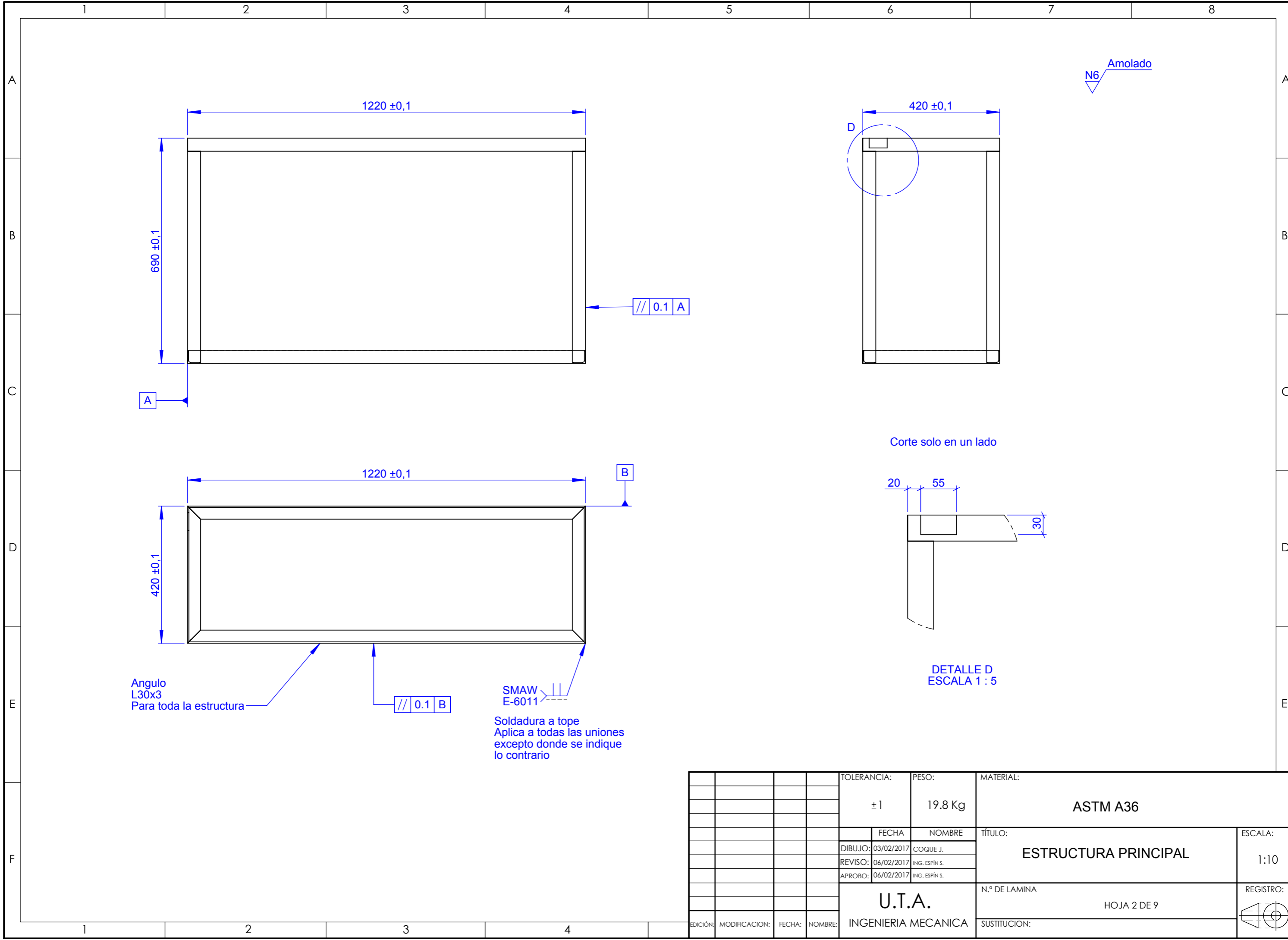
MÁQUINA DE VULCANIZACIÓN

ESCALA: 1:10

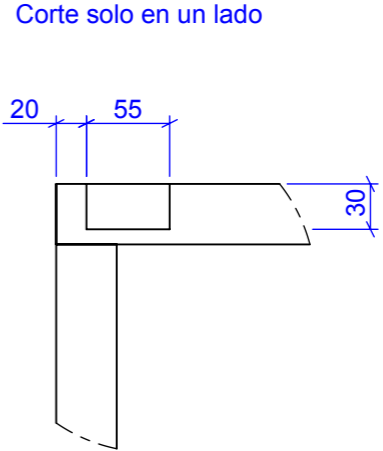
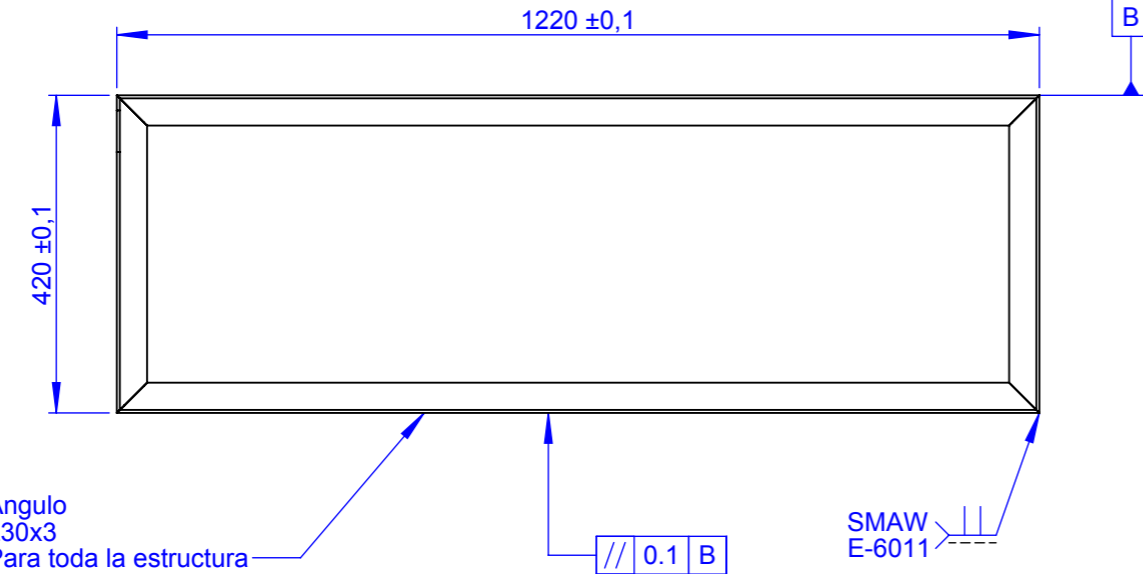
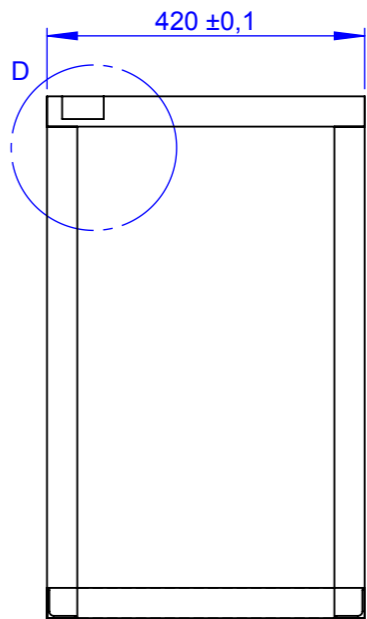
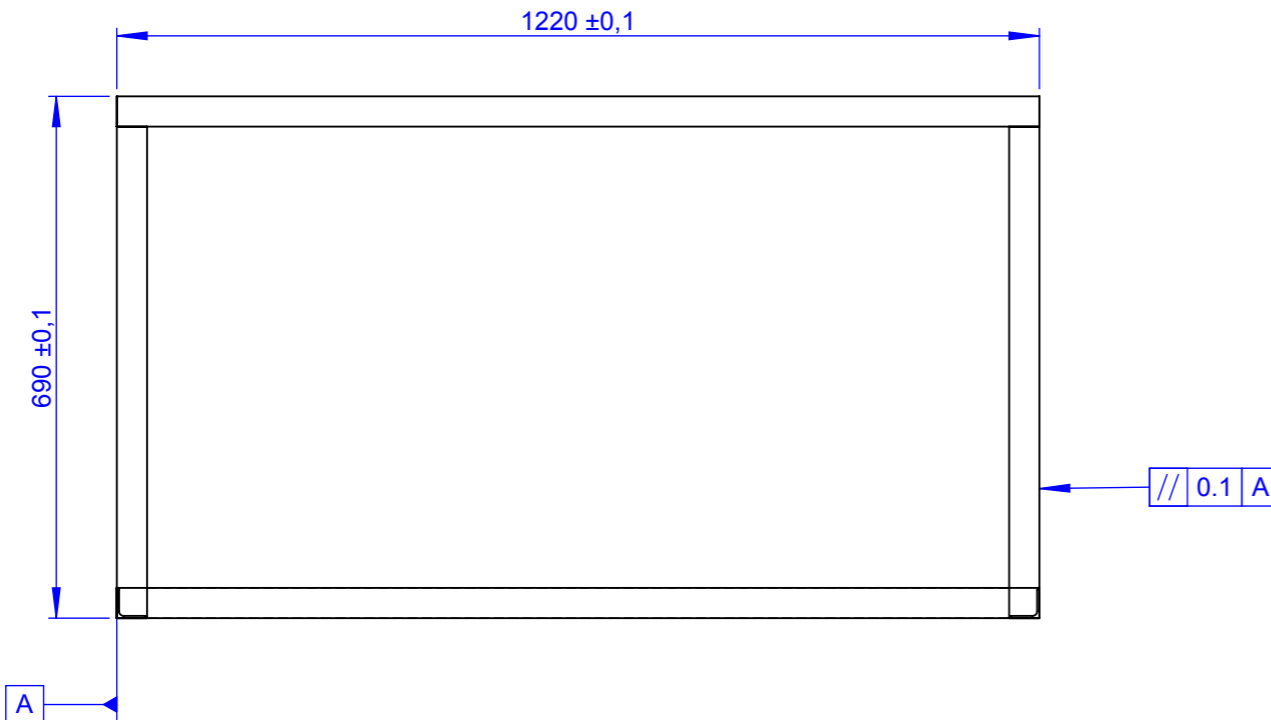
U.T.A.
INGENIERIA MECANICA

N.º DE LAMINA
HOJA 1 DE 9





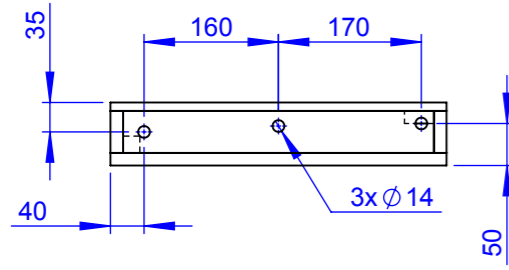
Amolado
N6



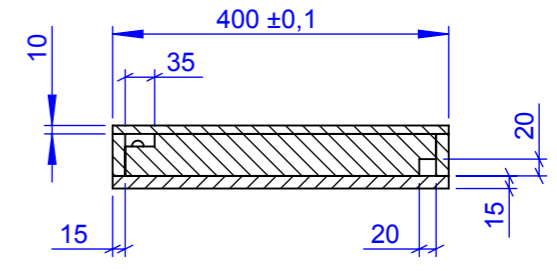
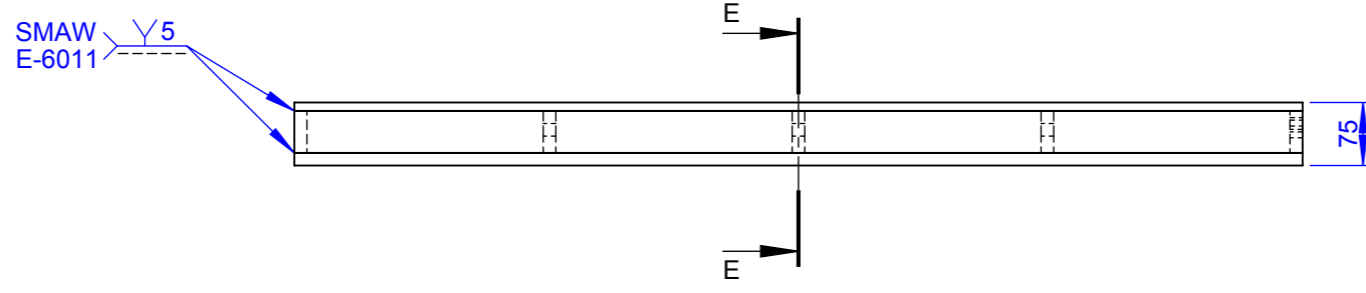
DETALLE D
ESCALA 1 : 5

Soldadura a tope
Aplica a todas las uniones
excepto donde se indique
lo contrario

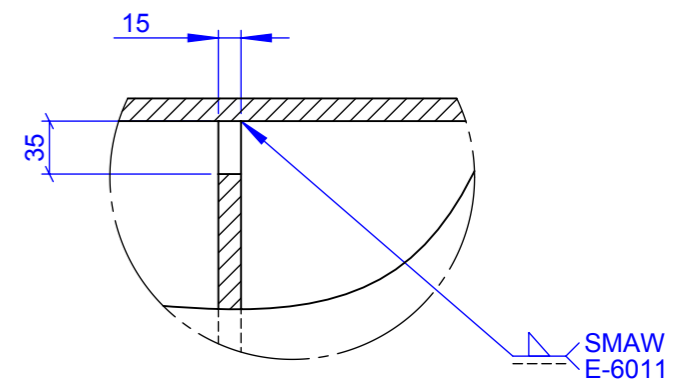
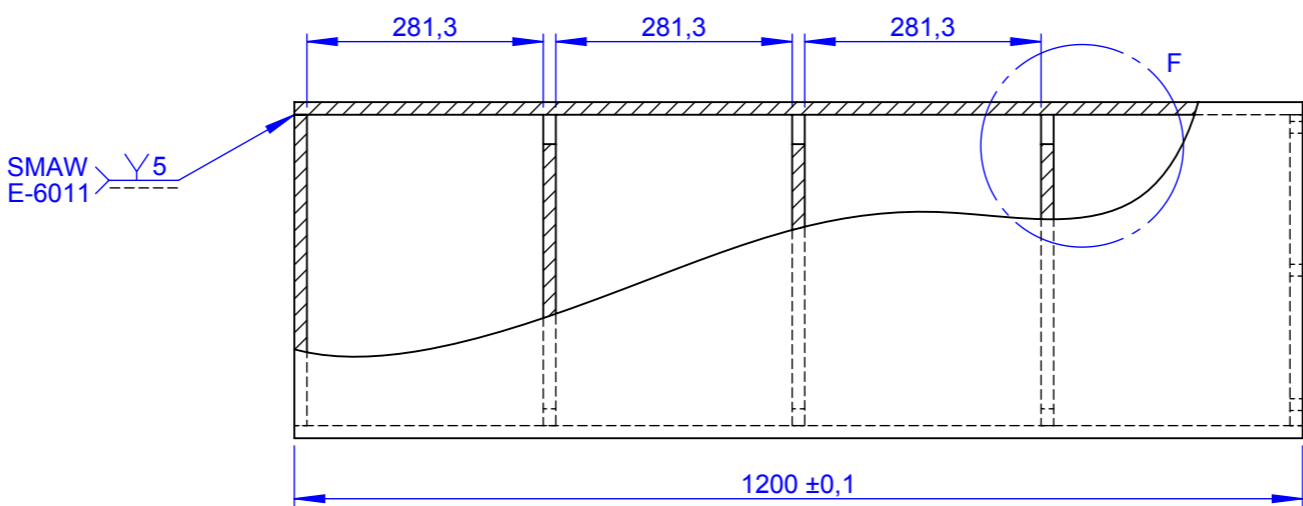
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				± 1	19.8 Kg	ASTM A36		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 03/02/2017	COQUE J.	ESTRUCTURA PRINCIPAL		1:10
				REVISO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.			
				APROBO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.			
				U.T.A.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
				INGENIERIA MECANICA		HOJA 2 DE 9		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		



Perforaciones para tubería

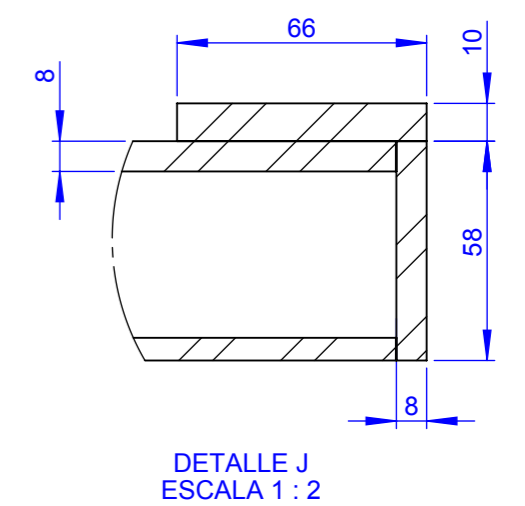
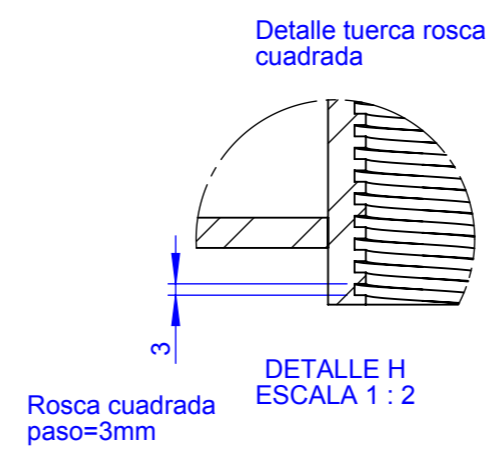
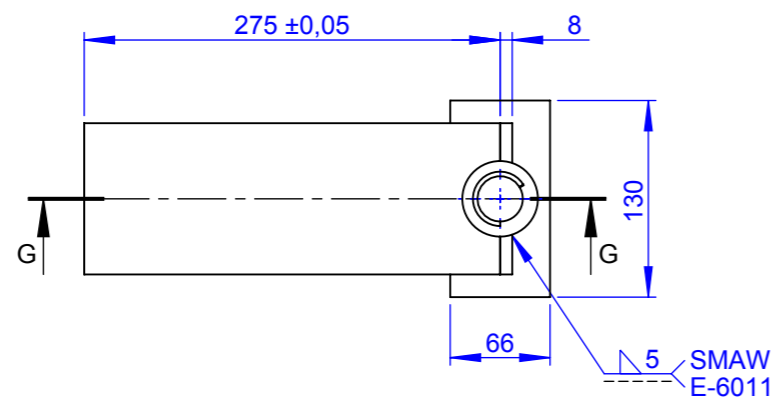
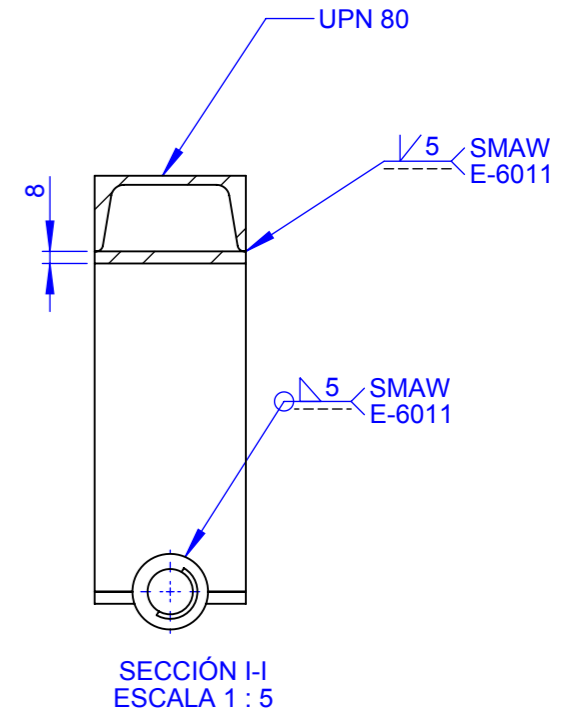
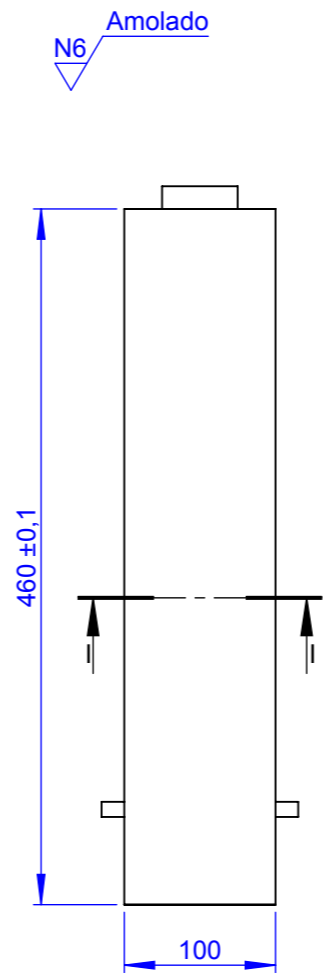
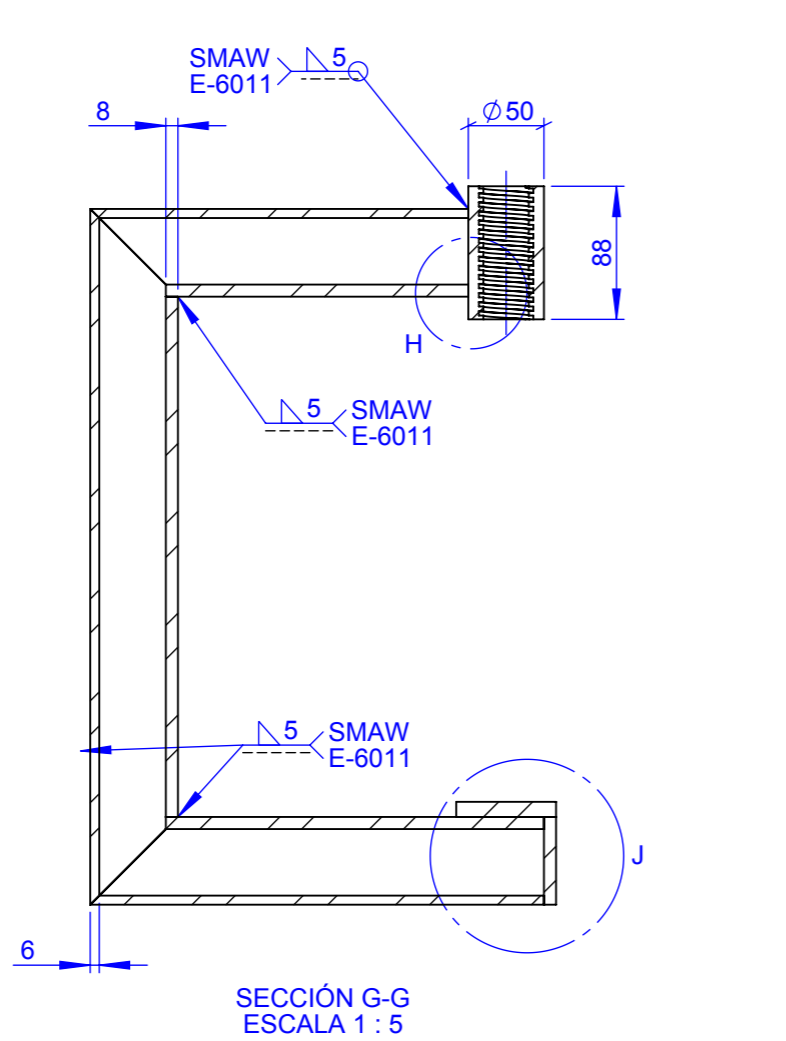


SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 9

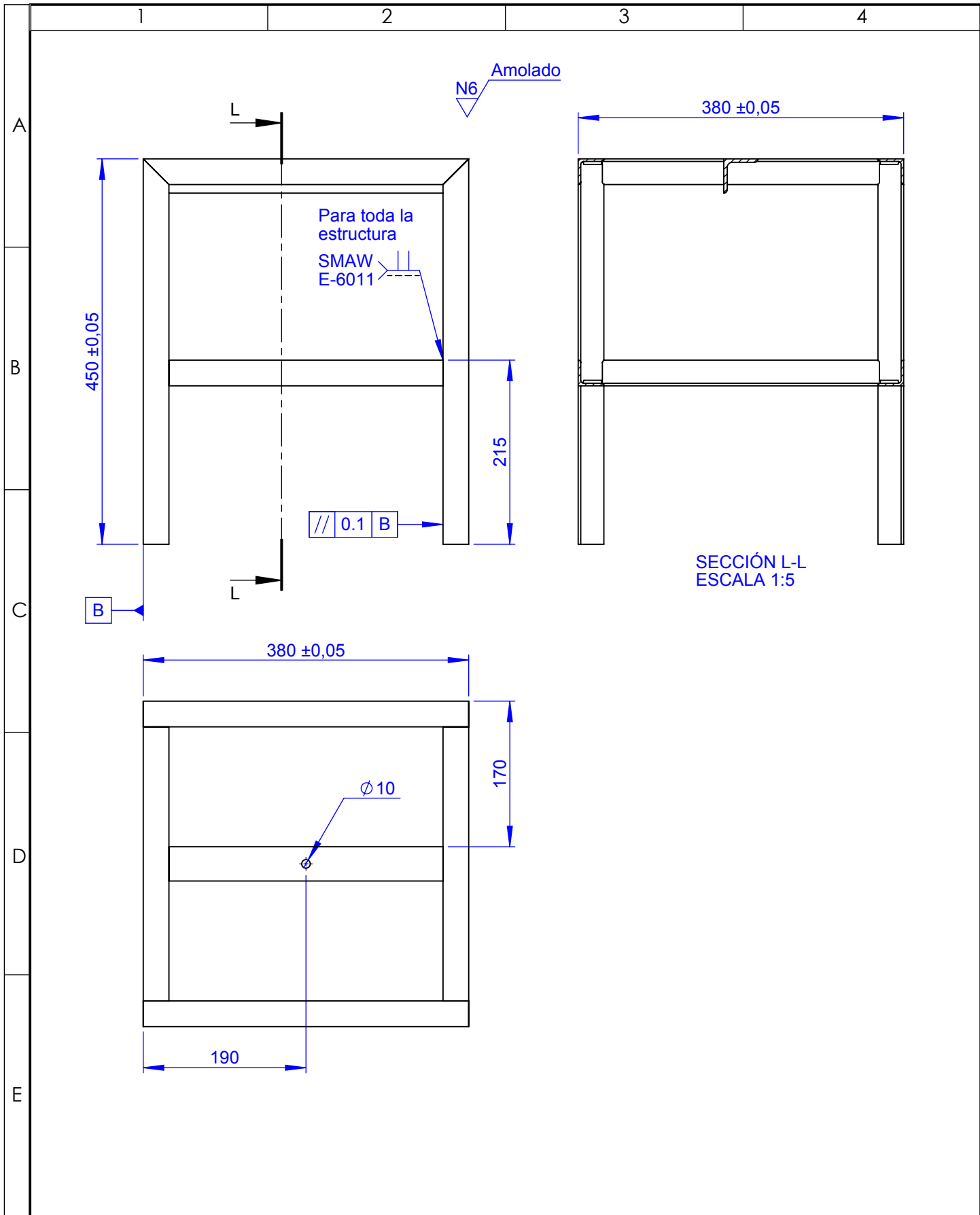


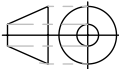
DETALLE F
ESCALA 1 : 5

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	118.8 Kgr	ASTM A36		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 03/02/2017	COQUE J.	PLANCHA TÉRMICA		1:10
				REVISO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.			
				APROBO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.			
				U.T.A.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
				INGENIERIA MECANICA		HOJA 3 DE 9		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		



				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	17.4 Kg	ASTM A36		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 03/02/2017	COQUE J.	PRENSA		1:5
				REVISO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.			
				APROBO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.			
				U.T.A.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
				INGENIERIA MECANICA		HOJA 4 DE 9		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		



				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 6.7 Kg	MATERIAL: ASTM A36	
						TÍTULO: BASE QUEMADOR	ESCALA: 1:5
				DIBUJO: 03/02/2017	COQUE J.		
				REVISO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.		
				APROBO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.		
				U.T.A.		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
						INGENIERIA MECANICA	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:			

1

2

3

4

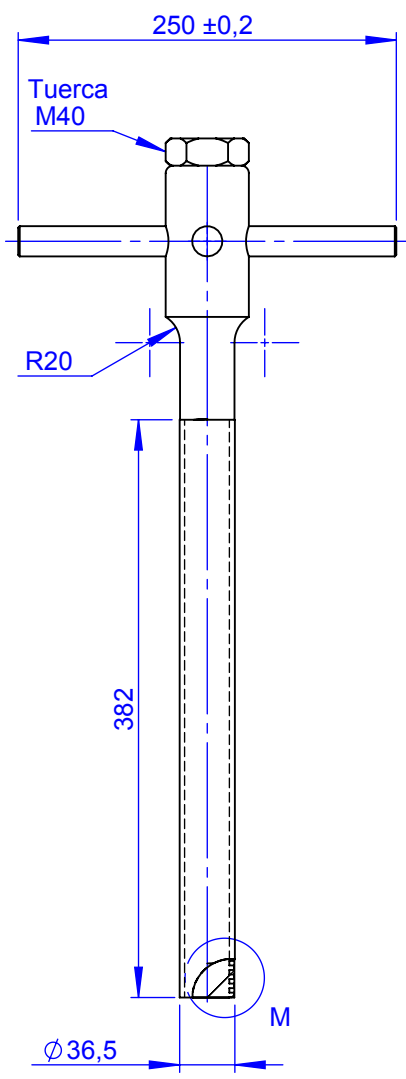
A

B

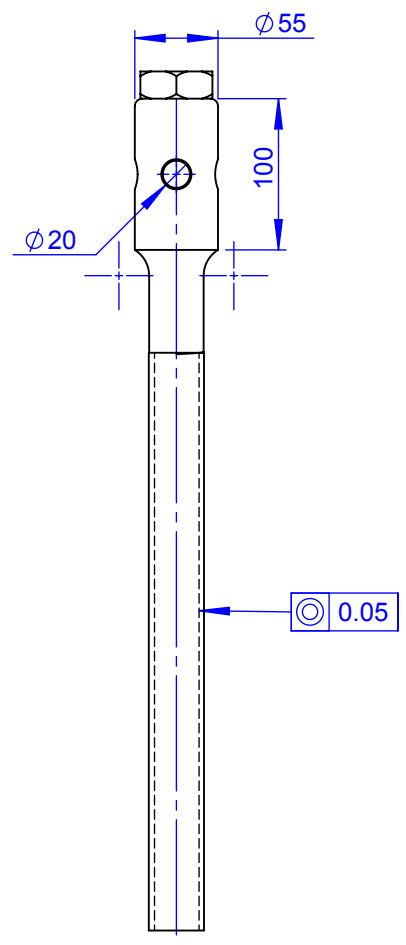
C

D

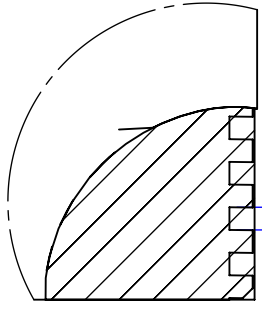
E



N7 Torneado



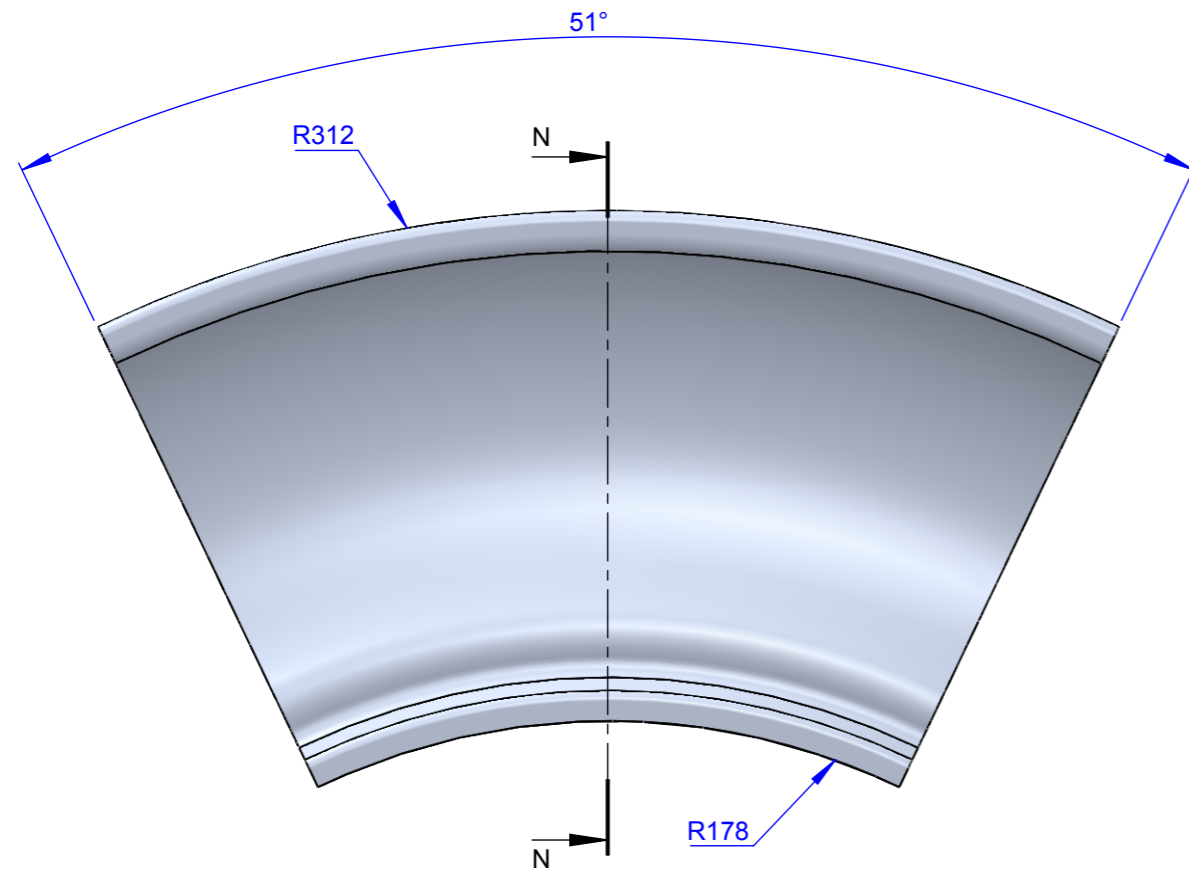
Detalle perno rosca cuadrada



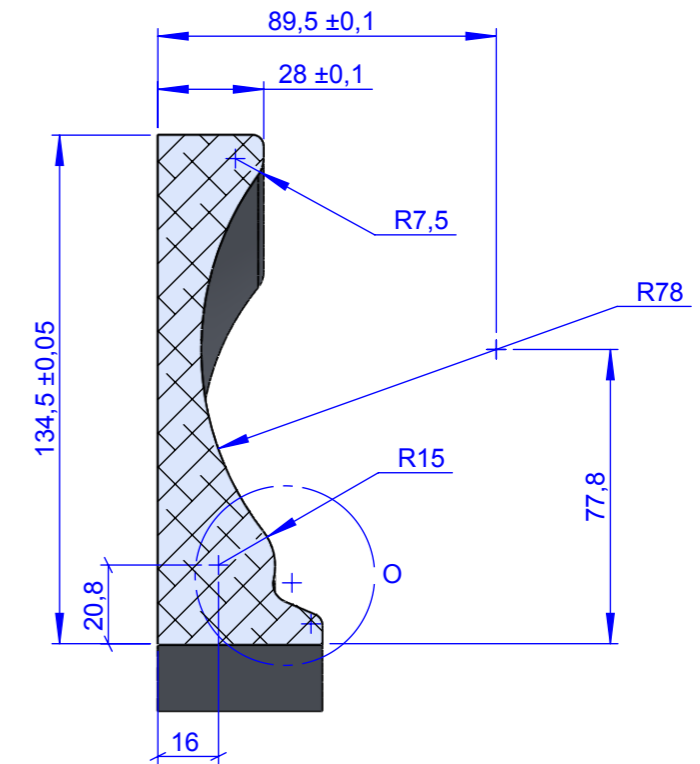
Rosca cuadrada paso=3mm

DETALLE M
ESCALA 1 : 1

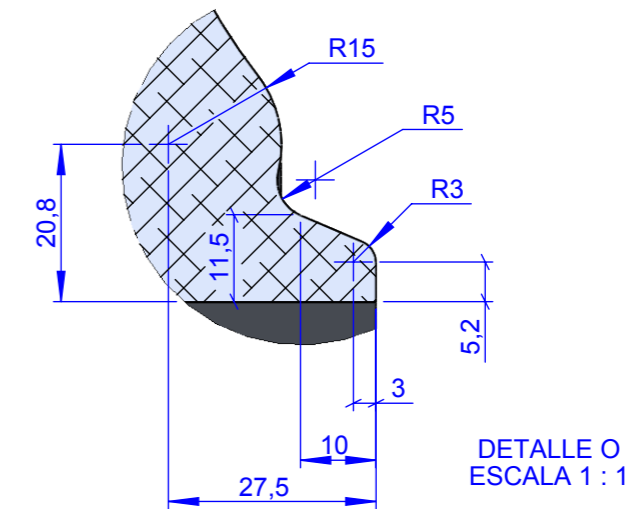
				TOLERANCIA: ±1	PESO: 8.6 Kg	MATERIAL: AISI 1018	
						TÍTULO: TORNILLO POTENCIA	ESCALA: 1:5
				DIBUJO: 03/02/2017	COQUE J.		
				REVISO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.		
				APROBO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA HOJA 6 DE 9	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



N12 Fundición



SECCIÓN N-N
ESCALA 1 : 2

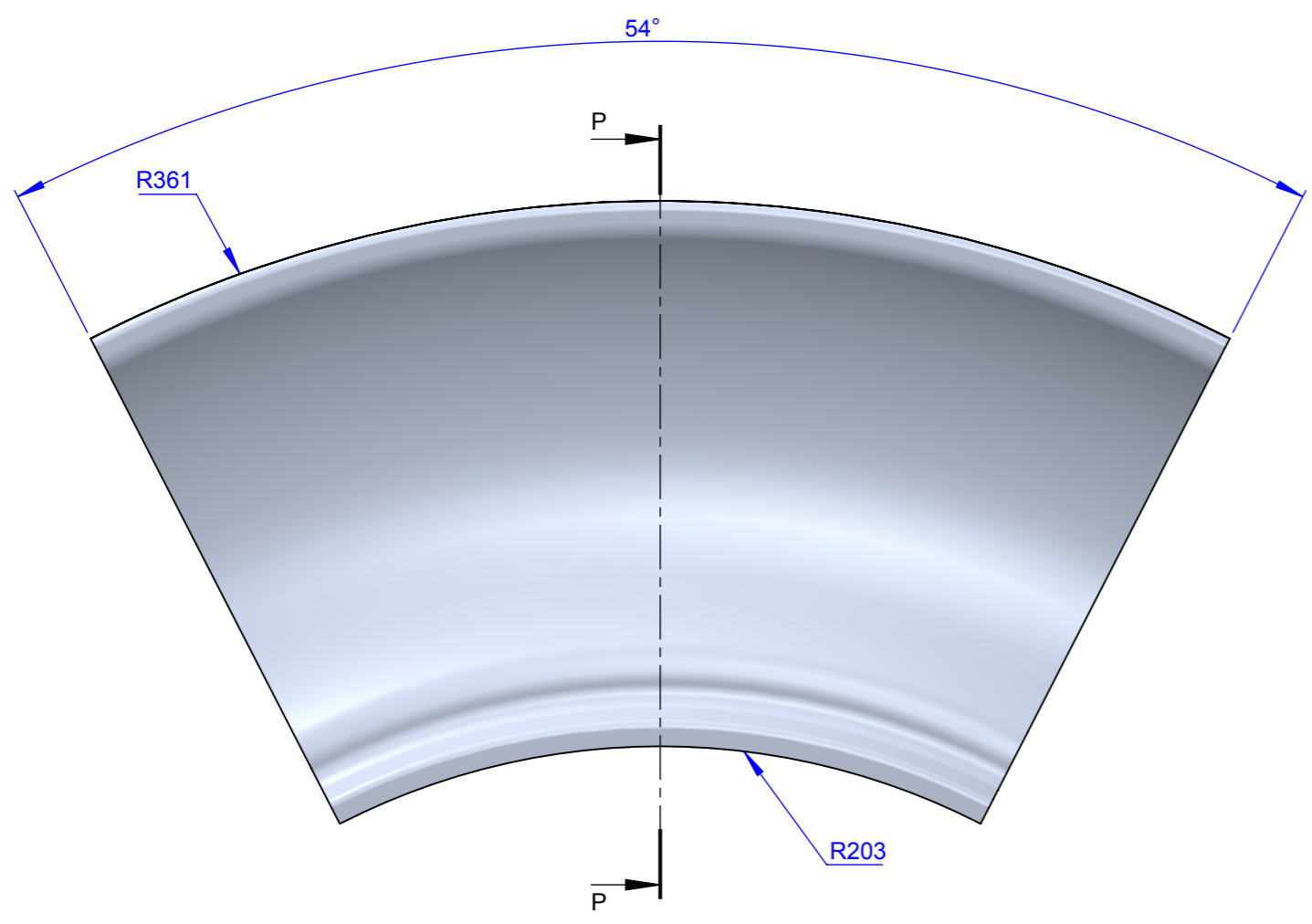


DETALLE O
ESCALA 1 : 1

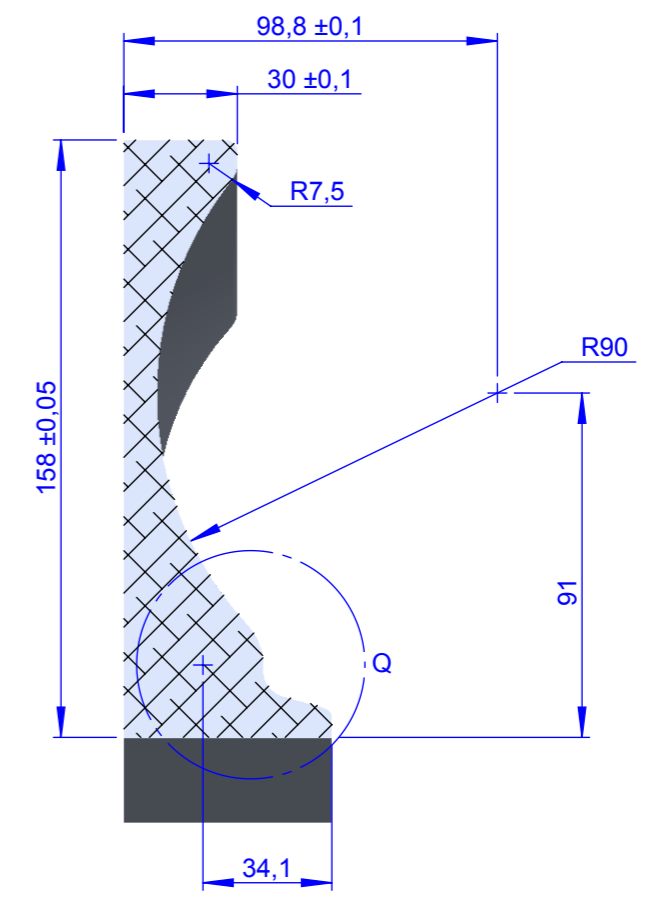
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	1.6 Kg	ALUMINIO 6061		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 03/02/2017	COQUE J.	MOLDE RIN 14"		1:2
				REVISO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.			
				APROBO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.			
				U.T.A.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
				INGENIERIA MECANICA		HOJA 7 DE 9		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:				

1 2 3 4 5 6 7 8

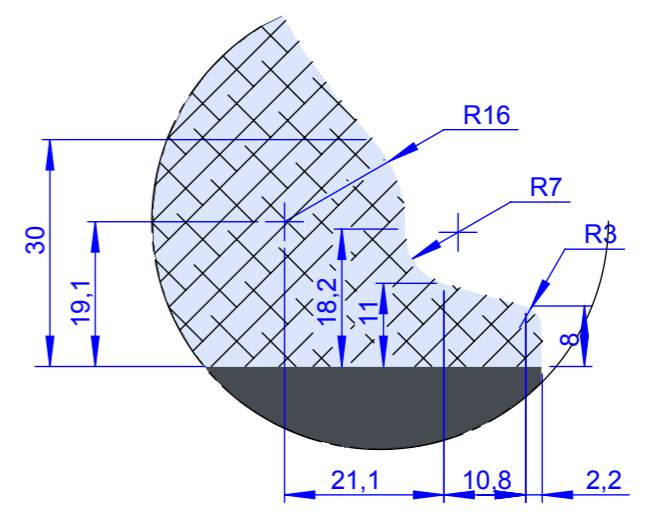
A
B
C
D
E
F



N12 Fundición



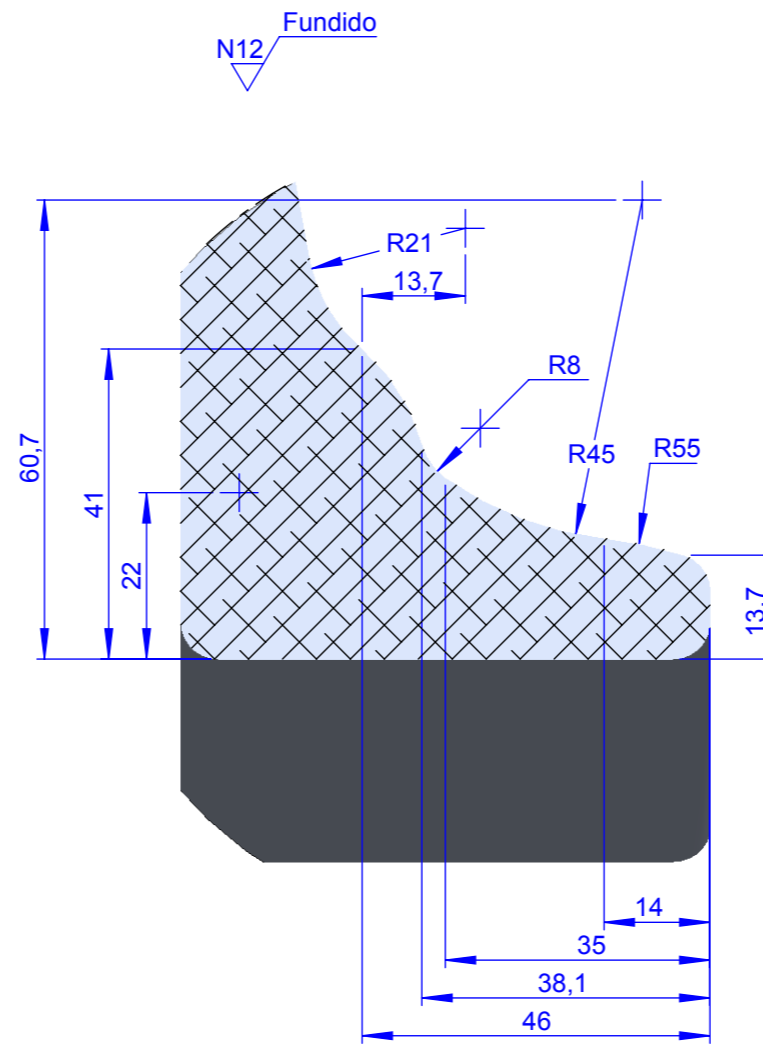
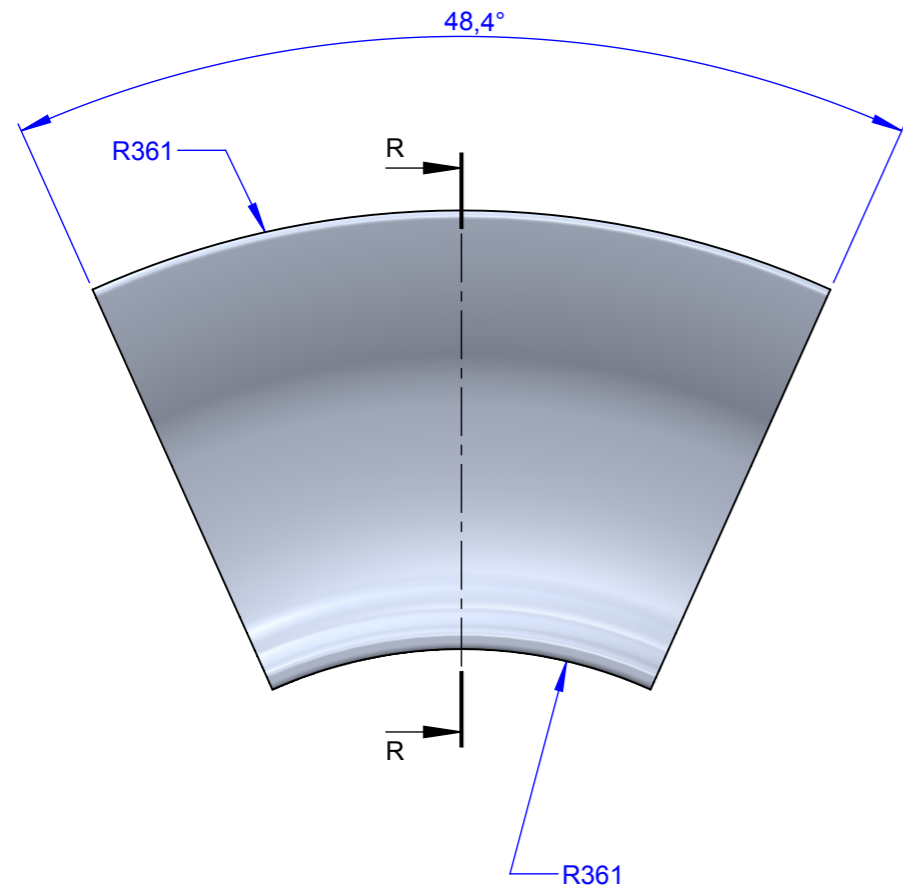
SECCIÓN P-P
ESCALA 1 : 2



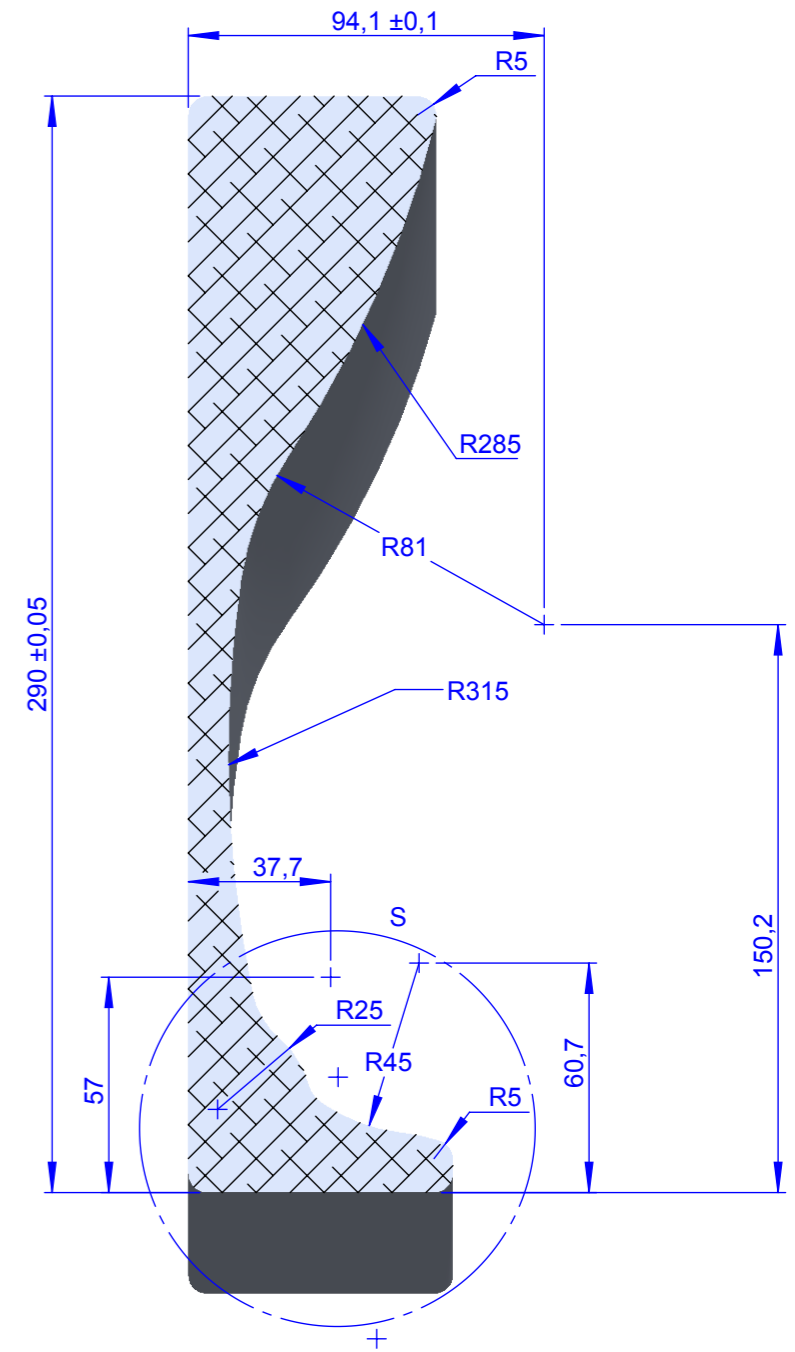
DETALLE Q
ESCALA 1 : 1

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	2.4 Kg	ALUMINIO 6061		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 03/02/2017	COQUE J.	MOLDE RIN 15"		1:2
				REVISO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.			
				APROBO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.			
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA	REGISTRO:	
						HOJA 8 DE 9		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		

1 2 3 4



DETALLE S
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN R-R
ESCALA 1 : 2

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	9.5 Kg	ALUMINIO 6061		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 03/02/2017	COQUE J.	MOLDE RIN 22.5"		1:5
				REVISO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.			
				APROBO: 06/02/2017	ING. ESPÍN S.			
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
						HOJA 9 DE 9		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		