Universidad Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Tesis

Diseño de la máquina troqueladora JKV para fabricar componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L.

Sandro Barrientos Choccata
Rich Edison Cuchula Diego
José Luis Ore Jesus

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital

Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTO

A Dios, a nuestros padres, hermanos y amigos, que han sido parte de la ejecución de esta investigación, por los ánimos, por la compañía y los consejos brindados. A nuestros docentes que dieron parte de su sabiduría y experiencia en esta etapa de nuestra vida universitaria. Y que hoy finalmente mostramos los resultados de nuestra dedicación y la de todos aquellos que estuvieron con nosotros.

DEDICATORIA

A nuestros padres y a todas las personas interesadas en esta investigación, por el tiempo y el apoyo incondicional que nos han brindado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimiento ..... **ii**
Dedicatoria ..... **iii**
Índice de contenido ..... **iv**
Índice de tablas ..... **viii**
Índice de figuras ..... **xi**
Resumen ..... **xiv**
Abstract ..... **xv**
Introducción ..... **xvi**
CAPÍTULO I **17**
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO **17**
1.1. Planteamiento del problema 17
1.2. Formulación del problema 18
1.2.1. Problema general 18
1.2.2. Problema específico 18
1.3. Objetivos 18
1.3.1. Objetivo general 18
1.3.2. Objetivos específicos 19
1.4. Justificación 19
1.4.1. Función principal 19
1.4.2. Importancia de la investigación 19
1.4.3. Viabilidad de la investigación 20
1.5. Limitaciones del estudio 20
1.6. Variables 20
1.6.1. Variables independientes 20
1.6.2. Variable dependiente 22
CAPÍTULO II **24**
MARCO TEÓRICO **24**
2.1. Antecedentes del problema 24
2.1.1. Antecedentes nacionales 24
2.1.2. Antecedentes internacionales 25
2.2. Base teórica 27
2.2.1. Troqueladora 27
2.2.2. Tipos de troqueles 27

2.2.3. Fuerza de corte 28
2.2.4. Columnas largas de cargas centradas 41
2.2.5. Columnas de longitud media con carga centrada 42
2.2.6. Teoría de elementos finitos 43
2.2.7. Propiedades físicas del acero 43
2.2.8. Bomba hidráulica 44
2.2.9. Actuador 45
2.2.10. Aceros para herramientas 45
2.2.11. Uniones 47
2.2.12. Placas sufrideras 49
2.2.13. Selección de materiales 49
2.3. Definición de términos básicos 50
2.3.1. Base inferior 50
2.3.2. Base superior 50
2.3.3. Buje 50
2.3.4. Conformado en frío 50
2.3.5. Diseño mecánico 50
2.3.6. Doblado 51
2.3.7. Placa matriz 51
2.3.8. Máquina 51
2.3.9. Pasadores guías 51
2.3.10. Portamatriz 51
2.3.11. Punzones 51
2.3.12. Portapunzón 52
2.3.13. Placa extractora 52
2.3.14. Troquel 52
2.3.15. Troquelado 52
CAPÍTULO III 53
METODOLOGÍA 53
3.1. Método de investigación 53
3.1.1. Tipo de investigación 53
3.2. Materiales y métodos 55
3.2.1. Lista de exigencias 56
3.2.2. Estructura de funciones 57

3.2.3. Representación de la estructura de funciones 59
3.2.4. Análisis de la solución (matriz morfológica) 60
3.3. Conceptos de solución 61
3.3.1. Solución 1 61
3.3.2. Solución 2 61
3.3.3. Solución 3 62
3.3.4. Evaluación técnico-económica 63
3.4. Cálculos para el proceso de troquelado (para agujeros de 1 in y 2 in) 64
3.4.1. Fuerza necesaria para el corte del agujero de 1 in 65
3.4.2. Fuerza necesaria para el corte del agujero de 2 in 68
3.4.3. Esfuerzo máximo para la selección del material del Punzón y de la matriz. 71
3.5. Cálculo para el proceso de embutido 75
3.5.1. Cálculo de tolerancias recomendadas entre matriz y punzón 77
3.5.2. Cálculo de las medidas del material para el embutido 77
3.5.3. Cálculo del radio de la esquina del troquel 80
3.5.4. Cálculo para el proceso de pliegue (tercer proceso) 82
3.5.5. Cálculo para el proceso de pliegue 2 (cuarto proceso) 88
3.6. Diseño de punzones 91
3.6.1. Identificación de la información general 91
3.6.2. Material de partida 92
3.6.3. Selección del material con Ces Edupack 93
3.6.4. Análisis de la factibilidad de producción 97
3.6.5. Diseño del punzón de corte para agujeros de 1 in de diámetro 99
3.6.6. Diseño del punzón de corte para agujeros de 2 in de diámetro 103
3.6.7. Diseño del punzón para embutido 107
3.6.8. Diseño del punzón para pliegue 1 112
3.6.9. Diseño del punzón para el pliegue 2 118
3.7. Cálculo y selección del actuador hidráulico 122
3.8. Análisis estático y fatiga de la estructura 127
3.9. Características para el análisis de pernos 129
CAPÍTULO IV 131
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 131
4.1. Presentación de resultados 131

4.2. Discusión de resultados.....132
Conclusiones 135
Lista de referencias 136
Anexos.....138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Periodos de tiempo para la fabricación de soportes de muelles 17
Tabla 2. Coeficiente de resistencia a la cizalladura de algunos metales 30
Tabla 3. Coeficiente para aplicar para el cálculo de la fuerza de extracción de la chapa 31
Tabla 4. Constantes de condiciones de las columnas de Euler 41
Tabla 5. Tipos de acero de herramienta 46
Tabla 6. Lista de exigencias 56
Tabla 7. Representación de la estructura de funciones 59
Tabla 8. Matriz morfológica 60
Tabla 9. Evaluación técnica 63
Tabla 10. Evaluación económica 64
Tabla 11. Coeficiente de resistencia de alguno materiales 66
Tabla 12. Coeficiente por aplicar para el cálculo de la fuerza de extracción del punzón 67
Tabla 13. Resultados obtenidos de la fuerza necesaria para el corte de orificios de 1 in y 2 in 71
Tabla 14. Condiciones para el embutido 79
Tabla 15. Resumen de las fuerzas requeridas para plegado de 1 in 85
Tabla 16. Comparación de resultados obtenidos con el empleo del programa SolidWorks 2017 y su complemento LogoPress 3 y los resultados obtenidos por cálculo 90
Tabla 17. Punzones empleados para el diseño de la máquina y los vectores de fuerza 91
Tabla 18. Lista de materiales con las mismas características que el acero elegido inicialmente 94
Tabla 19. Parámetros de producción. 97
Tabla 20. Materiales seleccionados para el análisis correspondiente 98
Tabla 21. Análisis estático de tensión para el punzón de corte para 1 pulgada 100
Tabla 22. Análisis estático con factor de seguridad del punzón de corte para 1 pulgada 101
Tabla 23. Resultados del análisis de fatiga del punzón de corte de 1 pulgada 101

Tabla 24. Resultados del análisis de fatiga (vida total) del punzón de corte de una pulgada sometido a un 1000000 de ciclos 102
Tabla 25. Análisis estático del punzón de corte de 2 pulgadas 104
Tabla 26. Análisis estático con factor de seguridad del punzón de corte para 2 pulgadas.....105
Tabla 27. Análisis de fatiga (daño acumulado) para el punzón de corte de 2 pulgadas.....105
Tabla 28. Análisis de fatiga (vida total) para el punzón de corte de 2 pulgadas 106
Tabla 29. Análisis estático del punzón para el proceso de embutido.....109
Tabla 30. Análisis estático con Factor de seguridad del punzón para el proceso de embutido 109
Tabla 31. Análisis de fatiga (daño acumulado) del punzón para el proceso de embutido 110
Tabla 32. Análisis de fatiga (vida útil) para el punzón del proceso de embutido 110
Tabla 33. Análisis estático de tensión del punzón de plegado 1.....116
Tabla 34. Análisis estático con factor de seguridad del punzón de plegado 1 116
Tabla 35. Análisis de fatiga (daño acumulado) del punzón de plegado 1 117
Tabla 36. Análisis de fatiga (vida total) del punzón de plegado 1 117
Tabla 37. Análisis estático del punzón para pliegue 2 120
Tabla 38. Análisis estático con factor de seguridad para el punzón de pliegue 2 120
Tabla 39. Análisis de fatiga (daño acumulado) para el punzón de pliegue 2 ..121
Tabla 40. Análisis de fatiga (vida total) para el punzón de pliegue 2 121
Tabla 41. Tamaños preferidos y números de Renard (serie R) 125
Tabla 42. Catálogo Machen Perú, selección de cilindros hidráulicos 126
Tabla 43. Análisis estático de la estructura 128
Tabla 44. Análisis estático con factor de seguridad de la estructura 128
Tabla 45. Características de pernos empleados para la sujeción.....129
Tabla 46. Resultados de las cargas que soporta cada perno 129
Tabla 47. Características del perno de sujeción.....130
Tabla 48. Resumen de resultados de los cálculos 131
Tabla 49. Lista de exigencias.....133

Tabla 50. Matriz de consistencia 140
Tabla 51. Resistencias 156
Tabla 52. Marcas de grados para pernos de acero (en pulgadas) 157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Troquel simple 27
Figura 2. a) Troquel progresivo b) Desarrollo asociado a la tira. 28
Figura 3. Chapa sometida a la operación de corte. 29
Figura 4. Tolerancia de corte entre punzón y matriz.....32
Figura 5. Esquema para determinar el juego entre punzón y matriz, en función de la calidad del material y del espesor de la chapa. 32
Figura 6. Ángulos de salida de piezas. 34
Figura 7. Separación entre piezas y borde del fleje. 34
Figura 8. Embutición de una pieza acopada. 35
Figura 9. Método de doblado de bordes de una lámina de metal. 38
Figura 10. Recuperación elástica en el ángulo doblado. 39
Figura 11. Dimensiones para tomar en cuenta en el doblado. 40
Figura 12. Condiciones de extremos columna larga con carga centrada. 41
Figura 13. Curva de Euler mediante la ecuación. 43
Figura 14. Caja negra 58
Figura 15. Fijación de procesos técnicos 58
Figura 16. Imagen de la solución 1 61
Figura 17. Concepto solución 2.....62
Figura 18. Concepto solución 3.....62
Figura 19. Evaluación técnico-económica.....64
Figura 20. Representación de proceso de punzonado 65
Figura 21. Representación del punzón de corte del agujero de 2 in 69
Figura 22. Representación del punzón y de matriz ensamblados 72
Figura 23. Partes de sistema de corte por punzonado 72
Figura 24. Partes de sistema de corte por punzonado 72
Figura 25. Cotas de tolerancia y ángulo de salida tanto como para los punzones y para la matriz.....74
Figura 26. Representación de la fuerza de expulsión. 74
Figura 27. Representación de proceso de embutido sin sujetadores. 75
Figura 28. Representación de proceso de embutido con sujetadores. 76
Figura 29. Elementos que constituyen a la matriz de embutido.....76
Figura 30. Sistema de embutido 77

Figura 31. Representación de la tolerancia necesaria para el conformado de la chapa metálica. 77
Figura 32. Representación del embutido....79
Figura 33. Simulaciones con el programa Ansys Static Structural....81
Figura 34. Fuerza vs. fotograma 82
Figura 35. Interacción de la fuerza y el proceso de embutición 82
Figura 36. (1) Representación de pliegues en chapa metálica y representación de esfuerzos de alargamiento y compresión que se producen al momento de plegar la chapa y (2) representación de pliegues en bordes. 82
Figura 37. Representación del proceso de plegado empleando matiz en V y matriz de limpieza. 83
Figura 38. a) Sistema de pliegue de lados a 1 in de longitud y b) Valor de dimensión de apertura de la matriz....84
Figura 39. Longitudes que puede tomar w 85
Figura 40. Diagrama de simulación de deformación en el programa Ansys R202 86
Figura 41. Tiempo vs. fotograma (modelo estático estructural realizando el programa Ansys) 87
Figura 42. Fuerza vs. fotograma (modelo estático estructural realizando el programa Ansys) 87
Figura 43. Esfuerzo vs. tiempo (modelo estático estructural realizando el programa Ansys) 88
Figura 44. Sistema de pliegue 2....88
Figura 45. Dimensión de apertura entre matrices....89
Figura 46. Vista más cercana del área que está dentro del círculo. 94
Figura 47. Resistencia a la compresión vs. densidad. 95
Figura 48. Análisis de las densidades de los materiales a los extremos 95
Figura 49. Índices de optimización. 96
Figura 50. Índices de optimización para elementos a compresión y áreas no definidas. 96
Figura 51. Selección de materiales empleando fórmulas de optimización. 97
Figura 52. Selección de materiales empleando parámetros de producción. 98

Figura 53. Análisis de fatiga vs. número de ciclos del punzón de corte de 1 pulgada. 102
Figura 54. Análisis de fatiga vs. número de ciclos del punzón de corte de 2 pulgadas.....106
Figura 55. Análisis de compresión para el punzón de corte de 2 pulgadas. ...107
Figura 56. Análisis de fatiga vs. número de ciclos del punzón de embutido. ..111
Figura 57. Carga crítica del punzón de embutido. 111
Figura 58. Pliegue del soporte realizado por el punzón.....112
Figura 59. Cálculo de la inercia empleando SolidWorks para 1 y 4. 112
Figura 60. Calculo de la inercia empleando SolidWorks para 2 y 3. 114
Figura 61. Análisis de fatiga vs. número de ciclos del punzón de plegado 1. .118
Figura 62. Análisis de fatiga vs. número de ciclos del punzón de pliegue 2. ..122
Figura 63. Diagrama de fuerzas de los actuadores 122
Figura 64. Actuadores hidráulicos de la máquina troqueladora 123
Figura 65. Los extremos son artículos (pivoteados). 124
Figura 66. Análisis de la gráfica de Euler. 126
Figura 67. Cilindro hidráulico con fijación con brida delantera. 127
Figura 68. Diagrama de fuerzas de la estructura de la máquina troqueladora127
Figura 69. Análisis de factor de seguridad de los pernos de sujeción. 130

RESUMEN

Este proyecto de investigación muestra el desarrollo de una máquina troqueladora para fabricar los componentes de los soportes de muelles de semirremolques, con el propósito de fabricar soportes. Iniciando con la selección de los materiales de acuerdo con la función y las propiedades mecánicas de los diferentes componentes que forman parte de la máquina troqueladora. Siendo el acero AISI 51B60 el más idóneo para punzones y matrices. Además, para los demás elementos, como la estructura, se optó por el acero AISI 1020.

Luego de realizar la selección de los materiales se prosiguió a diseñar los demás elementos de la máquina troqueladora, como son las matrices, los punzones de corte embutido y de plegado. Todo se realizó respetando los parámetros de diseño como es la holgura entre punzón y matriz, fuerza requerida para el corte, embutido y plegado. La placa metálica para cortar y conformar es de 5/16 pulgadas o 7.9 mm de espesor.

Finalmente, se realizaron las simulaciones de las diferentes operaciones como el perforado de los agujeros de 1 in y de 2 in, el embutido y el plegado en el software SolidWorks mediante el método de elementos finitos aplicados a cada punzón y matriz.

ABSTRACT

This research project shows the development of a die cutting machine to manufacture the components of the spring supports of semi-trailers, with the purpose of manufacturing supports. Starting with the selection of materials according to the function and mechanical properties of the different components that are part of the die cutting machine. AISI 51B60 steel is the most suitable for punches and dies. In addition, for the other elements such as the structure, AISI 1020 steel was chosen.

After making the selection of the materials, the other elements of the die-cutting machine were designed, such as the dies, the sausage cutting punches and the folding. Everything was done respecting the design parameters such as the clearance between punch and matrix, force required for cutting, sausage and folding. The metal plate to be cut and formed is 5/16 inches or 7.9 mm thick.

Finally, simulations of the different operations were carried out, such as the drilling of the 1in and 2in holes, the sausage and the folding in the SolidWorks software using the finite element method applied to each punch and matrix.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación de diseño de la máquina troqueladora JKV para fabricar componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. Tiene por objetivo fabricar los componentes del soporte, ya que estos son fabricados de manera tradicional en dicha factoría en la actualidad, los datos recabados indican que 4 soportes lo realizan dos personales en un día, realizando todo el proceso de corte doblado en 4.5 horas, por lo que se necesita fabricar más soportes en menos tiempo y con un acabado uniforme.

Por lo tanto, la investigación del diseño de una máquina troqueladora JKV para fabricar componentes de los soportes de muelles de semirremolques, tiene como principal objetivo diseñar empleando la metodología VDI 2221, norma alemana que permite realizar un diseño óptimo. La investigación teórica de los criterios de diseño de punzones y matrices, permiten seleccionar los aceros óptimos que permitan diseñar los elementos para la troqueladora de acuerdo con las propiedades mecánicas y la funcionalidad de los elementos.

Mediante el empleo del método de elementos finito del software SolidWorks, y con ayuda de la simulación se obtiene análisis de compresión que sufren los punzones, las matrices y demás componentes de la máquina troqueladora. Estos resultados permiten analizar los valores del esfuerzo de corte, de embutido y de plegado, para la plancha metálica AISI 1020 de 5/16 pulgadas o 7.9 mm de espesor.

Los resultados obtenidos mediante las simulaciones por el software SolidWorks de elementos finitos, ha permitido establecer el tiempo de vida aproximado de los punzones, tomando en consideración las recomendaciones de las holguras entre la herramienta de corte y la base matriz que es del 12 % del espesor del material a trabajar (0.94 mm).

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

La empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. es una compañía peruana que se fundó en 2007, especializada en la fabricación y mantenimiento de semirremolques y remolques, atendiendo los requerimientos del sector industrial, minero, construcción, transporte y comercial.

Cuenta con una planta de fabricación y mantenimiento de semirremolques y remolques con un área de trabajo de 1500 m^2 ubicado en la región Junín, ciudad de Huancayo, distrito de San Agustín de Cajas, carreta central, kilómetro 10.5 Hualhuas.

Tabla 1. ***Periodos de tiempo para la fabricación de soportes de muelles***

Periodos de tiempo para la fabricación de 4 soportes (8 piezas) por 8 horas de trabajo	Trazado para corte y plegado	Corte y dobles	Perforación para el pin (eje) y brazo templador	Armado y apuntalado	Soldeo de soportes	Total
	0.5 horas	**1.5 horas**	**3 horas**	**1.5 horas**	**1.5 horas**	**8 horas**

Por lo tanto, la empresa observa en el cuadro que se tiene mayor necesidad de trabajo en el proceso de corte y dobles con 4.5 horas, por lo que necesita mayor importancia para poder acabar su fabricación en menor tiempo para su respectivo proceso.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera se realizará el diseño de la máquina troqueladora JKV para la fabricación de componentes de los soportes para muelles de semirremolques en forma semiautomático la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo?

1.2.2. Problema específico

- ¿De qué manera se realizará el diseño de la base superior e inferior de la máquina troqueladora JKV para la fabricación de componentes de los soportes de muelles para semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo?

- ¿Cómo se realizaría el diseño del sistema de control semiautomático para la máquina troqueladora JKV para la fabricación de componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo?

- ¿De qué manera se realizará el análisis de los materiales para la máquina troqueladora JKV para la fabricación de componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo?

- ¿Cómo se realizará el accionamiento hidráulico para la máquina troqueladora JKV para la fabricación de componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar la máquina troqueladora JKV que permita fabricar los componentes de los soportes para muelles de semirremolques de manera semiautomática, siguiendo los métodos de diseño VDI 2221-2225.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diseñar la base superior e inferior de la máquina troqueladora JKV que permita fabricar los componentes de los soportes de muelles para semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo.

- Diseñar el sistema de control semiautomático para la máquina troqueladora JKV que permita fabricar los componentes de los soportes de muelles para semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo.

- Realizar el análisis de materiales para la máquina troqueladora JKV para la fabricación de componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo.

- Realizar el accionamiento hidráulico para la máquina troqueladora JKV para la fabricación de componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo.

1.4. Justificación

1.4.1. Función principal

Este proyecto de investigación ayudará a futuros investigadores en el desarrollo de investigaciones similares al diseño de una máquina troqueladora que optimice el tiempo y reduzca los procesos de fabricación de una suspensión mecánica para camiones y semirremolques en el centro de inversiones factoría Baltazar E. I. R. L. de Huancayo.

1.4.2. Importancia de la investigación

El desarrollo de esta máquina incrementa la cantidad de piezas y reduce el tiempo en la fabricación de componentes de los soportes como parte de algunos productos finales, así mismo mejorará la calidad de acabado superficial y que la aplicación de teorías de diseño, metodología

están respaldados con normas técnicas actualizadas. ASTM (*American Society for Testing and Materials ASTM International*).

1.4.3. Viabilidad de la investigación

El trabajo de investigación es viable, porque se consigue los accesos al campo a causa de que dos de los investigadores laboran en la empresa donde se analizan los procesos de producción, a nivel personal se cuenta con las herramientas intelectuales y el tiempo que requiere el proceso de investigación.

En la empresa Factoría Baltazar, el dueño brinda la oportunidad para desarrollar la investigación, proporcionando los tiempos de fabricación, materiales y el personal necesario para fabricar la suspensión mecánica (soporte), por lo que se tiene el respaldo para colaborar con la investigación, así mismo, con el financiamiento parcial de la investigación.

1.5. Limitaciones del estudio

- Acceso restringido a información técnica especializada de instituciones de superiores, manuales de fabricantes, asociaciones profesionales y a investigaciones realizadas recientemente.

- La coyuntura actual no permite realizar visitas técnicas prolongadas para la recolección de información de métodos de fabricación en la localidad.

- El elevado costo del equipo que requiere de mayores características que permita el desarrollo del diseño y el análisis de simulación que más se aproximen a la realidad.

1.6. Variables

1.6.1. Variables independientes

1.6.1.1. Máquina troqueladora

Son conjuntos de sistemas y mecanismos acoplados entre sí, transformando un tipo de energía para realizar el proceso de troquelado, proporcionando una elevada presión al punzón,

ocasionando la deformación plástica; así mismo, el desarrollo de corte por punzonado. La máquina troqueladora estará compuesta por una base superior e inferior, punzón y pistón hidráulico siendo estos los más importantes. Obteniendo como resultado el conformado y punzonado de los compontes para la fabricación de una suspensión mecánica rígida para semirremolques.

1.6.1.2. Dimensiones

a) La base superior e inferior

Son elementos rígidos o sólidos que contienen el troquel y la matriz del sistema de troquelado en la máquina. Estos elementos mecánicos son elaborados

Para lo cual se evaluarán estos indicadores:

- Resistencia a la deflexión estructural (N/m^2)
- Resistencia a la deformación y compresión estructural (N/m^2)
- Resistencia a la deformación longitudinal (pandeo) (N/m^2)

b) Sistemas de control semi automático

Para facilitar las operaciones manuales y de control semiautomático de la máquina troqueladora para la fabricación de componentes para la suspensión mecánica rígidas de semirremolques, se emplea los mandos más utilizados que son los pulsadores, constituyendo una unidad compacta y relativamente económica.

Para lo cual se evalúa los siguientes indicadores:

- Velocidad del cilindro m/s
- Longitud de carrera del embolo en cm
- Ángulo de plegado

c) Análisis de materiales

El análisis de los materiales permite obtener datos esfuerzos ocasionados por los diferentes mecanismos de la máquina permite elegir los materiales.

Para lo cual se evaluará los indicadores:

- Renuencia a la abrasión o desgaste
- Resistencia a la deflexión estructural (N/m^2)

d) El accionamiento hidráulico

Es un sistema de transmisión donde, como fluido, se utiliza el aceite hidráulico que fluye a través de válvulas. En la máquina troqueladora se utilizará para realizar el corte por punzonado y el conformado del componente de la suspensión mecánica rígida.

e) Para lo cual evaluaremos los siguientes indicadores

- Presión medida en pascal
- Capacidad de fuerza del pistón en toneladas fuerza
- Caudal del aceite hidráulico medido en l/seg

1.6.2. Variable dependiente

1.6.2.1. Componentes de soportes de muelles de semirremolques

Es el desarrollo de la suspensión mecánica a partir de la integración de los componentes y accesorios que soporta toda la carga de los semirremolques.

1.6.2.2. Dimensiones

a) Soporte de muelles

- Cantidad de muelles por hora
- Eficiencia
- Efectividad

b) El tiempo

- El tiempo de corte
- El tiempo de conformado

c) El costo

- Reducción de H-H
- Reducción de mermas
- Reducción de trabajos tercerizados

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

Las operaciones de troquelado tienen como objetivo mejorar el acabado superficial de las placas metálicas al realizar el corte, como también conservar las propiedades mecánicas al realizar el conformado en frío. Es por lo que se tiene investigaciones realizadas anteriormente, las que guían con los principios y experiencias que tuvieron en el diseño de otras troqueladoras.

2.1.1. Antecedentes nacionales

En la tesis *"Diseño de una troqueladora para cortes de perfiles de aluminio en la empresa Ospina S. A. C. - Huancayo"* (1), se refiere que gracias a la metodología VDI 2221 el diseño más adecuado de acuerdo con la producción y la comodidad del operador se realiza el diseño. Además, el estudio se enmarcó de acuerdo al método sistémico con un tipo de investigación básica y nivel descriptivo; la máquina troqueladora funciona con un cilindro de impacto neumático que se controla mediante un botón de presión, la fuerza de corte del elemento seleccionado es de 2.1 t, la simulación de la tabla de corte SolidWorks, muestra el pandeo máximo que se obtendrá será de 0.14 siendo el diseño el apropiado, también se presentó los planos de construcción y ensamblaje, en sus conclusiones revelan. La fuerza encontrada para la perforación de los

perfiles de aluminio es de 1.92 toneladas teniendo en cuenta la pérdida de fricción del 80 % y la fuerza de extracción del 10 % de la fuerza máxima que se encuentra en cada punto de corte. La mesa de corte tendrá una deformación de 0.14 mm en la simulación cuando la máquina esté activa y de acuerdo con los cálculos la deformación es de 0.4 mm en comparación de los perfiles y el espesor de la placa apropiada para el diseño (1).

En la investigación *"Estudio del grado de embutición en los aceros inoxidables"* (2), se indica que mediante el uso del equipo de ensayos de copa estandarizada en la norma ASTM E643 (método de ensayo estándar para deformación de placas metálicas mediante punzón esférico) se utilizó el acero inoxidable austenítico AISI 304 y el acero común AISI 1020 para comparar los resultados. Obteniendo los índices de Erichsen con los que se puede ver la ductilidad del embutido al graficarlos, los cuales muestran que el acero inoxidable AISI 304 no es directamente proporcional a su espesor, mientras que el acero AISI 1020 presenta mejores características de ductilidad para trabajar en procesos de embutido, siendo directamente proporcional a su espesor. Para los espesores de 0.5, 1, 1.5 y 2 mm se obtuvo los índices de Erichsen experimentales de 10.7 mm, 12.033 mm, 13.2 mm y 14.1 mm correspondientemente (2)**.**

2.1.2. Antecedentes internacionales

En la tesis *"Diseño y construcción de un troquel de corte y perforado de platina metálica de espesor 1/8 de pulgada, para la empresa Ingeniería del Acero y Matricería en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua"* (3), se mencionó el objetivo principal es desarrollar un método de diseño y producción, con el objetivo de realizar el corte y perforado, ayuda a los lectores a comprender el criterio de optimizar, usando el método de elementos finitos, lo que permite el corte y la simulación de la placa metálica perforada 1/8". Para realizar pruebas mecánicas se usaron las normas de "ASTM E8- 16" y "ASTM E290-14" respectivamente, para obtener las características y propiedades mecánicas del acero AISI SAE D3 (comercialmente como Bohler K 100),

acero seleccionado para la fabricación del troquel. El límite de fluencia del acero AISI SAE D3 (Bohler K100) oscila en un rango que comprende [795-815] MPa, lo que representa el 74,89 % más de resistencia en relación con el acero ASTM A36, el que será cortado mediante el proceso de troquelado y que alcanza el límite de 466 MPa poco antes de la ruptura (3).

En la tesis *"Diseño y construcción de una troqueladora para elaborar contrafuertes para calzado en el taller de calzado Creaciones Majo"* (4). Señala que el cálculo de la resistencia al cizallamiento se puede apreciar que tienen una disposición de 4 a 6 bares, lo que da como resultado agujeros en el material, permitiendo láminas de Underlite 200 con un espesor de 0,8 mm para separarse fácilmente. Los componentes de la troqueladora (base de matriz y punzón) están hechos del material especial para herramientas llamado AISI SAE D3 (conocido comercialmente como Bolher K100), que es utilizado para trabajos en frío, la "NTP 242" ayudó a determinar una altura adecuada de trabajo de 95 cm. La estructura que soporta está fabricada con el acero estructural "ASTM A500", esta debe soportar una carga radial de 200 kg y axial de 50 kg (4).

En la tesis *"Diseño y fabricación de una matriz de embutido y corte para producir un casquillo bipolar de resistencias eléctricas industriales en la empresa Redanse S. A."* (5), se menciona que realizó la selección del material de acuerdo a su funcionalidad y propiedades mecánicas para actuar directamente con el desarrollo o plantilla de una chapa metálica siendo el acero AISI D3 el más adecuado para punzones y placas matrices, además para los elementos constitutivos se optó por el acero ASTM a 36 y el AISI SAE 4340 para bujes y columnas. Dentro de las consideraciones del diseño un factor importante es el de juegos entre el punto y la matriz, ya que este factor depende la calidad y exactitud para el embutido y corte, en el presente proyecto en la matriz de embutición se utilizó un juego de embutición de 1 mm partes rectas y 1,48 mm partes curvas y para la matriz de recortes y perforados se tiene un juego de

0.03 mm, otra consideración es el desarrollo o plantilla, ya que los cálculos son fácilmente aplicables para los cuerpos huecos que tienen forma diferente o bien irregulares, no siempre se puede seguir un cálculo aproximado, es necesario valerse de pruebas de embutido (5).

2.2. Base teórica

2.2.1. Troqueladora

Es una máquina capaz de suministrar alta presión, utilizando energía previamente acumulada, ya sea de forma mecánica o líquida. Suelen trabajar con impacto seco (en la fabricación de herramientas) aunque algunos trabajan con presión continua (en trabajos de forja). Los principales tipos de troqueladoras se pueden clasificar en dos grandes grupos según sus sistemas de accionamiento: troqueladoras mecánicas e hidráulicas.

2.2.2. Tipos de troqueles

2.2.2.1. Troqueles simples

Estos troqueles permiten realizar solamente una operación en cada golpe o ciclo, son de baja productividad y normalmente es necesario el uso de otros troqueles para poder concluir una pieza y considerarla terminada (6, p. 463).

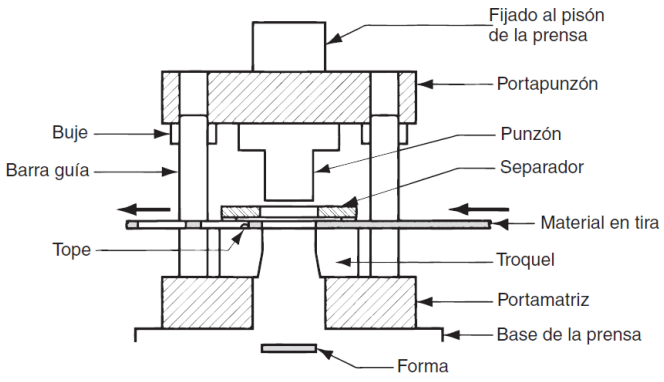


Figura 1. Troquel simple. Tomada de Fundamentos de manufactura moderna (6, p. 463)

2.2.2.2. Troqueles compuestos

Estas herramientas permiten aprovechar la fuerza ejercida por la máquina actuadora, realizando dos o más operaciones en

cada golpe o ciclo, agilizando considerablemente el proceso de obtención de piezas (6, p. 463).

2.2.2.3. Troqueles progresivos

Estos dispositivos mecánicos, constan de diferentes etapas o pasos, cada uno de ellos modifica el material en una determinada secuencia establecida en el diseño, de tal manera que al final del recorrido por las estaciones del troquel es posible obtener una pieza o piezas terminadas (6, p. 463).

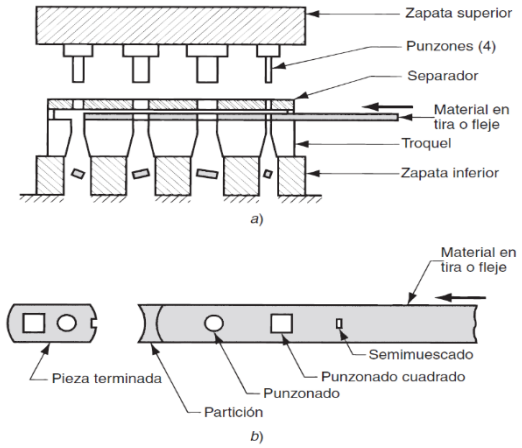


Figura 2. a) Troquel progresivo b) Desarrollo asociado a la tira. Tomada de Fundamentos de manufactura moderna (6, p. 464)

2.2.3. Fuerza de corte

2.2.3.1. Punzonado

Para realizar el diseño de la máquina troqueladora de las placas metálicas de 8 mm ASTM A36, es necesario saber que el punzón ejecutará uno o un cierto número de agujeros en una placa metálica. Según Rossi, el punzón hace contacto con el material y se empieza a ejercer presión hasta el límite elástico del material, se excede y comienza la deformación plástica, la presión continua hace que el punzón penetre en el material, desplazando el recorte o plantilla del material dentro de la apertura de la matriz, ocurriendo la fractura en este punto, el recorte o plantilla se separa del material base (7, p. 10).

2.2.3.2. Fuerza necesaria para el corte del agujero

$$Fef = Fc + Fext + Fexp \qquad \textit{(Ecuación 2-1)}$$

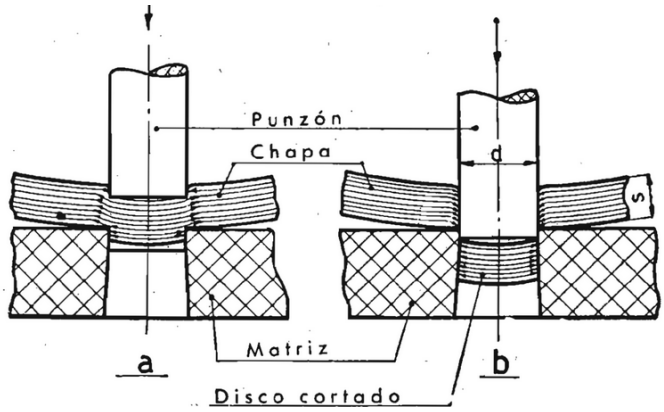


Figura 3. Chapa sometida a la operación de corte. Tomada de Chapa metálica sometido a la operación de corte (7, p. 11)

Donde

Fef: fuerza necesaria para realizar el corte en la chapa metálica (t).

Fc: fuerza necesaria de corte (N).

Fext: fuerza necesaria de extracción del punzón una vez que se realiza el corte (N).

Fexp: fuerza necesaria de expulsión de la pieza que quedó recortada en la matriz (N).

2.2.3.3. Fuerza de corte

La fuerza necesaria para que la prensa corte el metal viene dada por la siguiente ecuación:

$$F_c = D.s.Ss \qquad \textit{(Ecuación 2- 2)}$$

Donde

D = perímetro de la figura que se va a cortar.

s = espesor de la chapa que se va a cortar.

Ss = esfuerzo máximo que resiste el material a cortadura.

El esfuerzo a cortadura Ss, se puede obtener por la siguiente ecuación:

$$Ss = (0{,}75\ a\ 0{,}8)Su \qquad \textit{(Ecuación 2- 3)}$$

Siendo el valor de Ss el esfuerzo máximo a tracción y se puede encontrar en las tablas de la AISI o SAE.

Tabla 2. ***Coeficiente de resistencia a la cizalladura de algunos metales***

Coeficiente de resistencia a la cizalladura de algunos metales (en N/mm^2)

Material	Estado	
	Blando o recocido	Crudo o duro
Acero con 0.1 % de C	245	313
Acero con 0.2 % de C	313	392
Acero con 0.3 % de C	353	470
Acero con 0.4 % de C	441	549
Acero con 0.6 % de C	549	706
Acero con 0.8 % de C	706	882
Acero con 1 % de C	784	1030
Acero inoxidable	510	588
Q	441	549
Alpaca o plata alemana	274-353	441-451
Aluminio	68-88	127-156
Bronce	313-392	392-588
Cobre	176-215	245-294
Duraluminio	215	372
Estaño	29-39	-
Latón	215-294	343-392
Plata	225	245
Plomo	19-29	-
Cinc	117	196

Nota: tomada del Tratado de la matricería (8, p. 87)

2.3.3.4. Fuerza de extracción

Se llama Fuerza de extracción al esfuerzo que se necesita para separar a la herramienta de corte (punzón) y a la placa metálica adherida al momento de realizar el corte. Dicha fuerza se expresa en Newtons (N) y dependerá de las características físicas y mecánicas, así como también de la geometría de la figura del material donde se realizará la operación (8, p. 90).

Tabla 3. ***Coeficiente para aplicar para el cálculo de la fuerza de extracción de la chapa***

Valor(x) %	Circunstancia de corte
2 %	Cuando el material circundante a la figura es mínimo, pudiendo este abrirse o expandirse, separándose casi por sí solo del punzón. También en operaciones de muescado o en cortes abiertos en el extremo de una chapa.
4 %	Cuando la pieza presenta formas irregulares o tiene algún cortante en su perímetro de corte, en el caso en que exista poco material alrededor de la figura a cortar.
7 %	Cuando el corte se efectúa en pleno chapa, a modo de punzonado, donde existe bastante material alrededor del corte, el cual tiene tendencia a quedarse fuertemente sujeto al punzón. También en el caso de corte interior o punzonado de figuras irregulares, con formas entrantes y salientes.

Nota: tomada del Tratado de la matricería (8, p. 90)

Para este caso se ha tomado en cuenta el 7 % de acuerdo con el espesor de 7.94 mm (8, p. 90).

$$Fext = x\% * Fc \qquad \textit{(Ecuación 2- 4)}$$

Siendo

F_{ext}: fuerza de extracción, expresado en N.

F_c: fuerza de corte, expresado en N.

X%: un valor porcentual que depende del tipo de corte a efectuar (ver tabla 3).

2.3.3.5. Fuerza de expulsión

Al terminar el proceso de corte, la placa recién cortada tiene tendencia a quedar adherida a la matriz. Esto se produce mientras que la placa cortada no sobrepasa la vida útil de la matriz, ya que esta zona no tiene ninguna inclinación, dado que el proceso es repetitivo, la última pieza empujará al anterior, de este modo ninguno quedará adherido a la matriz (8, p. 91).

$$Fexp = 1{,}5\% * Fc \qquad \textit{(Ecuación 2- 5)}$$

2.3.3.6. Juego o tolerancia entre punzón y matriz

Las medidas exactas que se obtienen durante el punzonado dependen mucho de la precisión con la que fueron fabricadas las matrices. Para realizar formas geométricas sencillas, la precisión de la matriz se consigue, generalmente, de modo sencillo, empleando un instrumento de medida corriente. Y para perfiles complicados se recurre al sistema de óptico de aumentos, este sistema se realiza sobre una hoja, proyectando el contorno de tolerancia y el contorno del punzón y la matriz. Para planchas metálicas de espesor pequeño, el juego prácticamente no se aplica, pero para espesores considerables el juego entre la matriz y el punzón es proporcional al espesor del material (7, p. 14).

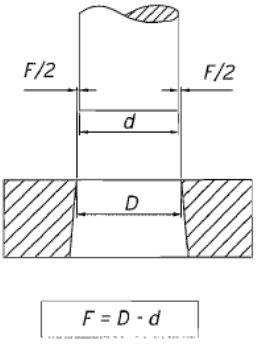


Figura 4. Tolerancia de corte entre punzón y matriz. Tomada del Tratado de matricería (8, p. 92)

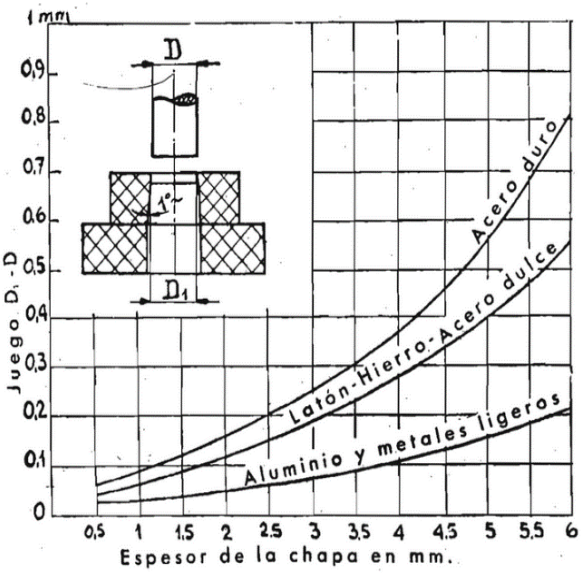


Figura 5. Esquema para determinar el juego entre punzón y matriz, en función de la calidad del material y del espesor de la chapa. Tomada del Estampado, matrices, punzones, prensas y máquinas (7, p. 15)

Según Rossi, la holgura puede variar entre los valores del 5 % al 13 % según sea el caso del espesor de la chapa. Siendo generalmente, el menor porcentaje para los agujeros pequeños de precisión, en cortes de mayores dimensiones y espesores se aumenta el porcentaje hasta alcanzar el valor máximo (7, p. 15).

Depende del tipo de corte a efectuar

Si se trata de cortar el perímetro exterior de una pieza, la matriz deberá tener la medida nominal. Así, habrá que restar el valor de franquicia al punzón y este será más pequeño que la medida de la pieza (8, p. 95).

$$D_{matriz} = D_{nominal} \qquad \textit{(Ecuación 2- 6)}$$

$$D_{punzón} = D_{nominal} - F \qquad \textit{(Ecuación 2- 7)}$$

Si se desea hacer un punto interior o un entallado en la pieza, el punzón tendrá la medida nominal y la matriz debe sumarle el valor de tolerancia (8, p. 95).

$$D_{matriz} = D_{nominal} + F \qquad \textit{(Ecuación 2- 8)}$$

$$D_{punzón} = D_{nominal} \qquad \textit{(Ecuación 2- 9)}$$

Siendo

F: tolerancia o franquicia

D_{matriz}: diámetro de matriz

$D_{punzón}$: diámetro de punzón

2.3.3.7. Ángulo de escape (α)

En el proceso de corte, el material se recupera elásticamente, para evitar que estas piezas o restos del material cortado se queden, se da un ángulo de escape, este depende del tipo de material a cortar, del espesor y de la cantidad de piezas a producir. Se recomienda para el proceso de corte de materiales blandos y de mayor espesor aplicar una inclinación de 2° y 3° SW (figura 5 derecha) (8, p. 151).

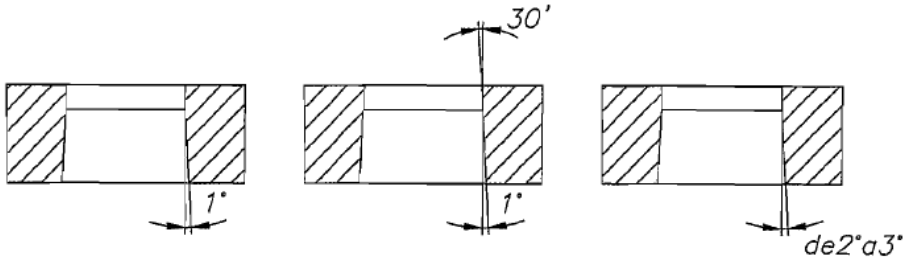


Figura 6. Ángulos de salida de piezas. Tomada del Tratado de matricería (8, p. 151)

2.3.3.8. Distancia de separación entre las piezas y el borde

El distanciamiento entre las piezas y el borde debe ser lo suficiente como para mantener la rigidez, que esta separación permita realizar un corte correcto de la pieza sin interferir sobre otra pieza y garantizar el funcionamiento adecuado de una matriz progresiva (8, p. 102).

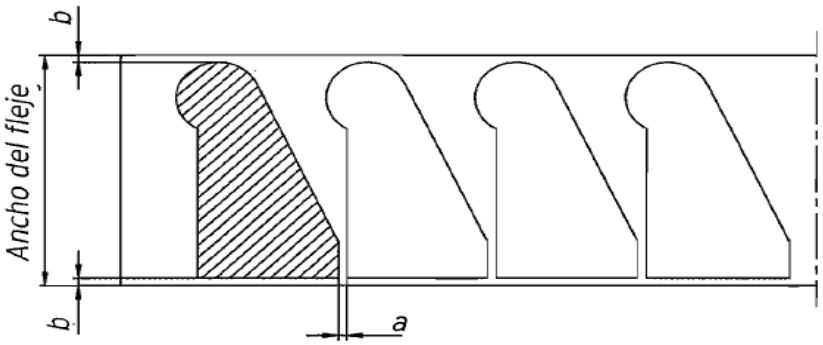


Figura 7. Separación entre piezas y borde del fleje. Tomada del Tratado de matricería (8, p. 102)

Para hallar el distanciamiento entre la pieza y el borde se emplea la siguiente ecuación:

$$a = 1{,}5 * e \qquad \textit{(Ecuación 2- 10)}$$

Siendo

a: separación entre piezas (mm); “a” mayor o igual a 1

e: es el espesor del material en mm

2.3.3.9. Fuerza de embutición

Para calcular la fuerza que se requiere para el proceso del embutido, se debe de considerar diversos factores como el tipo de material, el espesor, su índice de acritud y espesor, la profundidad de conformado de los radios del punzón y de la matriz, del pulido y del uso de lubricantes durante el proceso de embutido. Por definición se debe tener en cuenta de que la fuerza de embutición debe ser un tanto inferior a la fuerza de corte (F_e<F_c), de lo contrario se rompería en el proceso de conformado (8, p. 413).

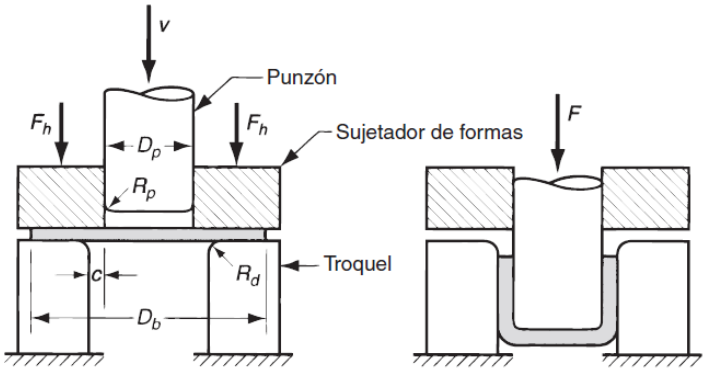


Figura 8. Embutición de una pieza acopada. Tomada de Fundamentos de manufactura moderna (6, p. 453)

Para determinar el espacio de los lados entre el punzón y el troquel se debe considerar que ambos deben tener un radio diferente a cero, porque de lo contrario se estaría realizando la operación de corte y no de un embutido. Los lados de ambos utillajes (punzón y troquel), deben de estar separados por un espacio C, que es aproximadamente 10 % más del espesor del material a embutir (6, p. 452).

$$C = 1.1 * e \qquad \textit{(Ecuación 2- 11)}$$

a) Medidas de embutido

La relación de embutido (DR), es una medida de la severidad de un proceso de embutido. La relación de una forma cilíndrica se define como la forma inicial D_0 y el diámetro del punzón D_p (6, p. 455).

$$DR = \frac{D_0}{D_p} \qquad \textit{(Ecuación 2- 12)}$$

Un indicativo de la severidad de la operación de embutido es la relación de embutido, esta relación es proporcional a la severidad de la operación de embutido, siendo un límite superior aproximado de 2. Este valor depende del radio de las esquinas del punzón y el troquel, de la fricción, de la profundidad del embutido y de las propiedades físicas y mecánicas de la plancha de acero a embutir. Existe un modo distinto de caracterizar la operación de embutido siendo este por la *reducción r* (6, p. 455).

Donde

$$r = \frac{D_0 - D_p}{D_0} \qquad \textit{(Ecuación 2- 13)}$$

Esta tiene una relación de embutido muy estrecha. De acuerdo con la restricción DR previa (DR ≤ 2.0), el valor de la reducción r debe ser menor que 0.50. La tercera medida en embutición profunda es la relación espesor / diámetro t / D0 (el espesor t de la forma inicial dividido por el diámetro de la forma D_0) Se recomienda utilizar un valor porcentual superior al 1 %. A medida que t / D_0 disminuye, aumenta la tendencia a arrugarse.

Si el diseño de la parte estirada excede los límites de la relación de estiramiento, la relación de contracción y la relación

t / D_0, la forma debe estirarse en dos o más pasos y, a veces, reconocerse entre ellos (6, p. 455).

Debido a las múltiples variables involucradas, es difícil calcular directamente la fuerza de punzonado (F). Sin embargo, como se ha demostrado, la fuerza máxima de punzonado (Fmáx) se puede estimar mediante la siguiente fórmula (9, p. 453):

$$F_{max} = \pi * Dp * e * (TS)\left[\left(\frac{D_0}{D_p}\right) - 0.7\right] \qquad \textit{(Ecuación 2- 14)}$$

Donde

Fmáx: fuerza de embutido en N

e: espesor de la chapa metálica en mm

TS: resistencia a la tensión en MPa

D_0 y D_p son los diámetros de la forma inicial y del punzón respectivamente.

2.3.3.10. Fuerza de sujeción

Es un factor importante en la operación de embutido. Como una primera aproximación, la presión de sujeción se puede fijar en un valor de 0,0015 de la resistencia a la fluencia de la placa metálica. Este valor se multiplica por la porción del área de forma inicial que será sometida por el sujetador (6, p. 456).

$$F_h = 0.015 * \pi * Y\left\{D_0^2 - \left(D_p + 2.2 * e + 2R_d\right)^2\right\} \quad \textit{(Ecuación 2- 15)}$$

Donde

F_h: fuerza de sujeción del embutido en N

Y: resistencia a la fluencia del metal en MPa

e: espesor inicial del material en mm

R_d: radio de la esquina del troquel

2.3.3.11. Doblado

Esta operación se realiza generalmente en frío, consiste en la deformación plástica del metal o lámina propiedades físicas del acero para dar formas geométricas distintas a la anterior, al momento de realizar estas operaciones se toman en cuenta muchos factores que influyen en estas operaciones, que son muy importantes en el correcto proceso, tales como elasticidad del material (7, p. 33).

a) Tolerancia de doblado

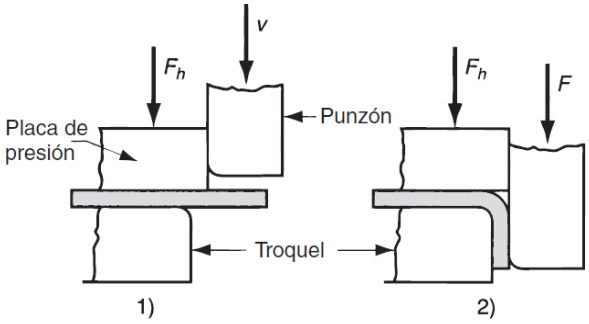


Figura 9. Método de doblado de bordes de una lámina de metal. Tomada de Fundamentos de manufactura moderna (6, p. 448)

Si el radio del doblado es menor que el espesor del material, este tiende a estirarse durante la operación de doblado y posteriormente a desgarrarse. La estimación adecuada permite que la longitud final coincida con la dimensión requerida (6, p. 449). La longitud de tolerancia de doblado se determina así:

$$A_b = 2\pi \frac{\alpha}{360}(R + K_{ba}t) \qquad \textit{(Ecuación 2- 16)}$$

Siendo

A_b: tolerancia de doblado en mm

α: ángulo de doblado en grados

R: radio de doblado en mm

t: espesor del material en mm

K_{ba}: es un factor para estimar el estirado

$$K_{ba}\begin{cases}R < 2t \rightarrow K_{ba} = 0.33\\ R \geq 2t \rightarrow K_{ba} = 0.50\end{cases} \qquad \textit{(Ecuación 2- 17)}$$

Los valores de K_{ba} predicen los valores de estiramiento.

Una característica mecánica del acero es la resistencia a la deformación, que se muestra una vez concluida la operación de conformado, conocida como la energía elástica, haciendo que se recupere parcialmente su forma original, por ende, incrementando el ángulo de la pieza conformada (6, p. 449).

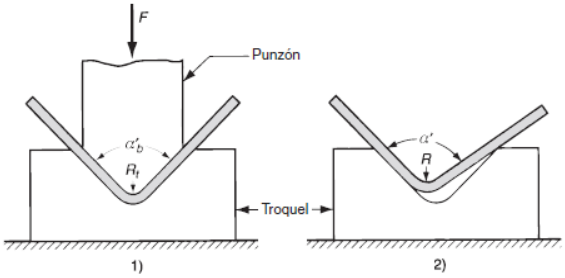


Figura 10. Recuperación elástica en el ángulo doblado. Tomada de Fundamentos de manufactura moderna (6, p. 449)

$$SB = \frac{\propto' - \propto_t^1}{\propto_t^1} \qquad \textit{(Ecuación 2- 18)}$$

La ecuación para calcular la fuerza (F) de doblado es la siguiente:

$$F = \frac{K_{bf} TS we^2}{D} \qquad \textit{(Ecuación 2- 19)}$$

Donde

F: fuerza de doblado en N

TS: resistencia a la tensión del metal en lamina en MPa. Ver tablas de SAE y AISI.

D: dimensión del troquel abierto en mm

w: ancho de la pieza en la dirección del eje de doblez

e: espesor de la chapa

K_{ba}: “es una constante que considera las diferencias encontradas en un proceso real doblado. Su valor depende del tipo del doblado; para doblado en V, K_{ba} = 1,33, y para doblado de bordes, K_{ba} = 0.33” (6, p. 450).

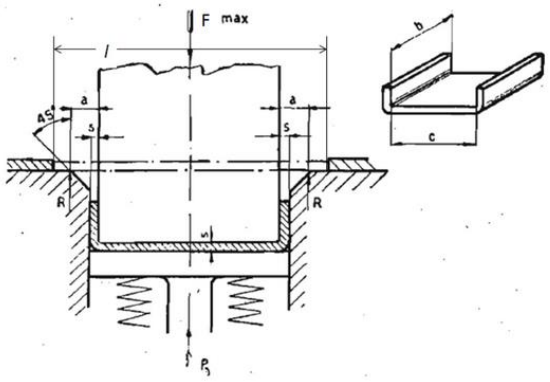


Figura 11. Dimensiones para tomar en cuenta en el doblado. Tomada de Estampas, matrices, punzones, prensas y máquinas (7, p. 51)

2.3.3.12. Elementos sometidos a compresión general

El análisis y diseño de estos componentes sometidos a compresión. Es decir, cuando se aplican cargas laterales hacia los componentes estas fallarán por pandeo, incluso en materiales dúctiles, lo que sucederá de forma repentina y sin previo aviso, por lo que es una de las fallas más peligrosas. Dichos materiales tienen una resistencia a la compresión similar a su resistencia a la tracción, por lo que la curva de tensión-deformación unitaria también se utiliza para expresar su comportamiento a la compresión. Los materiales con resistencias a la tracción y a la compresión sustancialmente iguales se denominan materiales homogéneos. Los materiales quebradizos son generalmente más resistentes a la compresión que a la tracción. De esta manera, los materiales con diferentes resistencias a la tracción y a la compresión se denominan materiales no uniformes (10, p. 175).

2.2.4. Columnas largas de cargas centradas

En la figura 12 se muestra cuatro condiciones diferentes de final de columna para determinar el valor de la constante C, lo que permite determinar la ecuación de Euler completa para la vida como se muestra en el gráfico. La constante C puede tomar los valores que se muestran en la tabla, y esto sucede cuando el valor de la carga en la columna se conoce por completo y se requiere un factor de seguridad mayor (10, p. 176).

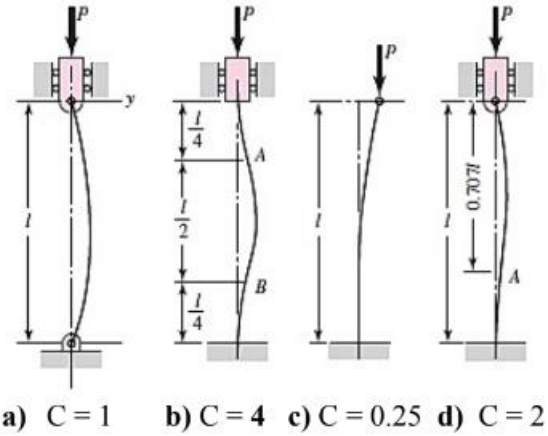


Figura 12. Condiciones de extremos columna larga con carga centrada. Tomada del Diseño en Ingeniería Mecánica (10, p. 176)

Tabla 4. ***Constantes de condiciones de las columnas de Euler***

Constante C de condición de extremos de columna			
Condiciones de extremos de columna	**Valor teórico**	**Valor conservador**	**Valor recomendado**
Empotrado – libre	0.25	0.25	0.25
Articulado – articulado	1	1	1
Empotrado – articulado	2	1	1.2
Empotrado – empotrado	4	1	1.2

Nota: tomada del Diseño en Ingeniería Mecánica (10, p. 177)

La fórmula de Euler para columnas considerado la constante C, para el primer caso de elementos sometidos a compresión general es:

$$P_{cr} = \frac{C * \pi^2 * E * I}{l^2} \qquad \textit{(Ecuación 2- 20)}$$

Donde

Pcr = fórmula de Euler para columnas

C = constante de extremos de columna

Pi = constante

E = módulo de elasticidad del material

I = momento de inercia

L = longitud de la viga o columna

2.2.5. Columnas de longitud media con carga centrada

Este criterio se denomina fórmula parabólica o fórmula de Johnson, que se utiliza cuando no se puede utilizar la fórmula de columna de Euler, las que solo consideran un material de análisis o la denominada carga unitaria, la mayoría de las fórmulas empleadas empiezan con el uso de una razón lineal entre la relación de esbeltez y la carga unitaria la ecuación describe la fórmula parabólica (10, p. 178).

$$\frac{P_{cr}}{A} = (a - b) * (\frac{l}{k})^2 \qquad \textit{(Ecuación 2- 21)}$$

Donde

a y b = constantes que se evalúan ajustando a la parábola de la curva de Euler.

Pcr = fórmula de Euler para columnas

A = área de la columna donde se aplica la carga.

(l/k) = relación de esbeltez.

$$Si\ a = S_y \rightarrow a = \left(\frac{l}{k}\right)_1 \qquad \textit{(Ecuación 2- 22)}$$

$$b = \left(\frac{S_y}{2\pi}\right)^2 * \frac{1}{C * E} \qquad \textit{(Ecuación 2- 23)}$$

Al reemplazar valores de a y b se tiene la ecuación de la fórmula parabólica.

$$\frac{P_{cr}}{A} = S_y - \left(\frac{S_y}{2\pi}\right)^2 * \frac{1}{C * E}\ si\ \left(\frac{l}{k}\right) \leq (\frac{l}{k})_1 \qquad \textit{(Ecuación 2- 24)}$$

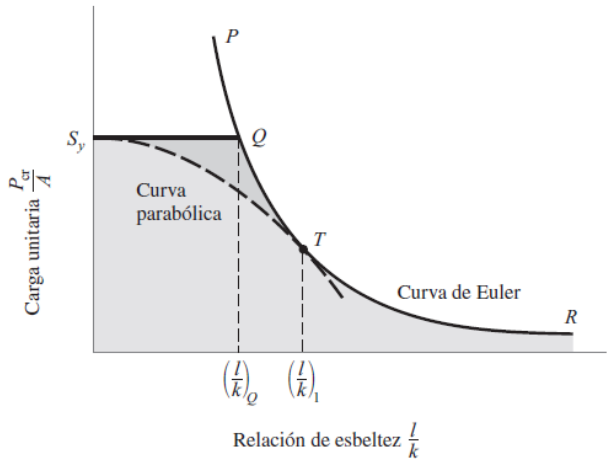


Figura 13. Curva de Euler mediante la ecuación... y C = 1. Tomada del Diseño en Ingeniería Mecánica (10, p. 177)

2.2.6. Teoría de elementos finitos

Para el análisis de los componentes mecánicos existen diferentes técnicas numéricas que se emplean para la aplicación en el campo de la ingeniería, para lo cual la computadora es sumamente útil. En el diseño mecánico se utiliza considerablemente el CAD y el método de análisis que mejor se integra es el método de elementos finitos FEM. El conjunto de los elementos finitos forma una partición del dominio denominada discretización. Los cálculos se realizan mediante una serie de puntos llamados nodos. El conjunto de estos considerando su relación adyacente se llama malla. El conjunto de relaciones definidas en cada nodo se puede escribir en forma de un sistema de ecuaciones lineales y la matriz de estas se llama matriz de rigidez del sistema. Posteriormente, a través de relaciones cinemáticas, deformaciones y tensiones se realiza el cálculo y el análisis (10, p. 920).

2.2.7. Propiedades físicas del acero

El acero SAE 1020 es un acero estructural al carbono que presenta una resistencia a la fluencia mínima de 250 MPa y una resistencia a la tracción mínima de 400 MPa. Del cual estarán compuestos los perfiles de la máquina troqueladora (11, p. 54). Para verificar más detalle de las propiedades del acero SAE 1020 ver anexo F.

2.2.8. Bomba hidráulica

Para el desarrollo adecuado del proyecto, se requiere conocer tres características esenciales de la bomba hidráulica: el desplazamiento, la potencia, el par y el tipo de bomba hidráulica a utilizar.

2.2.8.1. Desplazamiento de la bomba

Teniendo en cuenta la cilindrada o desplazamiento, se puede seleccionar el tamaño de la bomba.

$$D(c.c) = \frac{Q\left(\frac{l}{min}\right)x1000}{n(rpm)} \qquad \text{(Ecuación 2- 25)}$$

D = desplazamiento (cc)

Q = caudal (l/min)

n = revoluciones en la salida de la toma de fuerza

2.2.8.2. Potencia requerida en la toma de fuerza o el motor

$$N = Qxp/450xn \qquad \text{(Ecuación 2- 26)}$$

N = potencia (hp)

Q = caudal (l/min)

p = presión (bar)

n = rendimiento

2.2.8.3. El par requerido en el motor

$$T(Nm) = \frac{p(bar)xD(c.c)}{63xn} \qquad \text{(Ecuación 2- 27)}$$

D = desplazamiento

P = presión (bar)

n = revoluciones en la entrada de la toma fuerza

2.2.8.4. Tipos de bombas hidráulicas

Bombas de engranaje, bombas de pistón y bomba de paleta. Las cuales se seleccionan de acuerdo con el trabajo requerido.

2.2.9. Actuador

Son los componentes finales de un circuito hidráulico que requiere potencia, convierte la energía hidráulica suministrada en una fuerza y un movimiento lineal uniforme, de los cuales se tiene el cilindro de simple efecto y de doble efecto. Para el proyecto se realizará el cálculo de acuerdo con la fuerza requerida o el trabajo a realizar.

$$Fuerza\ de\ empuje(kg) = p.(\pi\ x\ r_1^2) \qquad \textit{(Ecuación 2- 28)}$$

$$Caudal\ necesitado\left(\frac{l}{min}\right) = \frac{Vol\ x\ 60}{t} \qquad \textit{(Ecuación 2- 29)}$$

$$Velocidad\left(\frac{m}{seg}\right) = \frac{Q\left(\frac{lts}{min}\right)x10}{area(cm^2)x60} \qquad \textit{(Ecuación 2- 30)}$$

Siendo

P: presión

Q: caudal

2.2.10. Aceros para herramientas

Es un acero que trabaja bajo condiciones abrasivas, este permite fabricar componentes de corte como son matrices, punzones, guillotinas, etc. Se caracteriza por tener una elevada resistencia, dureza superficial, resistencia a la comprensión y templabilidad. Clasificándose de acuerdo con su composición química y a la aplicación que va a tener. Los tipos de aceros más utilizados para matrices, punzones y calibradores son los de tipo D y A con alto contenido de carbono, alguno de ellos son el D2 o T30402. Donde, en estos, se busca la capacidad de mantener un borde agudo bajo condiciones abrasivas (tipos H y F). Asimismo, algunos aceros

resisten muy bien al impacto, lo que le permite tener una ventaja en los componentes de máquina, tales como las piezas para embragues mecánicos, trinquetes, cuchillas, guías para partes en movimiento y pinzas (tipos S, L, F y W) (11, p. 54).

Tabla 5. ***Tipos de acero de herramienta***

Tipo general	Símbolo del tipo	Tipos específicos	Ejemplos		Usos típicos (y otras aleaciones comunes)
		Principales elementos de aleación	Núm. AISI	Núm. UNC	
Alta velocidad	M	molibdeno	M2 M10 M42	T11302 T11310 T11342	Usos generales para herramientas de corte y matricería para forja, extrusión, doblez, estirado y penetrado (M1, M3, M4-M7, M30, M34, M36, M41-M47).
	T	tungsteno	T1 T15	T12001 T12015	semejantes a los usos de tipos M (T2, T4, T5, T6, T8)
Trabajos en caliente	H	cromo	H10	T20810	Matricería recalcada en frio, cuchillas cortantes, partes de aviones, matrices para extrusión a baja temperatura y colado a presión (H1-H9)
		tungsteno	H21	T20821	Matrices para mayor temperatura, cuchillas para corte caliente (H20-H39)
		molibdeno	H42	T20842	Aplicaciones que tienden a producir gran desgaste (D3-D5, D7)
Trabajos en frio	D	Alto carbono, Alto cromo	D2	T30402	Matrices de estampado, punzones, calibradores (D3-D5, D7)
	A	Medio carbono Temple al aire	A2	T30102	Punzones, dados de terraja, matrices para colado a presión (A3-A10).
	O	Temple al aceite	O1	T31501	Machuelos, rimas, brochas, calibradores, porta piezas y sujetadores, bujes, espigas de máquina herramienta, zancos de herramientas (o2, o6, o7)
Resistentes al choque	S		S1	T41901	Cinceles, herramientas neumáticas, punzones de trabajo pesado, piezas de máquinas

					sometidas a choques (S2, S4-S7)
Aceros moldeados	P		P2	T51602	Matrices para moldeo de plásticos, matrices para colar zinc a presión (P3-P6, P20, P21)
Uso especial	L	Tipos con baja aleación	L2	T61202	Herramienta y piezas de máquina que requieran gran tenacidad (L3, L6)
	F	Tipos al carbono-tungsteno	F1	T60601	Semejantes al tipo l, pero con mayor resistencia a la abrasión (F2)
Temple al agua	W		W1	T72301	Usos generales en herramientas y matrices, morsas y mordazas de portaherramientas, herramientas de mano, porta piezas y sujetadores, punzones (W2, W5)

Nota: tomada del Diseño de elementos de máquina (11, p. 55)

2.2.11. Uniones

La unión de dos materiales se puede realizar de muchas maneras, dependerá del tipo de uso y la carga que deberá de soportar la unión.

La resistencia de un perno es la carga máxima que puede soportar.

2.2.11.1. Rígidas

a) Fijas

Se utilizan para realizar uniones de todo tipo de materiales estructurales de manera fija. Para realizar este tipo de unión se emplea clavos, pernos, platinas o varillas y remaches (12).

b) Soldadas

Este tipo de unión se utiliza en gran parte en materiales metálicos con la aportación de calor, realizándose de manera directa o utilizando un material de aporte de similar composición al material base (12).

2.2.11.2. Desmontables

a) Atornilladas

Para realizar esta unión normalmente se utilizan en chapas de acero y consisten en la colocación de una arandela y una tuerca para apretar o aflojar los tornillos (12).

b) Nachavetadas

Son muy comunes para unir piezas de máquinas con ejes que deben realizar un movimiento rotativo exacto. Son soldables y se usa para ello chavetas. Dependiendo de la función de esta pieza, se distingue entre uniones de chaveta deslizante, de ajuste y unión de ejes perfilados (12).

c) Con pasadores

Se ajustan con precisión a los orificios pretaladrados, que transfieren los esfuerzos de manera perpendicular al eje del pasador. Están hechas normalmente de acero, con o sin cabeza. Se emplean sobre todo para juntar piezas sueltas (12).

2.2.11.3. Móviles

a) Giratorias

Un ejemplo muy claro es la polea, un dispositivo mecánico de elevación o tracción formado por una rueda o roldana colocada en un eje y una cuerda que rodea su circunferencia.

b) Deslizantes

Son aquellas en las cuales una de las dos piezas a unir es fija y la otra se desliza a través de ella, con lubricante o con la ayuda de otro elemento. Por ejemplo, las ballestas o los muelles.

c) Flexibles

Se pueden encontrar distintos tipos de uniones estructurales mecánicas, dependiendo de la necesidad específica. Estas uniones pueden ser desarmadas sin aplicar métodos destructivos.

2.2.12. Placas sufrideras

Este elemento es empleado como apoyo para evitar que los punzones no impacten con la base superior, este elemento está fabricado de un acero relativamente suave, estos tienen una resistencia limitada para soportar el impacto que se produce durante el trabajo. Como regla general para este tipo de componentes se utilizan placas de acero de 8 a 16 mm de espesor (8, p. 160).

2.2.13. Selección de materiales

El material para seleccionar se considera de vital importancia para la construcción de una pieza mecánica, distintos autores indican que existen varios métodos en la selección de materiales, siendo el más usado por los diseñadores el método de la gráfica de burbuja. Este método consiste en la utilización de esquemas de selección de materiales desarrollados por Ashby, según las representaciones bidimensionales, el rango lineal de cada atributo de forma o burbuja permite que los criterios de selección tengan en cuenta el módulo (E) y densidad (ρ) (10, p. 58). El elemento para usar los criterios denominados diseño de volumen mínimo para elegir materiales en el proceso de diseño, medición del elemento de estructura (P), el éxito de elegir materiales depende de maximizar o minimizar este factor. Los criterios para la recopilación de factores (P) son los siguientes: requisitos funcionales, los parámetros de diseño geométrico y las propiedades de los materiales son criterios finales para obtener el valor de rendimiento ideal del elemento de estructura. Se utiliza la ecuación (10, p. 58). Así:

$$P = [(F)(G)(M)] \qquad \textit{(Ecuación 2- 31)}$$

Donde

P = medida de desempeño del elemento estructural

F = requerimientos funcionales

G = requerimiento geométrico del diseño

M = propiedades físicas y mecánicas de los materiales

Para obtener un valor máximo o mínimo de P se debe elegir un valor ideal para el factor (M) llamado coeficiente de eficiencia del material elegido para garantizar la validez de la selección realizada y determinar con exactitud las características del material seleccionado (10, p. 61).

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Base inferior

Elemento rígido que alberga herramientas y subconjuntos inferiores del troquel.

2.3.2. Base superior

Es el elemento rígido que alberga herramientas de corte (placas portapunzones y punzón), el acero que lo constituye es un acero suave y no lleva ningún tratamiento térmico (8, p. 160).

2.3.3. Buje

Son piezas de forma cilíndrica que van fijadas en la placa superior con un ajuste de 6 a 7 centésimas para que no se salgan con el uso.

2.3.4. Conformado en frío

El conformado en frío se refiere al trabajo a temperatura ambiente, este tipo de proceso se da en distintos tipos de materiales, ya que al aplicar una fuerza mayor a la de la resistencia del material se deformará dando paso así al conformado en frío, mejorando las condiciones de maquinabilidad, la exactitud de sus dimensiones y un mejor acabado superficial (10, p. 45).

2.3.5. Diseño mecánico

Es el primer paso en la creación de objetos y sistemas de naturaleza mecánica, ya sean mecanismos, piezas, estructuras e instrumentos diversos; siendo una tarea que requiere muchas habilidades,

más allá de la aplicación de la ciencia y de las matemáticas. La dificultad del diseño mecánico requiere una secuencia en la cual las ideas se presentan y se revisan (10, p. 4).

2.3.6. Doblado

Es la modificación de una chapa lisa formada de dos o más planos distintos y en consecuencia un ángulo o ángulos de aristas más o menos definidos entre ambos planos, el proceso de doblado es una operación que generalmente se realiza mediante punzón y matriz, aunque la producción de piezas de gran formato suele efectuarse en prensas plegadoras (8, p. 20).

2.3.7. Placa matriz

Es uno de los elementos primordiales del troquel, la forma geométrica de esta y la del punzón son de igual forma para efectuar el corte de la lámina, el material de fabricación de la placa matriz es de un acero de alta dureza que muestra oposición a la deformación, se encuentra tallada con exactitud de la figura de la pieza que se desea obtener (8, p. 149).

2.3.8. Máquina

Conjunto de piezas móviles acopladas entre sí que transforman un tipo de energía, para realizar un determinado trabajo (13, p. 12).

2.3.9. Pasadores guías

También llamados postes, son pasadores cilíndricos que sirven como medio de alineamiento al juego del troquel (8, p. 32).

2.3.10. Portamatriz

Portaherramienta que de acuerdo con los requerimientos permite centrar y guiar la matriz en la parte inferior del troquel (8, p. 31).

2.3.11. Punzones

Su trabajo es realizar cortes de acuerdo con la forma geométrica establecida, estos son fabricados generalmente en acero templado para garantizar el corte de la plancha metálica (8, p. 162).

2.3.12. Portapunzón

Portaherramienta, que de acuerdo con los requerimientos permite centrar y guiar el punzón (8, p. 31).

2.3.13. Placa extractora

Orientan la lámina haciendo que esta se mantenga alineada según el trabajo requerido, a su vez impide el movimiento de la lámina antes de realizar el troquelado y garantiza su correcta ubicación con respecto a la hembra y el macho (8, p. 31).

2.3.14. Troquel

Herramienta que se emplea en la operación de corte de chapa o placa metálica.

2.3.15. Troquelado

Se emplea en la producción industrial, siendo un proceso de laminado de chapas metálicas en frío, se emplea la herramienta del troquel para la fabricación de piezas o componentes de manera parcial o total.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método que se ha empleado fue el sistémico, debido a que se hizo interrelacionar los componentes del troquel, con el único propósito de visualizar su interacción y el soporte que se dan mutuamente, esto no ha permitido no descuidarse de los elementos adyacentes que no participan de manera directa en el proceso de diseño.

3.1.1. Tipo de investigación

3.1.1.1. Investigación tecnológica descriptiva

El tipo de investigación es tecnológica, según Carrasco (14) se menciona que la investigación tecnológica va dirigida a descubrir y conocer qué técnicas son las apropiadas para operar, producir cambios o conservar los progresos alcanzados, así optimizar las actividades. Además, este proyecto optimizará significativamente

los procesos de fabricación de una suspensión mecánica para los camiones y semirremolques.

a) Alcance de la investigación

La investigación es de alcance descriptivo-explicativo.

- Descriptivo, porque mediante la recopilación de información se identificaron los factores críticos para la administración empresaria y se constituirá un marco teórico consiste acerca de la máquina troqueladora y optimizar sus procesos de fabricación.

- Explicativo, una vez obtenida la información se procedió a analizar, sintetizar e interpretar los resultados en la suspensión mecánica para camiones y semirremolques.

b) Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos de esta investigación se usaron las técnicas documental y empírica Espinoza (15) sostiene.

"La técnica documental permite la recopilación de evidencias para demostrar las hipótesis de investigación. Está formada por documentos de diferentes tipos: revistas, actas, memorias, datos e información estadísticas y cualquier documento de instituciones y empresas que registran datos de su funcionamiento" (15).

"La técnica empírica permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad" (15).

De acuerdo con la metodología de instrumentos para la recolección de datos es la lista de exigencias.

c) Lista de exigencia

Esta consta de realizar un listado de exigencias y deseos para clasificarlo y cuantificarlo (16).

3.1.2. Procedimiento de recolección de datos

El procedimiento para la recolección de datos fue el siguiente:

- Recopilación de información para definir la lista de exigencias se realizó con un trato directo con el jefe de la empresa mediante una lista de exigencias (técnica empírica).

- Recopilación de información para poder disminuir sus procesos de fabricación de los soportes de muelles (técnica empírica).

- Recopilación de nuevos diseños de soportes y estándares para su nuevo modelo de soporte (técnica documental).

- Observación del corte en el plasma y la plegadora para poder fabricar el perfil del soporte de muelle (técnica empírica).

3.2. Materiales y métodos

El objetivo de este capítulo es introducir los fundamentos del diseño aplicando la metodología anterior, mediante la identificación de necesidades, análisis de soluciones, cálculos, selección de materiales, mecanismos y componentes y planes que definirán el sistema. Repuestos para suspensión mecánica de acero para semirremolques.

3.2.1. Lista de exigencias

Tabla 6. ***Lista de exigencias***

Lista de exigencias		**Universidad Continental**	
“Diseño de una máquina troqueladora para fabricar componentes de la suspensión mecánica rígida para semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L.“		Facultad de Ingeniería E. A. P. Ingeniería Mecánica Área de Diseño	Fecha: 30/8/2021 **Autores** Sandro Barrientos Rich Cuchula José Ore
N.°	**Características**	**Deseo o Exigencia**	**Descripción**	**Responsable**
1	Función principal	E	Realizar el proceso de corte y conformado de los componentes de la suspensión mecánica rígida.	
2	Función	D	Reducción del tiempo en el proceso de corte y conformado.	
3	Función	E	Mejorar la calidad de acabado superficial del corte.	
4	Función	D	Incrementar las propiedades mecánicas de la suspensión mecánica rígida.	
5	Desarrollo	E	La máquina debe de contar con un pistón hidráulico capaz de cortar y conformar placas metálicas de 8 mm de espesor.	
6	Energía	E	La fuente de energía para el funcionamiento de la máquina será de 220V AC	
7	Seguridad	E	Los mecanismos o elementos móviles deberán estar protegidos con las guardas de seguridad. Las máquinas contaran con pulsadores de parada de emergencia y marcha que garantizan la integridad del operador.	
8	Ergonomía	E	Que la máquina sea fácil de operar. La altura de la máquina sea para persona de una estatura promedio local.	
9	Señales	E		

			El diseño contará con pilotos leds y pulsadores de encendido y apagado de la máquina.
10	Geometría	D	La máquina deberá de ocupar el menor espacio posible, compacto para su ubicación sencilla en el taller.
11	Montaje	D	El montaje y desmontaje de la máquina debe ser de rápida instalación y de fácil comprensión de los operarios, así como también para trasladar.
12	Fabricación	E	Disposición de materiales para la fabricación dentro del mercado local. Mano de obra semiespecializada.
13	Material	E	El ingreso de placas metálicas será de 8 mm de espesor, teniendo la geometría requerida para el corte y conformado.
14	Cinemática	D	El proceso de corte y conformado debe tener una velocidad óptima.
15	Fuerza	E	La fuerza del pistón hidráulico debe ser la necesaria para el corte y conformado de placas metálicas de 8 mm.
16	Productividad	E	Producción de 8 componentes (caras) de suspensiones mecánicas por hora.
17	Mantenimiento	D	La lubricación, cambios o mantenimiento correctivo de elementos en constante rozamiento debe ser de fácil acceso y reemplazo.
18	Costo	D	Precio de diseño – S/ 7500.00

3.2.2. Estructura de funciones

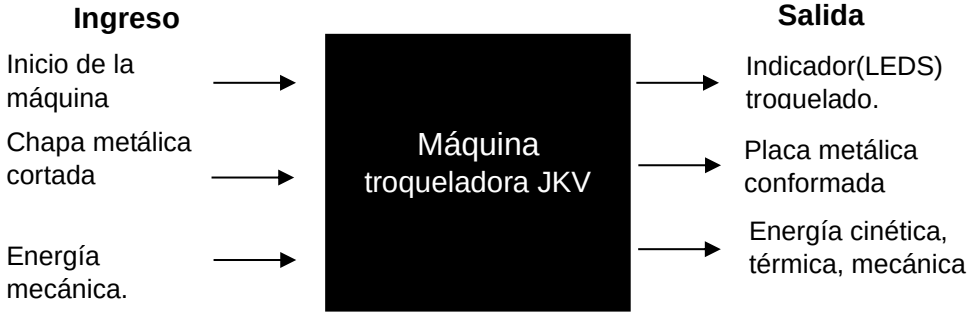


Figura 14. Caja negra

3.2.2.1. Entrada

a) Materia

Chapa metálica cortada con la forma geometría definida.

b) Energía

Energía mecánica accionada por el pistón o actuador.

c) Señal

Inicio del funcionamiento de la máquina.

3.2.2.2. Salida

a) Materia

Placa metálica conformada.

b) Energía

Energía, térmica cinética y mecánica.

c) Señal

Indicador de final de proceso (sonido).

d) Fijación de los procesos técnicos

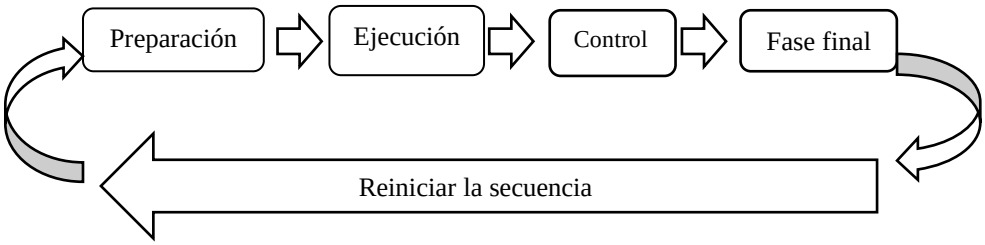
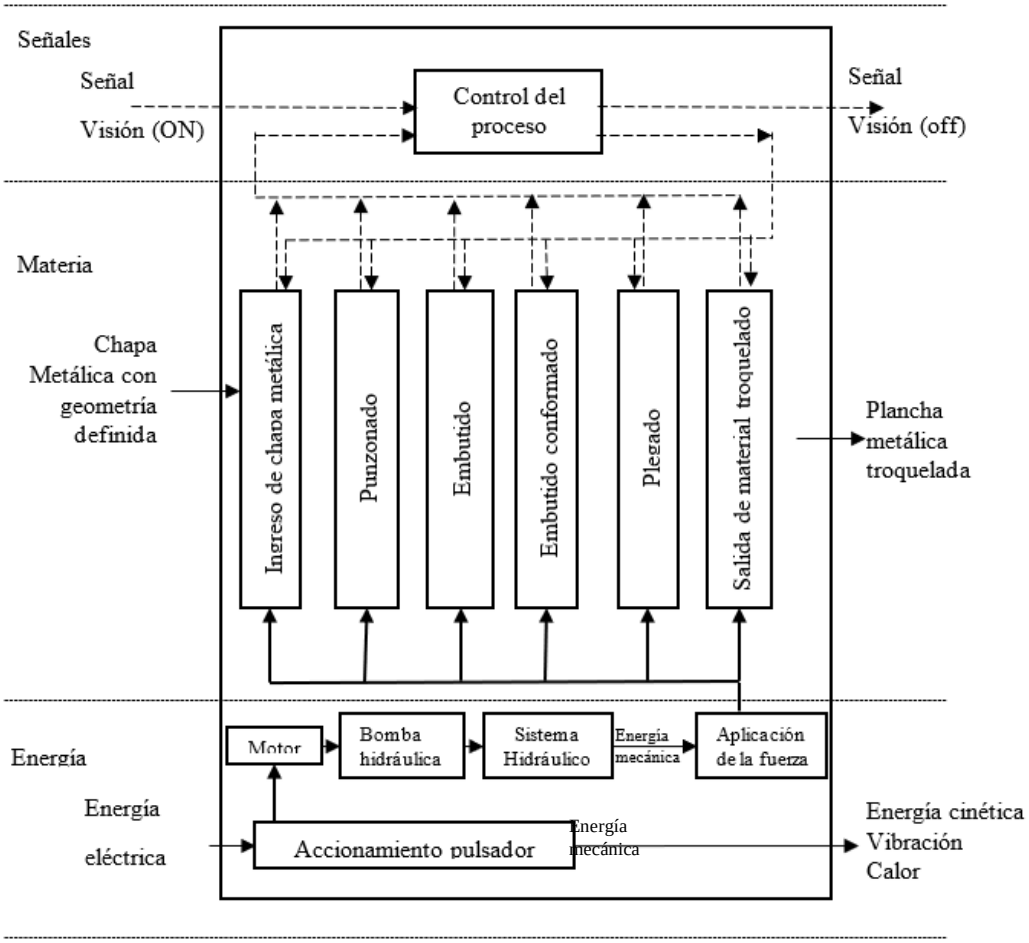


Figura 15. Fijación de procesos técnicos

3.2.3. Representación de la estructura de funciones

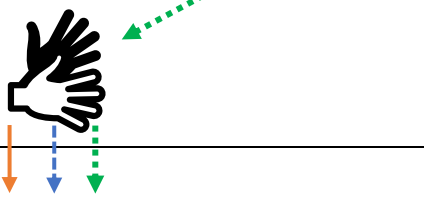
Tabla 7. ***Representación de la estructura de funciones***



3.2.4. Análisis de la solución (matriz morfológica)

Tabla 8. ***Matriz morfológica***

N.°	Proceso Parcial	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
1	Ingreso de material	Manual		
2	Posicionamiento de la placa metálica	Manual	Matriz	
3	Sujeción	Por muelle	Prensa de banco	
4	Perforado o punzonado	Punzón	plasma u oxicorte	Máquina herramienta(torno/taladro)
5	Accionamiento	manual	Neumático	bomba hidráulica
6	Conformado	Eje excéntrico	Palanca	Pistón

		manual
7	Almacenamiento	

Solución 1
Solución 2
Solución 3

3.3. Conceptos de solución

3.3.1. Solución 1

La placa metálica será ingresada de manera manual, posicionándolo de manera manual, sujetado en una prensa para luego ser perforado por un taladro, accionándole de manera manual mediante pulsadores. El operador accionará una palanca para realizar el conformado de la placa metálica y su almacenamiento de manera manual finalizando el proceso de troquelado.

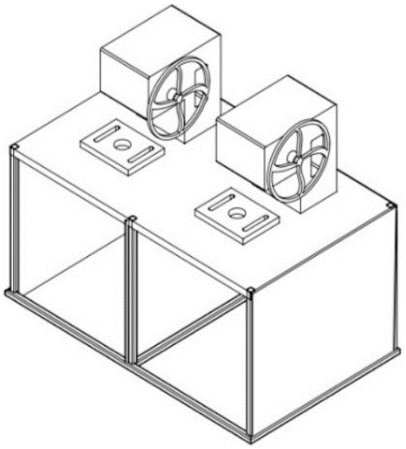


Figura 16. Imagen de la solución 1

3.3.2. Solución 2

En el concepto solución 2 de acuerdo con la matriz morfológica, el material es ingresado de manera manual, posicionando en una matriz que tiene la forma definida del soporte, realizando la perforación con un punzón que es accionado por un pistón hidráulico y finalmente se almacena de manera manual.

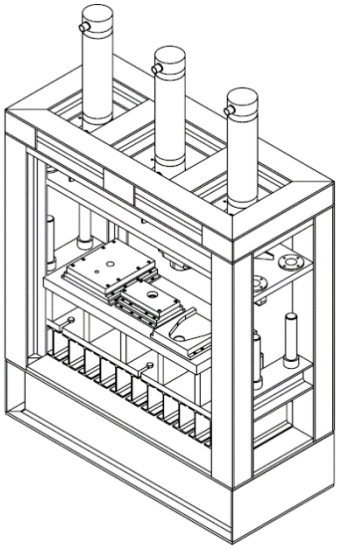


Figura 17. Concepto solución 2

3.3.3. Solución 3

En la tercera solución, de acuerdo con la matriz morfológica, el material se corta la geometría de manera manual mediante el uso del plasma o del equipo oxicorte, realizando la sujeción de la placa metálica mediante muelles extractores, el plegado se realiza por un actuador hidráulico y finalmente el almacenamiento de manera manual.

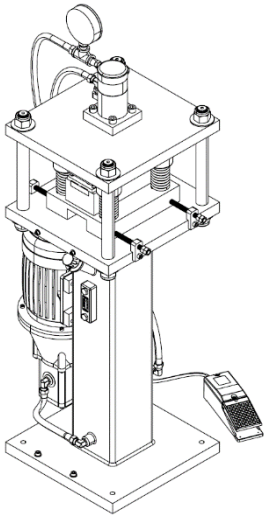


Figura 18. Concepto solución 3

3.3.4. Evaluación técnico-económica

Se presenta la evaluación de proyectos preliminares según la VDI 2221, se da a conocer la alternativa que tenga el mejor valor técnico o económico. De acuerdo con esta evaluación la solución más cercana a la línea es el proyecto preliminar 2.

3.3.4.1. Evaluación técnica

Tabla 9. ***Evaluación técnica***

Diseño mecánico - evaluación de proyectos **Valor técnico**										**U. C. E. A. P. I. M.**
"**Diseño de la máquina troqueladora JKV para fabricar componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L.”**										
p: puntaje de 0 a 4 (escala de valores según VDI 2221) 0 = no satisface, 1 = aceptable a las justas, 2 = suficiente, 3 = bien, 4 = muy bien. G: peso ponderado y se da en función de la importancia de los criterios de avaluación.										
Variantes de concepto/proyecto			Sol. 1 S1		Sol. 2 S2		Sol. 3 S3		Solución ideal S ideal	
N.°	criterio de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	función	8	2	16	3	24	2	16	4	32
2	geometría	6	2	12	2	12	2	12	4	24
3	Energía	5	2	10	3	15	2	10	4	20
4	materiales	4	2	8	3	12	3	12	4	16
5	Uso	7	2	14	2	14	2	14	4	28
6	Seguridad	8	3	24	4	32	2	16	4	32
7	Diseño	8	2	16	3	24	2	16	4	32
8	mantenimiento	5	2	10	3	15	2	10	4	20
9	costos	6	2	12	3	18	2	12	4	24
	Puntaje máximo ∑gp			122		166		118		228
	Valor técnico xi			0.71		0.73		0.69		1

$$x_i = \frac{g_1 . p_1 + g_2 . p_2 + \cdots + g_n . p_n}{(g_1 + g_2 + \cdots + g_n) . p_{max}} \leq 1$$

3.3.4.2. Evaluación económica

Tabla 10. Evaluación económica

Diseño mecánico - evaluación de proyectos **Valor económico (yi)**										**U. C. E. A. P. I. M.**
"Diseño de la máquina troqueladora JKV para fabricar componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L."										
p: puntaje de 0 a 4 (escala de valores según VDI 2221) 0 = no satisface, 1 = aceptable a las justas, 2 = suficiente, 3 = bien, 4 = muy bien. G: peso ponderado y se da en función de la importancia de los criterios de avaluación.										
Variantes de concepto/proyecto			**Solución 1 S1**		**Solución 2 S2**		**Solución 3 S3**		**Solución ideal S ideal**	
N.°	Criterio de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	Número de piezas	3	2	6	3	9	3	9	4	12
2	Costo de materiales	7	2	14	2	14	3	21	4	28
3	Costo del diseño	6	2	12	2	12	2	12	4	24
4	Facilidad de fabricación	5	3	15	2	10	2	10	4	20
5	Facilidad del mantenimiento	2	3	6	2	4	3	6	4	8
	Puntaje máximo ∑gp		53		49		58		92	
	Valor económico yi		0.77		0.71		0.84		1	

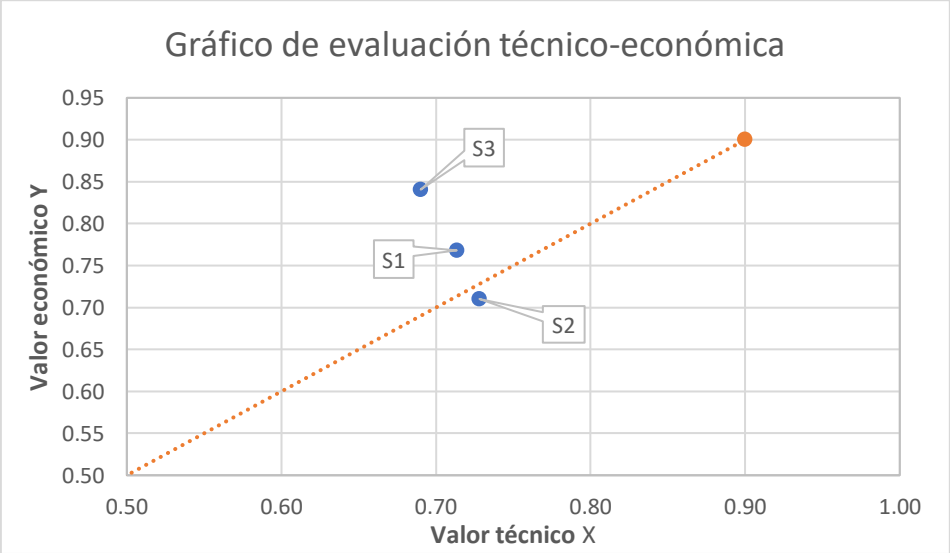


Figura 19. Evaluación técnico-económica

3.4. Cálculos para el proceso de troquelado (para agujeros de 1 in y 2 in)

Para realizar diseño de la matriz y de las herramientas de corte, primero se debe hallar la fuerza necesaria para realizar el corte de la chapa metálica.

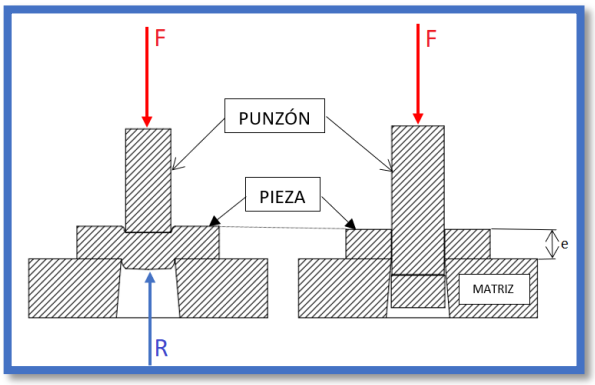


Figura 20. Representación de proceso de punzonado

3.4.1. Fuerza necesaria para el corte del agujero de 1 in

Para el cálculo de la fuerza para cortar el F que se representa en la tabla 11 se emplea la (Ecuación 2-1).

$$Fef = Fc + Fext + F\exp$$

Donde:

Fef: fuerza necesaria para realizar el corte en la chapa metálica (t)

Fc: fuerza de corte (N)

Fext: fuerza de extracción del punzón una vez que se realiza el corte (N)

Fexp: fuerza de expulsión de la pieza que quedó alojada en la matriz (N)

3.4.1.1. Fuerza de corte

Es el esfuerzo necesario para separar una parte del material de la chapa metálica. Esta fuerza es directamente proporcional a la resistencia de cizalladura del material de la chapa metálica.

$$Fc = Ke * p * e$$

Donde

Ke: constante de corte del material (N/m^2)

p: perímetro de corte (mm)

e: espesor de la chapa metálica (mm)

- Se halla coeficiente de resistencia a la cizalladura (Ke)

Los valores de Ke se encuentran en la tabla 11, ya que actualmente se emplea el acero AISI 1020, para la fabricación de soportes se tomó esta materia como referencia (este acero tiene un 0.23 % de C en su composición).

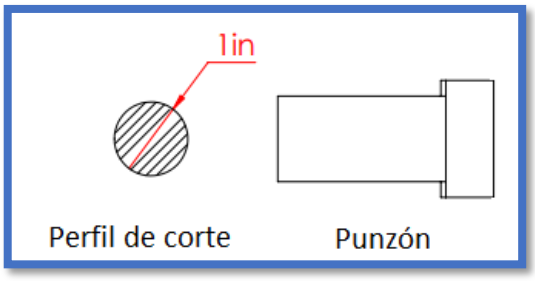
Tabla 11. ***Coeficiente de resistencia de alguno materiales***

Coeficiente de resistencia a la cizalladura de algunos metales (en N/mm^2)		
Material	Estado	
	Blando o recocido	Crudo o duro
Acero con 0.1% de C	245	313
Acero con 0.2% de C	313	392
Acero con 0.3% de C	353	470
Acero con 0.4% de C	441	549
Acero con 0.6% de C	549	706
Acero con 0.8% de C	706	882
Acero con 1% de C	784	1030
Acero inoxidable	510	588
Acero al silicio	441	549
Alpaca o plata alemana	274-353	441-451
Aluminio	68-88	127-156
Bronce	313-392	392-588
Cobre	176-215	245-294
Duraluminio	215	372
Estaño	29-39	-
Latón	215-294	343-392
Plata	225	245
Plomo	19-29	-
Cinc	117	196

Nota: tomada de Fundamentos de la Ciencia e ingeniería de materiales *(2)*

Se determinamos que Ke = 313 N/mm^2.

a) Cálculo de perímetro



$$p = 2 * \pi * r$$

$$p = 2 * \pi * 12.7mm \rightarrow p = 79.79\ mm$$

b) Espesor

Los soportes, actualmente, se fabrican de un espesor de 5/16 in o 7.9 mm.

c) Reemplazando valores para hallar el Fc

$$Fc = Ke * p * e$$

$$Fc = 313 \frac{N}{mm^2} * 79.79mm * 7.9mm = 197296.7\ N$$

3.4.1.2. Fuerza de extracción del punzón

Es la requerida para separar el punzón de la chapa metálica una vez realizado el corte.

Esta fuerza depende del material, del espesor y de la geometría del punzón.

$$Fext = Fc * x\%$$

Donde

X%: valor porcentual, esto depende del tipo de corte a efectuar.

Fext: fuerza de extracción del punzón.

Los valores X % se pueden encontrar en la tabla 12.

Tabla 12. ***Coeficiente por aplicar para el cálculo de la fuerza de extracción del punzón***

Valor (x) %	Circunstancias de corte
2 %	Cuando el material circundante a la figura es mínimo, pudiendo éste abrirse o expandirse, separándose casi por sí solo del punzón. También en operaciones de muescado o en cortes abiertos en el extremo de una chapa
4 %	Cuando la piza presenta formas irregulares o tiene algún entrante en su perímetro de corte, en el caso en que exista poco material alrededor de la figura a cortar
7 %	Cuando el corte se efectúa en plena chapa, a modo de punzonado, donde existe bastante material alrededor del corte, el cual tiene tendencia a quedarse fuertemente sujeto al pinzón. También en el caso de corte interior o punzonado de figuras irregulares, con formas entrantes y salientes

Nota: Tratado de matricería (8, p. 90)

El valor de x % = 7 %

a) Remplazando el valor hallado de x%

$$Fext = Fc * x\%$$
$$Fext = 197296.7\ N * 7\%$$
$$Fext = 13810.769\ N$$

3.4.1.3. Fuerza de expulsión

Se toma en cuenta la fuerzas producidas por la expansión del material y el rozamiento que se da entre la herramienta de corte y el material. Que por lo general es el 1.5 % de la fuerza de corte.

$$F\exp = Fc * 1.5\%$$
$$F\exp = 197296.7 * 1.5\% = 2959.45\ N$$

a) Cálculo de la fuerza necesaria para el corte de un agujero de 1 in

$$Fef = Fc + Fext + F\exp$$
$$Fef = 197296.7 + 13810.769 + 2959.45 = 214066.919\ N = 21.82\ TN$$

3.4.2. Fuerza necesaria para el corte del agujero de 2 in

Para el cálculo de la fuerza F que se representa en la tabla 11 se emplea la siguiente ecuación.

$$Fef = Fc + Fext + F\exp$$

Donde:

Fef: fuerza necesaria para realizar el corte en la chapa metálica (t)

Fc: fuerza de corte (N)

Fext: fuerza de extracción del punzón una vez que se realiza el corte (N)

Fexp: fuerza de expulsión de la pieza que quedó alojada en la matriz (N)

3.4.2.1. Fuerza de corte

Es el esfuerzo necesario para separar una parte del material de la chapa metálica. Esta fuerza es directamente proporcional a la resistencia de cizalladura del material de la chapa metálica.

$$Fc = Ke * p * e$$

Donde

Ke: constante de corte del material (N/m^2)

p: perímetro de corte (mm)

e: espesor de la chapa metálica (mm)

a) Se halla Ke

Los valores de ke se encuentran en la tabla 11, ya que actualmente se emplea el acero AISI 1020 para la fabricación de soportes, se toma esta materia como referencia (este acero tiene un 0.23 % de C en su composición).

Se determina que Ke = 313 N/mm^2.

b) Cálculo de perímetro

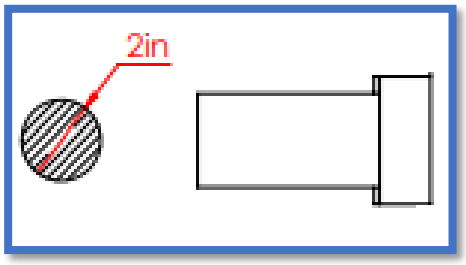


Figura 21. Representación del punzón de corte del agujero de 2 in

$$p = 2 * \pi * r$$

$$p = 2 * \pi * 25.4\ mm \rightarrow p = 159.59\ mm$$

c) Espesor

Los soportes, actualmente, se fabrican de un espesor de 5/16 in o 7.9 mm.

d) Remplazando valores para hallar el Fc

$$Fc = Ke * p * e$$

$$Fc = 313\ \frac{N}{mm^2} * 159.59\ mm * 7.9\ mm = 394618.193\ N$$

3.4.2.2. Fuerza de extracción del punzón

Es la requerida para separar el punzón de la chapa metálica una vez realizado el corte.

Esta fuerza depende del material, del espesor y de la geometría del punzón.

$$Fext = Fc * x\%$$

Donde:

X%: valor porcentual esto depende del tipo de corte a efectuar.

Fext: fuerza de extracción del punzón.

Los valores X% se pueden encontrar en la tabla 12

El valor de x % = 7 %

a) Remplazando el valor hallado de x%

$$Fext = Fc * x\%$$
$$Fext = 394618.19\ N * 7\%$$
$$Fext = 27623.27\ N$$

3.4.2.3. Fuerza de expulsión

Se toma en cuenta la fuerzas producidas por la expansión del material y el rozamiento que se da entre la herramienta de corte y el material.

Que por lo general es el 1.5 % de la fuerza de corte.

$$F\exp = Fc * 1.5\%$$
$$F\exp = 394618.19 * 1.5\% = 5919.27\ N$$

a) Cálculo de la fuerza necesaria para el corte de un agujero de 1 in

$$Fef = Fc + Fext + F\exp$$
$$Fef = 394618.193 + 27623.27 + 5919.27 = 428160.733\ \text{N} = 43.66\ TN$$

Tabla 13. Resultados obtenidos de la fuerza necesaria para el corte de orificios de 1 in y 2 in

Resultados de fuerza necesaria para el punzonado			
Agujero de 1 in	Fuerza de corte o fuerza de trabajo	197296.7 N	214066.9 N o **21.82 t**
	Fuerza de extracción del punzón	13810.769 N	
	Fuerza de expulsión	2959.45 N	
Agujero de 2 in	Fuerza de corte o F_**trabajo**	394618.193 N	428160.7 N o **43.66 t**
	Fuerza de extracción del punzón	27623.27N	
	Fuerza de expulsión	5919.27 N	

3.4.3. Esfuerzo máximo para la selección del material del Punzón y de la matriz.

Cálculo del esfuerzo producido en la matriz y en el punzón al momento de realizar el corte.

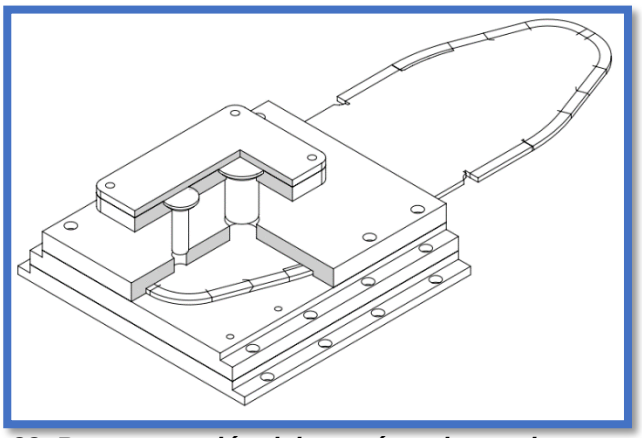


Figura 22. Representación del punzón y de matriz ensamblados

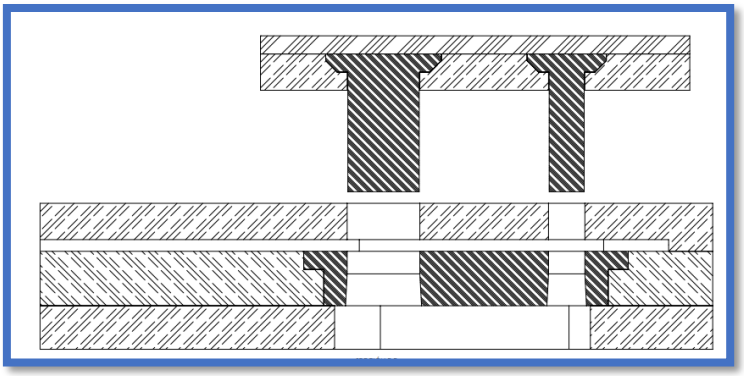


Figura 23. Partes de sistema de corte por punzonado

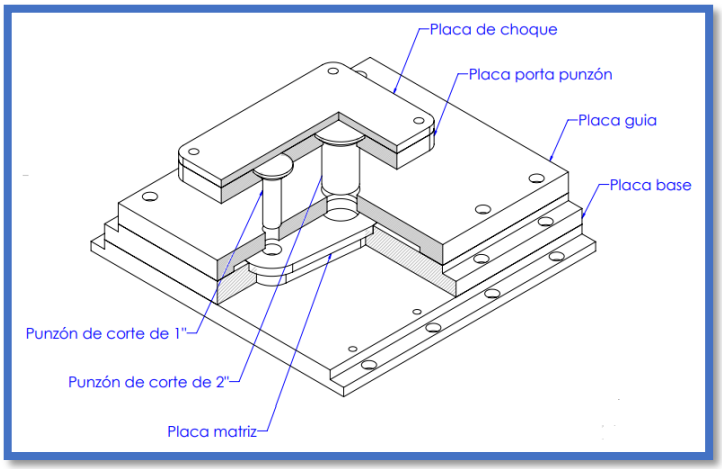


Figura 24. Partes de sistema de corte por punzonado

3.4.3.1. Tolerancia de corte entre el punzón de 1 in y la matriz

Calcular la holgura que debe existir entre el punzón y la matriz, esto es para conseguir que no contenga rebarbas.

Para los valores de tolerancia se estiman entre 8 % y 12 % de su espesor.

$$tolerancia = e * 12\%$$
$$tolerancia = 7.9 * 12\% = 0.948mm$$

Ya que es al interior, se toma al punzón como medida nominal y se suma a la matriz el valor de tolerancia.

$$M_{Matriz} = M_{nominal}$$
$$M_{Punzón} = M_{nominal} - Tolerancia$$
$$M_{Punzón} = 25.4mm - 0.948mm = 24.45\ mm$$

3.4.3.2. Tolerancia de corte entre el punzón de 2 in y la matriz

Calcular la holgura que debe existir entre el punzón y la matriz, esto es para conseguir que no contenga rebarbas.

Para los valores de tolerancia se estiman entre 8 % y 12 % de su espesor.

$$tolerancia = e * 12\%$$
$$tolerancia = 7.9 * 12\% = 0.94mm$$

Ya que es al interior, se toma al punzón como medida nominal y se suma a la matriz el valor de tolerancia.

$$M_{Matriz} = M_{nominal}$$
$$M_{Punzón} = M_{nominal} - Tolerancia$$
$$M_{Punzón} = 50.8mm - 0.948mm = 49.852\ mm$$

3.4.3.3. Ángulo de escape (α)

Una vez cortado el material este se recupera elásticamente, a esto se le conoce como fenómeno de atrapamiento del material recortado y, para evitar esto, se le da un ángulo de escape que, dependiendo del material, varía de 1° a 3°, para este caso se tomará 3° para el ángulo de escape α.

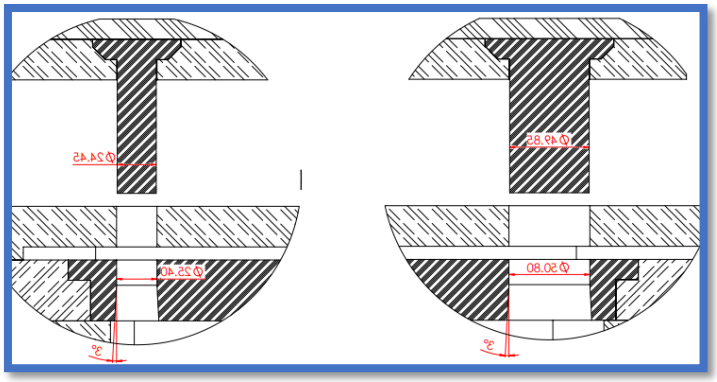


Figura 25. Cotas de tolerancia y ángulo de salida tanto como para los punzones y para la matriz

3.4.3.4. Fuerza de expulsión (F_{exp})

Fuerza necesaria para expulsar el material cortado de la matriz de corte.

$$F\exp = 1\% * Fc$$

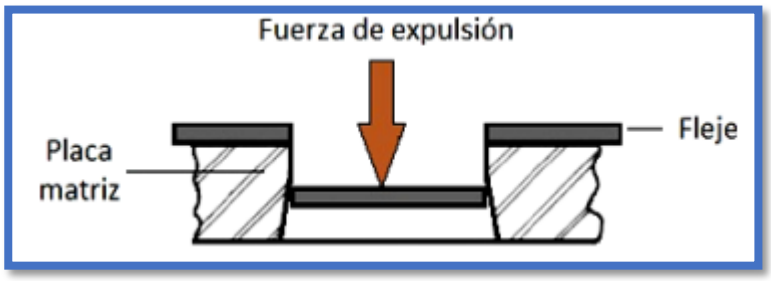


Figura 26. Representación de la fuerza de expulsión. Tomada de Fundamentos de manufactura moderna (6, p. 445)

Esta fuerza es igual al 1 % de la fuerza de corte del punzón.

$$F\exp = 1\% * 40226kg$$
$$F\exp = 402.26kg$$

3.4.3.5. Distancia de separación entre las piezas y el borde

Se halla la separación entre piezas y el borde de la plancha para garantizar la rigidez del material, si es que no se respeta esta distancia el resultado sería unos cortes defectuosos.

$$b = 1.5 * e$$

a: separación entre piezas

e: espesor de material

$$b = 1.5 * 7.9m = 11.85m$$

3.5. Cálculo para el proceso de embutido

- Cálculo de la fuerza requerida para realizar una operación de embutido.

$$F = \pi * D_p * t * (TS)\left(\frac{Db}{Dp} - 0.7\right)$$

Donde

F = fuerza necesaria para el embutido (N)

t = espesor de la forma (mm)

TS = resistencia a la tensión del material (MPa

La relación entre D_b/D_p no debe de superar el valor de 2, para este caso se toma el valor de 2 (3)**.**

D_b = diámetro del disco

D_p = diámetro del punzón

- Primero, se determina que para este proceso es necesario el empleo de sujetadores.

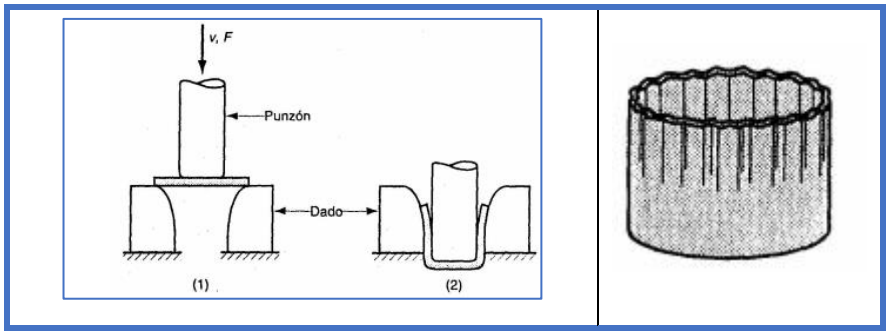


Figura 27. Representación de proceso de embutido sin sujetadores. Tomada de Fundamentos de manufactura moderna (6, p. 458)

Como se puede observar, si no se emplean sujetadores, es posible encontrar defectos en las piezas obtenidas después de este proceso.

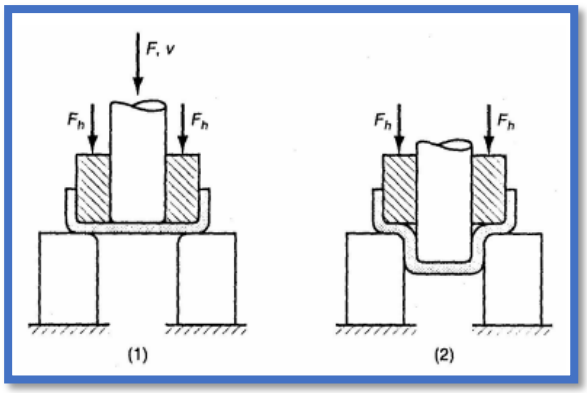


Figura 28. Representación de proceso de embutido con sujetadores. Tomada de Fundamentos de manufactura moderna (6, p. 457)

Para garantizar un buen acabado en las piezas producidas por el proceso de embutición se deben emplear sujetadores.

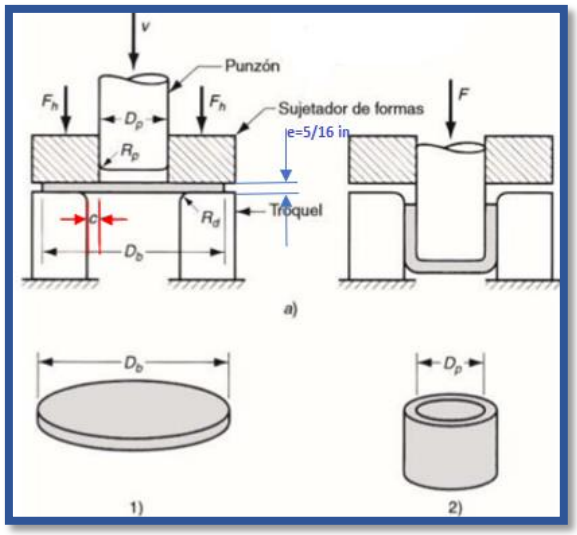


Figura 29. Elementos que constituyen a la matriz de embutido

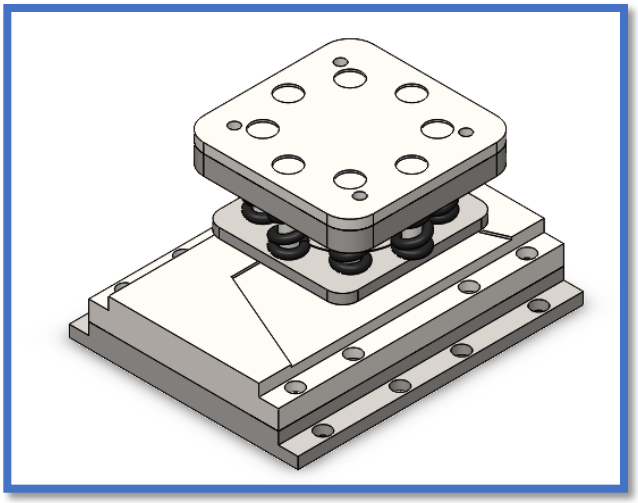


Figura 30. Sistema de embutido

3.5.1. Cálculo de tolerancias recomendadas entre matriz y punzón

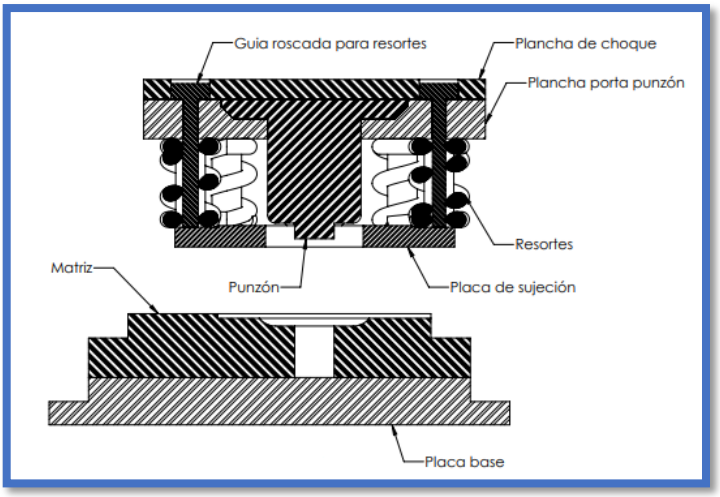


Figura 31. Representación de la tolerancia necesaria para el conformado de la chapa metálica. Tomada de Fundamentos de manufactura moderna (6, p. 453)

Donde el valor de C recomendado se por la siguiente fórmula:

$$C = 1.1 * e$$

$$C = 1.1 * 7.93mm = 0.87mm$$

Ya que el valor del diámetro del punzón D_p es de 60 mm, el diámetro del agujero de la matriz debe de ser de 61.74 mm.

3.5.2. Cálculo de las medidas del material para el embutido

- Primer paso para saber la cantidad de paso para realizar el embutido.

Esto es para determinar la relación DR, si DR es muy alto esto indica que se está hablando de un proceso muy severo.

Si está dentro de un rango severo (DR ≤ 2) es un indicador que el embutido se realizará en 2 o más pasos.

$$DR = \frac{D_b}{D_p}$$

Donde

Db: diámetro de la pieza inicial (diámetro de área afectada)

Dp: diámetro de punzón

- Segundo paso para saber la cantidad de pasos para realizar el embutido con el método de reducción (r).

$$r = \frac{D_b - D_p}{D_b}$$

Donde r < 0.5

- Tercer paso para saber la cantidad de pasos para realizar el embutido con el método de relación del espesor y diámetro.

$$\frac{e}{D_b} > 1\%$$

En caso contrario, aumenta la tendencia al arrugamiento. En caso de que no se cumpla con ninguna de estas condiciones, eso significa que el embutido debe realizarse en 2 o más pasos, además, una vez realizado el proceso de embutición se debe realizar un proceso de recocido para aliviar las tenciones internas generadas al momento de realizar dicho proceso.

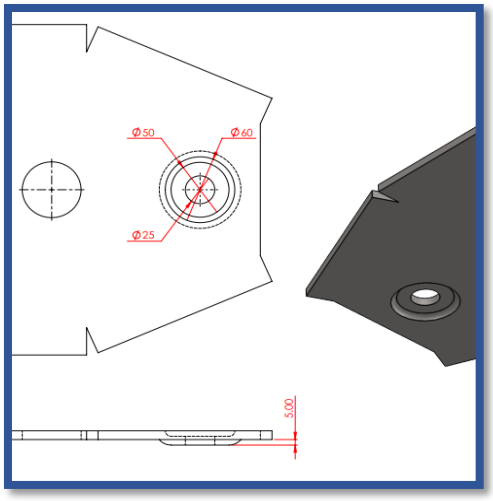


Figura 32. Representación del embutido

Ya que la altura de embutido es de 5 mm, se determina que el proceso de embutido se puede realizar en un solo paso.

Por este motivo, se determina que **(DR ≤ 2),** entonces, para este caso se toma que DR = 1.05.

Tabla 14. ***Condiciones para el embutido***

$DR = \frac{D_b}{D_p} \rightarrow 1.05 = \frac{D_b}{60} \rightarrow D_b = 63\ mm$		Dando un valor de 2 a DR, se verifica si cumple con las condiciones
$r = \frac{D_b - D_p}{D_b} \rightarrow r = \frac{63-60}{63} = 0.047$	0.047 < 0.5	✓
$\frac{e}{D_b} > 1\% \rightarrow \frac{7.93}{63} > 1\% \rightarrow 0.125 > 0.01$	12.5% >1%	✓

Se verifican las condiciones para que el embutido se realice en un solo paso.

- Cálculo de la fuerza de embutido

  Es la fuerza requerida para realizar el proceso de embutido.

$$F = \pi * D_p * e * TS * \left(\frac{D_b}{D_p} - 0.7 \right)$$

Donde

F = fuerza de embutido en N

e = espesor de la chapa metálica (el espesor de la chapa es de 7.93 mm)

TS = resistencia a la tensión, MPa N/m^2 (para el AISI 1020 tiene 435 MPa)

Se toma un valor de 0.7 como valor de fricción que existe entre la plancha y el punzón.

$$F = \pi * 0.06 \not{m} * 0.00793 \not{m} * 435 * 10^6 \frac{N}{\not{m}^2} * \left(\frac{0.063 \not{m}}{0.06 \not{m}} - 0.7 \right)$$

$$F = \pi * 0.06 * 0.00793 * 435 * 10^6 * \left(\frac{0.063}{0.06} - 0.7 \right)$$

$$F = 227579 \ N$$

$$F = 23.2 \ TN$$

- Cálculo de la fuerza de sujeción

$$F_H = 0.015 * \pi * \gamma * \left[D_b^2 - \left(D_p + 2.2 * e + 2 * R_d \right)^2 \right]$$

Donde

F_h: fuerza de sujeción para el embutido N

Y: resistencia a la fluencia del metal (413 MPa)

E: espesor inicial del metal (0.793 mm)

R_d: radio de la esquina del troquel (5 mm)

3.5.3. Cálculo del radio de la esquina del troquel

Según la teoría el radio del punzón debe de adaptarse a la forma de la pieza y, por lo tanto, debe estar en el siguiente rango.

$$\boldsymbol{e \leq r \leq 3e}$$

Entonces r tomará el valor del espesor que es de 7.93 mm

3.5.3.1. Remplazando datos

$$F_H = 0.015 * \pi * 413 * 10^6 \frac{N}{mm^2} * \left[0.063^2 mm - \left(0.06 mm + 2.2 * 0.00793 mm + 2 * 0.00793 mm \right)^2 \right]$$

$$F_H = 0.015 * \pi * 413 * 10^6 * \left[0.063^2 - \left(0.06 + 2.2 * 0.00793 + 2 * 0.00793 \right)^2 \right]$$

$$F_H = 92192.5\ N$$

$$F_H = 9.4\ TN$$

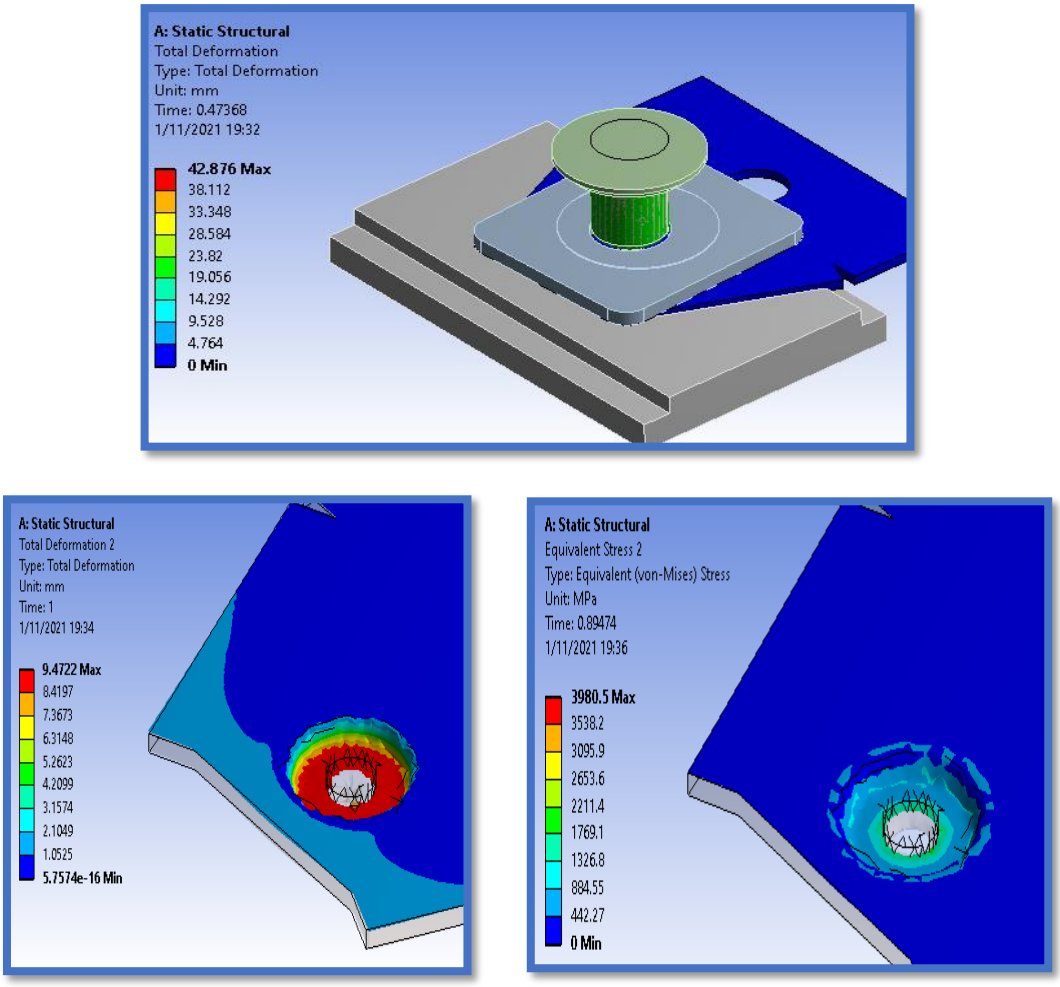


Figura 33. Simulaciones con el programa Ansys Static Structural

Realizando simulaciones con el programa *Ansys Static Structural* se puede determinar que la fuerza máxima para realizar un embutido es de 260630 N y la fuerza calculada es de 227579 N. Se determina que la fuerza total para realizar el embutido es 260630 N que equivale a 26.57 t.

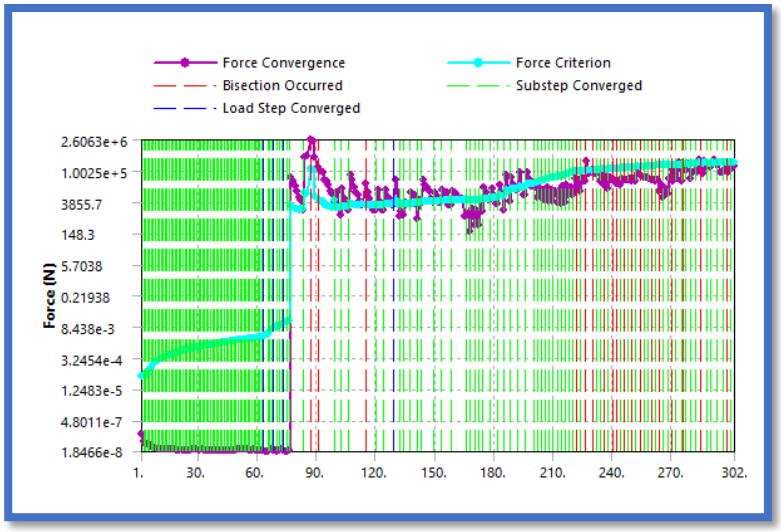


Figura 34. Fuerza vs. fotograma

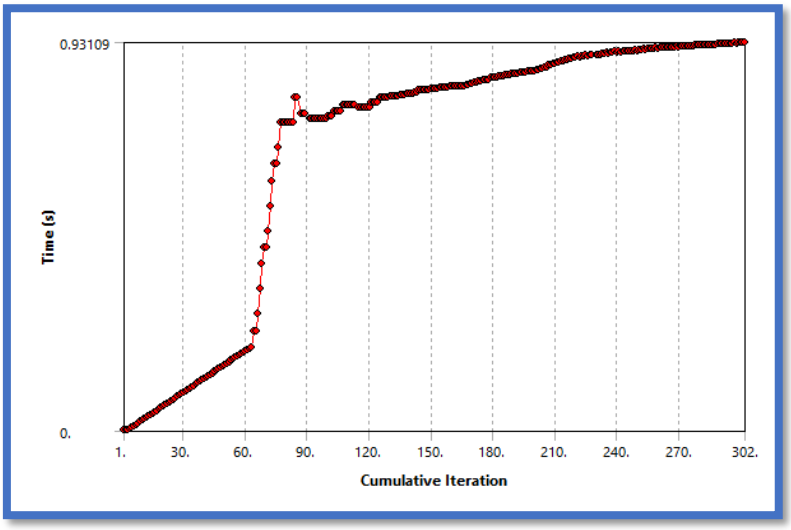


Figura 35. Interacción de la fuerza y el proceso de embutición

3.5.4. Cálculo para el proceso de pliegue (tercer proceso)

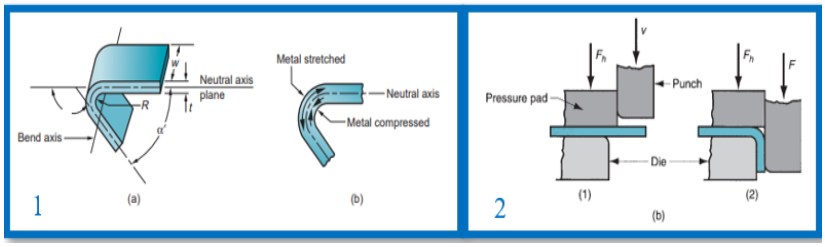


Figura 36. (1) Representación de pliegues en chapa metálica y representación de esfuerzos de alargamiento y compresión que se producen al momento de plegar la chapa y (2) representación de pliegues en bordes. Tomada de Fundamentos de manufactura moderna (6, p. 448)

- Tolerancia de flexión

$$A_b = 2\pi * \frac{\alpha}{360} * (R + K_{ba} * e)$$

Donde

A_b: tolerancia de flexión, mm

a: ángulo de plegado en grados (90°)

R: radio de plegado(5 mm)

e: espesor de la chapa metálica (7.93 mm)

K_{ba}: factor para estimar el estiramiento

$$K_{ba}\begin{cases} R<2 \rightarrow K_{ba}=0.33 \\ R>2 \rightarrow K_{ba}=0.50 \end{cases}$$

Los valores de K_{ba} predicen los valores de estiramiento.

Remplazando los datos

$$A_b = 2\pi * \frac{90}{360} * (5mm + 0.50 * 7.93mm) = 14.08\ mm$$

- Sprinback

$$SB = \frac{\partial' - \partial'_t}{\partial'}$$

- Fuerza de plegado

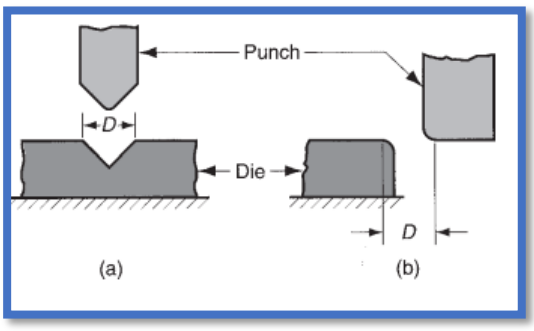


Figura 37. Representación del proceso de plegado empleando matiz en V y matriz de limpieza. Tomada de Fundamentos de manufactura moderna (6, p. 450)

$$F = \frac{K_{bf} * (TS) * w * e^2}{D}$$

Donde

F: fuerza de plegado (N)

TS: resistencia a la tracción de la chapa (para el AISI 1020 tiene 435 MPa)

w: ancho de la pieza a lo largo de eje de pliegue (mm)

e: espesor de la chapa metálica (7.93 mm)

D: dimensión de la apertura de la matriz se muestra en la figura 37

Kbf: constante aplicado a un proceso de flexión real, ya que se está trabajando con un pliegue de borde = 0.33.

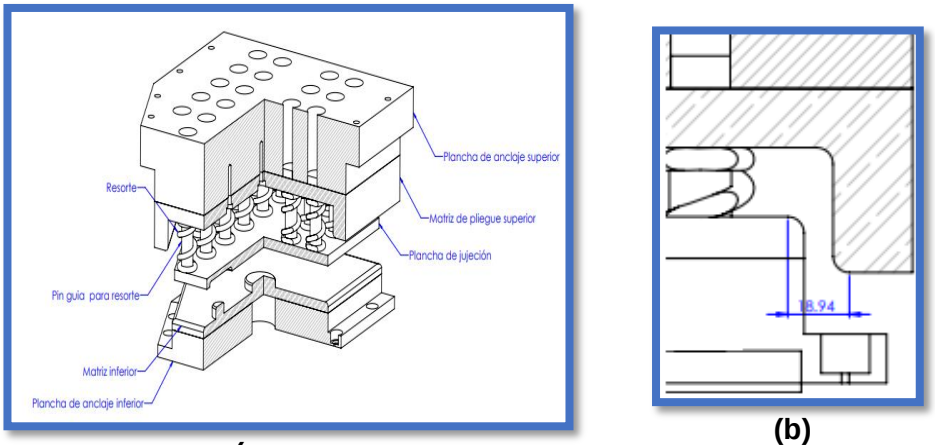


Figura 38. a) Sistema de pliegue de lados a 1 in de longitud y b) Valor de dimensión de apertura de la matriz

3.5.4.1. Remplazando valores en la fórmula

$$F = \frac{0.33 * (435\ MPa) * w * 7.93\ \text{mm}^2}{18.94\ mm}$$

En este proceso se realizan 4 pliegues a la vez, dentro de los cálculos se obtendrán 4 resultados, donde varía el valor de w como se muestra en la figura 39.

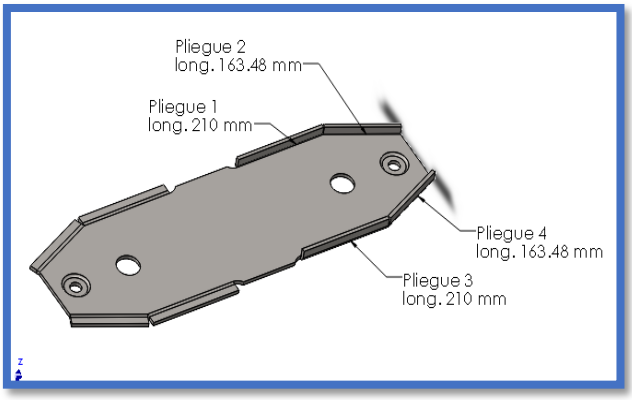


Figura 39. Longitudes que puede tomar w

$$F1\ Y\ F3 = \frac{0.33*(435\ \frac{N}{mm^2})*210mm*7.93\ mm^2}{18.94\ mm} = 100089.5\ N \approx 10.2\ TN$$

$$F2\ Y\ F4 = \frac{0.33*(435\ \frac{N}{mm^2})*163.48mm*7.93\ mm^2}{18.94\ mm} = 77917.359\ N \approx 8.14\ TN$$

En la siguiente tabla se muestran todos los resultados y la suma total.

Tabla 15. *Resumen de las fuerzas requeridas para plegado de 1 in*

F1	10.2 t
F2	8.14 t
F3	10.2 t
F4	8.14 t
Total	**36.68 t**

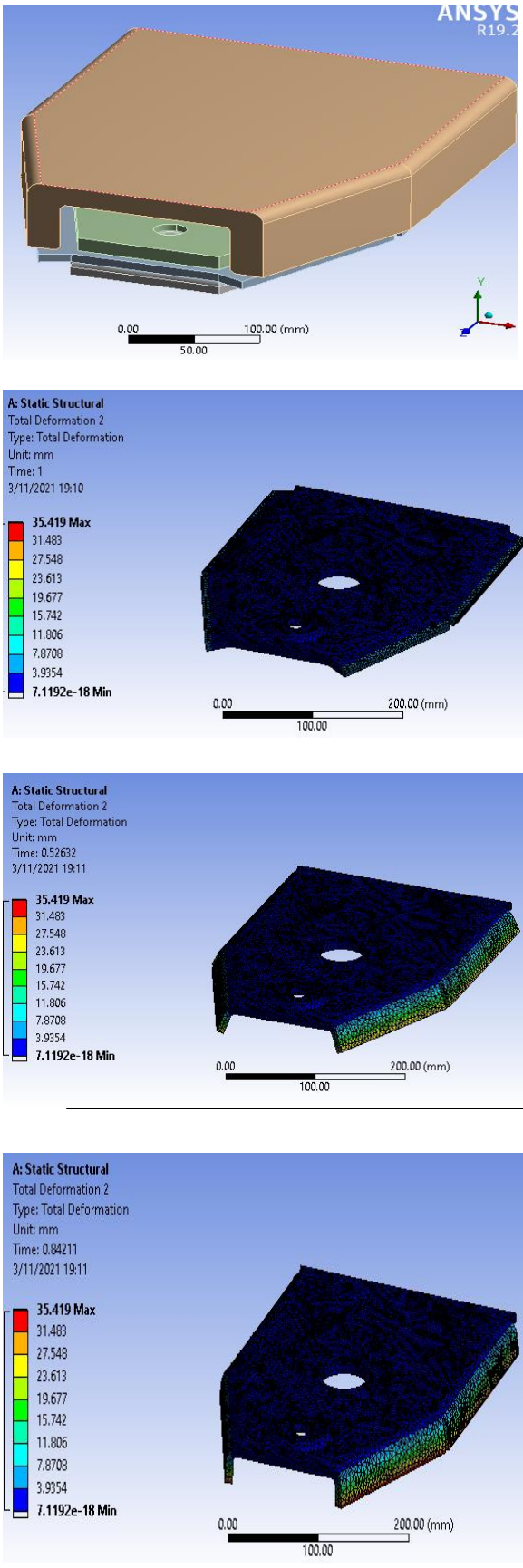


Figura 40. Diagrama de simulación de deformación en el programa Ansys R202

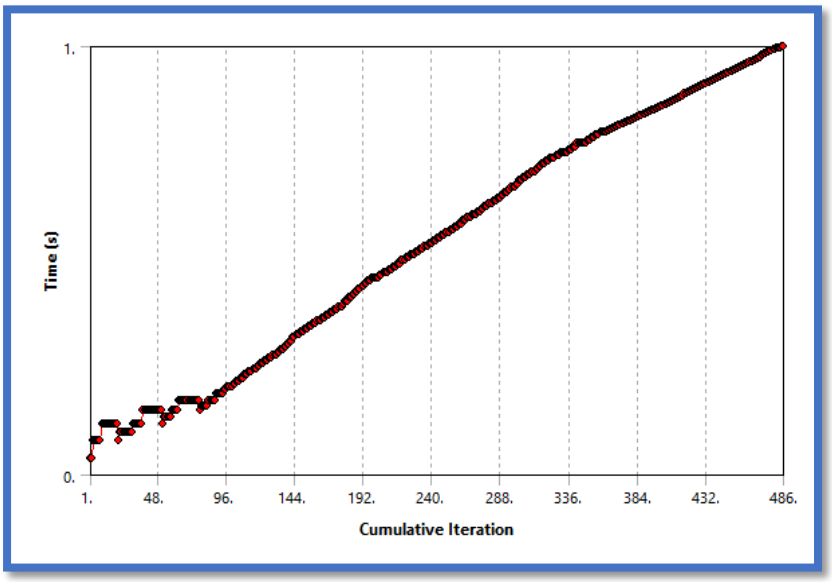


Figura 41. Tiempo vs. fotograma (modelo estático estructural realizando el programa Ansys)

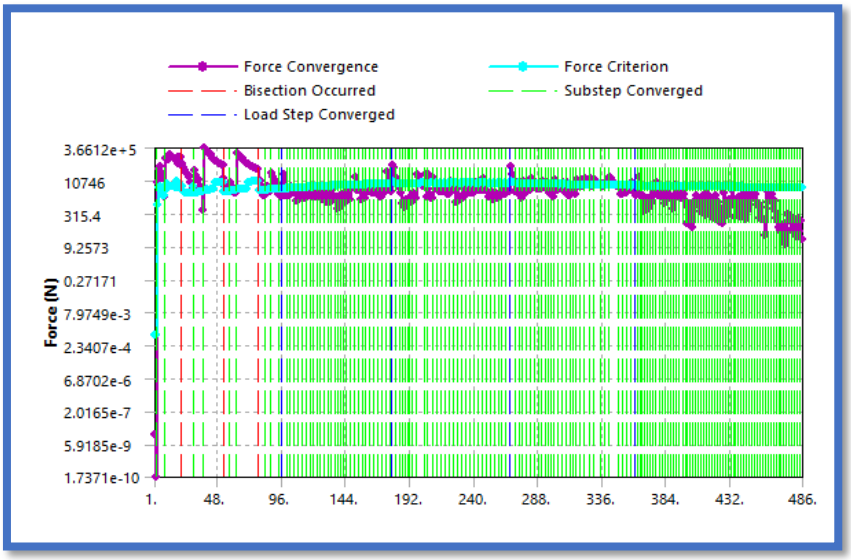


Figura 42. Fuerza vs. fotograma (modelo estático estructural realizando el programa Ansys)

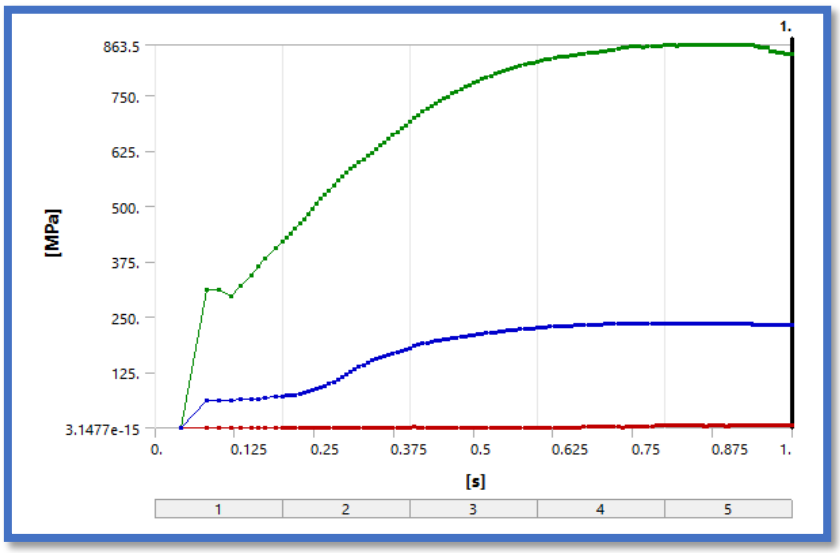


Figura 43. Esfuerzo vs. tiempo (modelo estático estructural realizando el programa Ansys)

Realizando simulaciones con el programa *Ansys Static Structural* se determina que la fuerza máxima para realizar un embutido es de 366120 N y la fuerza calculada es de 359707.92 N.

Se determinar que la fuerza total para realizar el embutido de es 366120 N que equivale a 36.7 t.

3.5.5. Cálculo para el proceso de pliegue 2 (cuarto proceso)

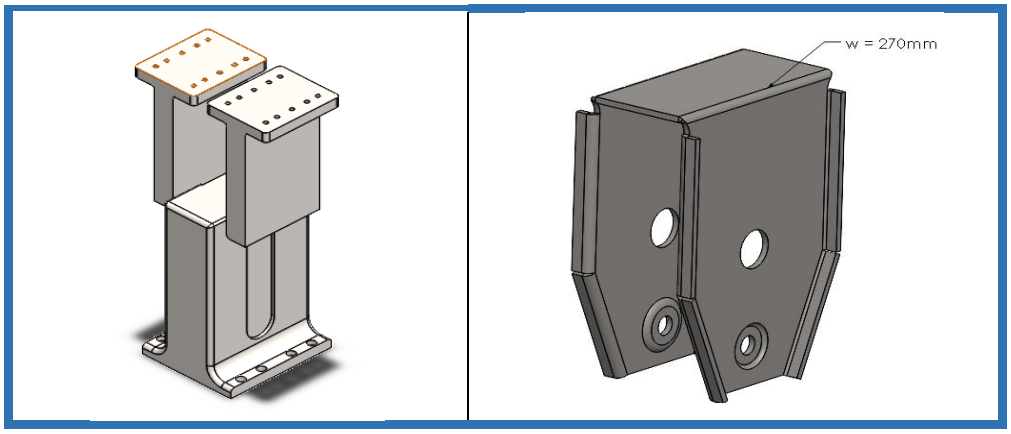


Figura 44. Sistema de pliegue 2

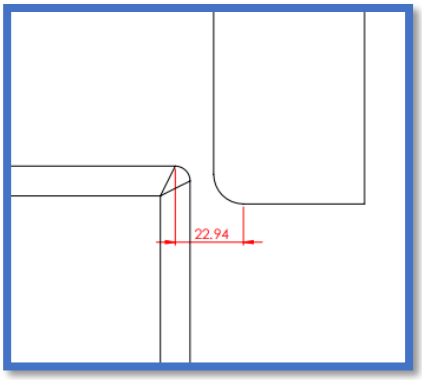


Figura 45. Dimensión de apertura entre matrices

$$F = \frac{K_{bf} * (TS) * w * e^2}{D} * a$$

Donde

F: fuerza de plegado (N).

TS: resistencia a la tracción de la chapa (para el AISI 1020 tiene 435 MPa)

w: ancho de la pieza a lo largo de eje de pliegue (270 mm)

e: espesor de la chapa metálica (7.93 mm)

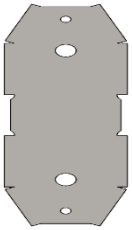
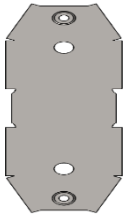
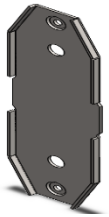
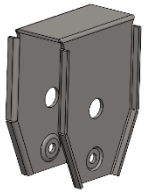
D: dimensión de la apertura de la matriz se muestra en la figura 45.

a: cantidad de pliegues realizados a la vez (2)

Kbf: constante aplicado a un proceso de flexión real ya que se está trabajando con un pliegue de borde = 0.33.

$$F = \frac{0.33 * (435 \frac{N}{mm^2}) * 270 mm * 7.93 mm^2}{22.94 mm} * 2 = 212495.58\ N \approx 21.6\ TN$$

Tabla 16. ***Comparación de resultados obtenidos con el empleo del programa SolidWorks 2017 y su complemento LogoPress 3 y los resultados obtenidos por cálculo***

				
Resultados obtenidos con el empleo del programa SolidWorks 2017 y su complemento LogoPress 3				
Paso 1 • Para realizar estos procesos es necesario esta geometría, para esto se pueden emplear plantillas de corte o máquinas CNC.	**Paso 2** • Para realizar los agujeros de 1 in se emplean una fuerza total de 23 t. • Para realizar los agujeros de 2 in se emplea una fuerza de 46 t.	**Paso 3** • Para realizar el embutido se calculó que es necesario 24 t por cada embutido.	**Paso 4** • Para realizar el pliegue de contornos se calculó que es necesario 41 t de fuerza.	**Paso 5** • Para el pliegue de las dos caras se calculó que es necesario 23 t de fuerza.
Resultados obtenidos por cálculo				
	Paso 2 • Para realizar los agujeros de 1 in se emplea una fuerza total de 19.8 t. • Para realizar los agujeros de 2 in se emplea una fuerza de 39.6 t.	**Paso 3** • Para realizar el embutido se calculó que es necesario 23.2 t por cada embutido.	**Paso 4** • Para realizar el pliegue de contornos se calculó que es necesario 36.68 t de fuerza.	**Paso 5** • Para el pliegue de las dos caras se calculó que es necesario 21.6 t
Resultados obtenidos por cálculo más elementos de sujeción				
	Paso 2 • Fuerza total para realizar el agujero de 1 in es de 21.82 t. • Fuerza total para realizar el agujero de 2 in es de 43.66 t (%)	**Paso 3** • Para realizar el embutido se calculó que es necesario 23.2 t por cada embutido más 9.4 de sujeción da 32.6 t de fuerza.	**Paso 4** Para realizar el pliegue de contornos se calculó que es necesario 36.68 t de fuerza.	**Paso 5** Para el pliegue de las dos caras se calculó que es necesario 21.6 t.

3.6. Diseño de punzones

Selección de materiales usando el programa Ces Edupack

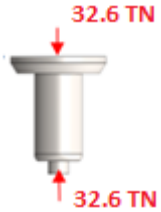
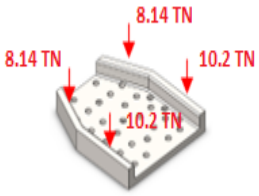
3.6.1. Identificación de la información general

3.6.1.1. Función del material

El material para la construcción de punzones de corte, embutido y plegado deben de poseer determinadas propiedades mecánicas, tales como determinada rigidez, resiliencia, buen comportamiento a la compresión y resistencia a la fatiga.

Además de tener resistencia a la corrosión.

Tabla 17. ***Punzones empleados para el diseño de la máquina y los vectores de fuerza***

				
Punzón de corte para 1 in	Punzón de corte para 2 in	Punzón de embutido	Punzón de pliegue de aletas de 1 in	Punzón de pliegue

3.6.1.2. Las restricciones

Son materiales sometidos a compresión y desgaste por fricción.

El costo del material.

3.6.1.3. Los objetivos

Buscar materiales que puedan soportar las condiciones de trabajo y con el menor costo posible.

Y como en todo diseño de máquina, el principal objetivo es reducir el peso (al menos en un 10 %).

3.6.1.4. Las variables libres

Es la dureza del material que puede ser modificado según la necesidad.

Que tenga buena conservación del filo, es decir, menor desgaste de la herramienta de corte.

3.6.2. Material de partida

Para la selección del material se puede trabajar con el esfuerzo permisible, ya que se tienen las fuerzas máximas y las áreas donde se aplican esas fuerzas.

Como dato de referencia se tiene:

T_u (esfuerzo cortante último) de la chapa metálica que es de 313 N/mm^2.
T_p (esfuerzo permisible)

Donde $T_p > T_u$

$$\boldsymbol{\tau_p} = \frac{\boldsymbol{\tau_u}(\boldsymbol{E}\text{sfuerzo de falla del punzón})}{\boldsymbol{N}(\text{Factor de seguridad})}$$

$$\mathbf{313}\frac{\boldsymbol{N}}{\boldsymbol{mm^2}} = \frac{\boldsymbol{\tau_u}}{\mathbf{4}} \rightarrow \boldsymbol{\tau_u} = \mathbf{1252}\frac{\boldsymbol{N}}{\boldsymbol{mm^2}}$$

Se determina que el esfuerzo último a la compresión en los punzones debe ser de al menos 1252 MPa.

Siguiendo esos preceptos, la mayoría de los punzones son fabricados con aceros S1, O1, S5, S7 o 408 (con 3 % níquel). Los aceros de la serie S proveen una excelente combinación de tenacidad y resistencia al desgaste, por ello, son los preferidos en la actualidad.

3.6.2.1. Material de análisis inicial

a) Acero para herramientas, AISI S1, templado a 650 °C (resistente a los golpes)

Herramientas de corte, tipos de un solo punto, fresas, taladros, escariadores, grifos, troqueles de roscado, cortadores de forma, herramientas y matrices de forja en caliente, matrices e insertos, émbolos y perforadores de máquinas de forja, herramientas y matrices de extrusión en caliente, matrices y mandriles de extrusión, bloques ficticios, herramientas de extrusión de válvulas, troqueles y punzones de conformado en frío, doblado, conformado, dibujo y embutición profunda, herramientas de corte, matrices para perforar y recortar, cuchillas de corte, piezas estructurales para condiciones de servicio severas.

Propiedades mecánicas y físicas que ayudarán a la selección del material.

Resistencia a la compresión	1210 - 1270 MPa
Dureza - Vickers	409 - 452 HV
Dureza - Rockwell C	40 - 44 HRC
Densidad	7810 - 7960 kg/m^3

Como se puede apreciar, la resistencia a la compresión última es 1252 que está dentro del rango del material seleccionado.

Con los datos obtenidos se procede a encontrar el material.

3.6.3. Selección del material con Ces Edupack

3.6.3.1. Primer filtro

En el programa, dando como datos la resistencia a la compresión, dureza y la densidad; se puede reducir de una base de datos de más 5000 materiales a solo 48 materiales que tienen características similares.

Tabla 18. ***Lista de materiales con las mismas características que el acero elegido inicialmente***

Carbon steel, AISI 1340, oil quen...	Low alloy steel, AISI 50B60, oil qu...	Press hardening steel, 22MnB5, a...
Carbon steel, AISI 1340, oil quen...	Low alloy steel, AISI 5130, oil que...	Stainless steel, martensitic, 17-4P...
Low alloy steel, AISI 4042, oil que...	Low alloy steel, AISI 5130, oil que...	Stainless steel, martensitic, 17-4P...
Low alloy steel, AISI 4130, water ...	Low alloy steel, AISI 6150, oil que...	Stainless steel, martensitic, 17-4P...
Low alloy steel, AISI 4130, water ...	Low alloy steel, AISI 81B45, oil qu...	Stainless steel, martensitic, 17-4P...
Low alloy steel, AISI 4140, oil que...	Low alloy steel, AISI 8630, oil que...	Stainless steel, martensitic, 17-4P...
Low alloy steel, AISI 4150, oil que...	Low alloy steel, AISI 8630, oil que...	Stainless steel, martensitic, 17-4P...
Low alloy steel, AISI 4150, oil que...	Low alloy steel, AISI 8640, oil que...	Stainless steel, precipitation hard...
Low alloy steel, AISI 4340, oil que...	Low alloy steel, AISI 8650, oil que...	Stainless steel, semi-austenitic, A...
Low alloy steel, AISI 5046, oil que...	Low alloy steel, AISI 8660, oil que...	Tool steel, AISI S1, tempered at 6...
Low alloy steel, AISI 5046, oil que...	Low alloy steel, AISI 86B45, oil qu...	Tool steel, chromium alloy, AISI H...
Low alloy steel, AISI 50B46, oil qu...	Low alloy steel, AISI 8740, oil que...	Tool steel, chromium alloy, AISI H...
Low alloy steel, AISI 50B60, oil qu...	Low alloy steel, AISI 9260, oil que...	Tool steel, chromium alloy, AISI H...
Low alloy steel, AISI 5130, oil que...	Low alloy steel, AISI 94B30, oil qu...	Tool steel, chromium alloy, AISI H...
Low alloy steel, AISI 5130, oil que...	Low alloy steel, AISI 94B30, oil qu...	Tool steel, chromium alloy, AISI H...
Low alloy steel, AISI 6150, oil que...	Press hardening steel, 22MnB5, a...	Tool steel, low carbon, AISI P20 (...

Nota: toma del software Ces Edupack

3.6.3.2. Segundo filtro

Se realiza una gráfica (resistencia a la compresión vs. densidad).

En el diagrama de Ashby se detecta que solo un pequeño grupo de materiales cuenta con esas características mecánicas y físicas, dentro de las cuales se encuentra el material base.

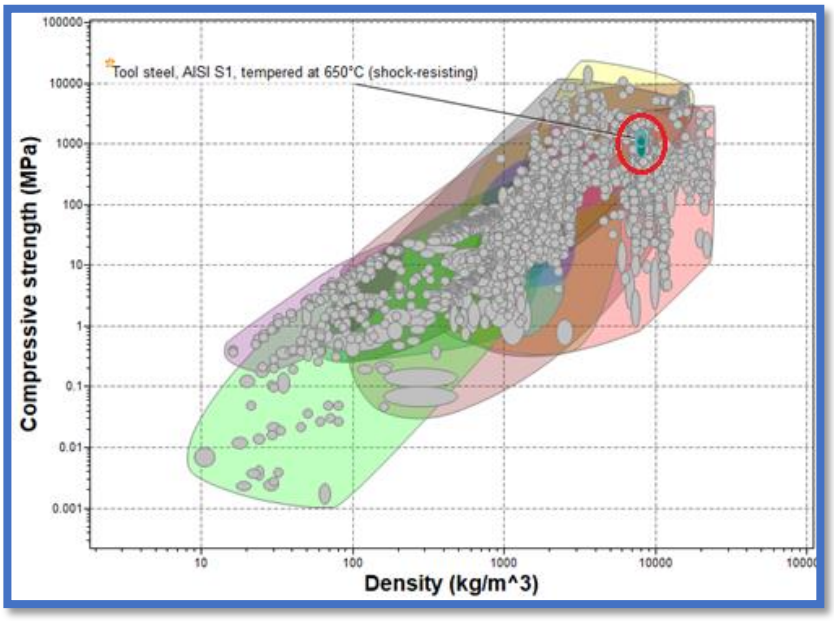


Figura 46. Vista más cercana del área que está dentro del círculo. Tomada del software Ces Edupack

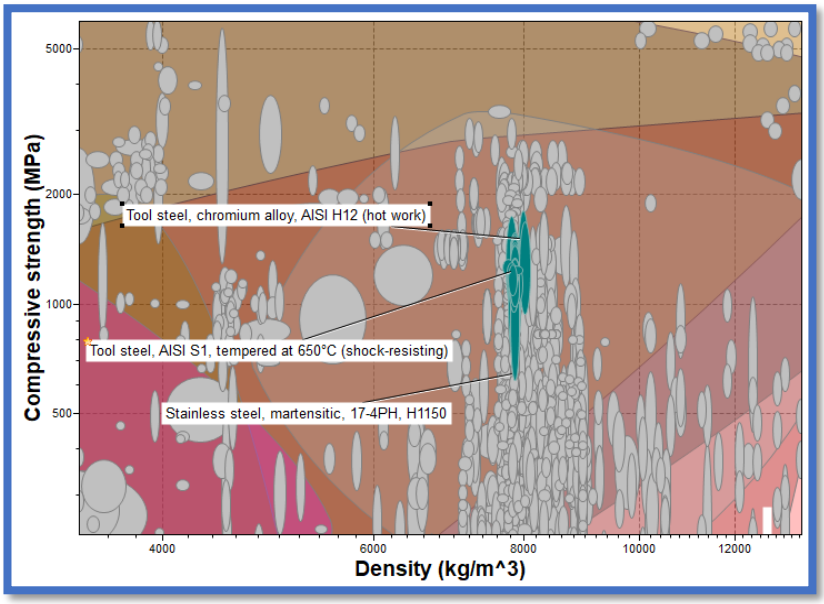


Figura 47. Resistencia a la compresión vs. densidad. Tomada del software Ces Edupack

3.6.3.3. Tercer filtro

Ya que uno de los objetivos es disminuir el peso de los punzones, se seleccionan materiales que estén a los extremos, para realizar un análisis de sus densidades.

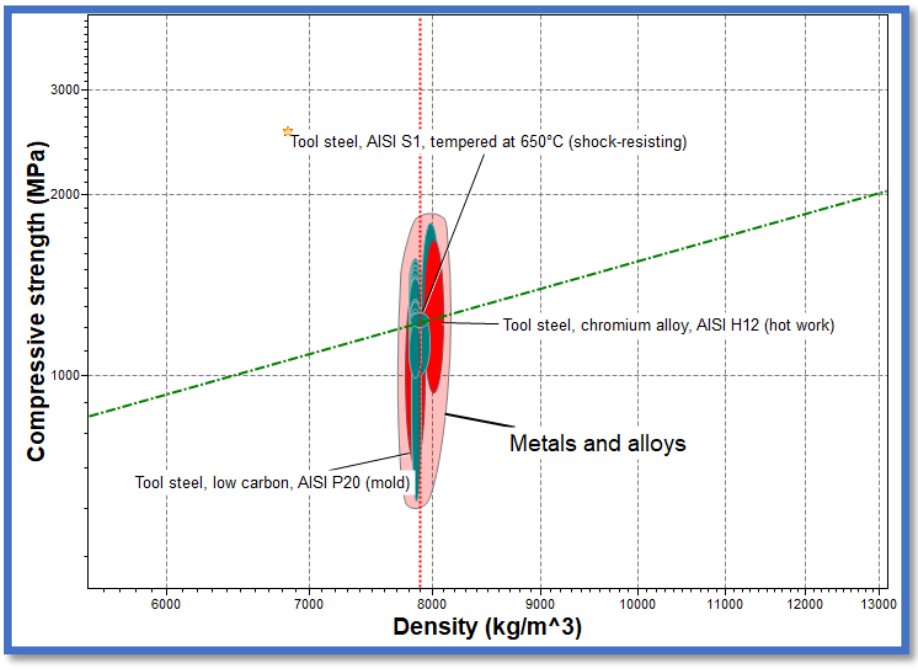


Figura 48. Análisis de las densidades de los materiales a los extremos Fuente: software Ces Edupack

Acero para herramientas, aleación de cromo, AISI H12 (trabajo en caliente) densidad 8090 kg/m^3

- Acero para herramientas, bajo en carbono, AISI P20 (molde) densidad 7770 kg/m^3

- Acero para herramientas, AISI S1, templado a 650 °C (resistente a los golpes) densidad 7960 kg/m^3

Ya que existen materiales con una densidad mayor al de material base, se eliminan todos los materiales con densidad mayor a 7960 kg/m^3.

Con esta se sigue con 46 materiales que cumplen con las características.

3.6.3.4. Cuarto filtro

Se emplean los índices de optimización del programas Ces Edupack

	Mass	Cost	Embodied Energy	CO_2 Footprint
Stiffness-limited design	kg	$	H_m	CO_2
Strength-limited design	kg	$	H_m	CO_2

Figura 49. Índices de optimización. Tomada del software Ces Edupack

Se toman los índices de diseño con rigidez limitada y el costo, esto para poder elegir el material con menor costo y peso.

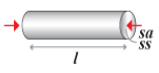
Column in compression		length, section shape fixed; section area free	$E/C_m\rho$	$C_m\rho/E$
		length fixed; section area and section shape free	$(E\Phi)/C_m\rho$	$C_m\rho/(E\Phi)$
		length, section shape fixed; section area free; buckling stiffness limited	$E^{1/2}/C_m\rho$	$C_m\rho/E^{1/2}$

Figura 50. Índices de optimización para elementos a compresión y áreas no definidas. Tomada del software Ces Edupack

E: módulo de Young

Φ: factor de forma

C_m: precio del material

ρ: densidad

Empleando esa fórmula dentro del software da como resultado la siguiente gráfica.

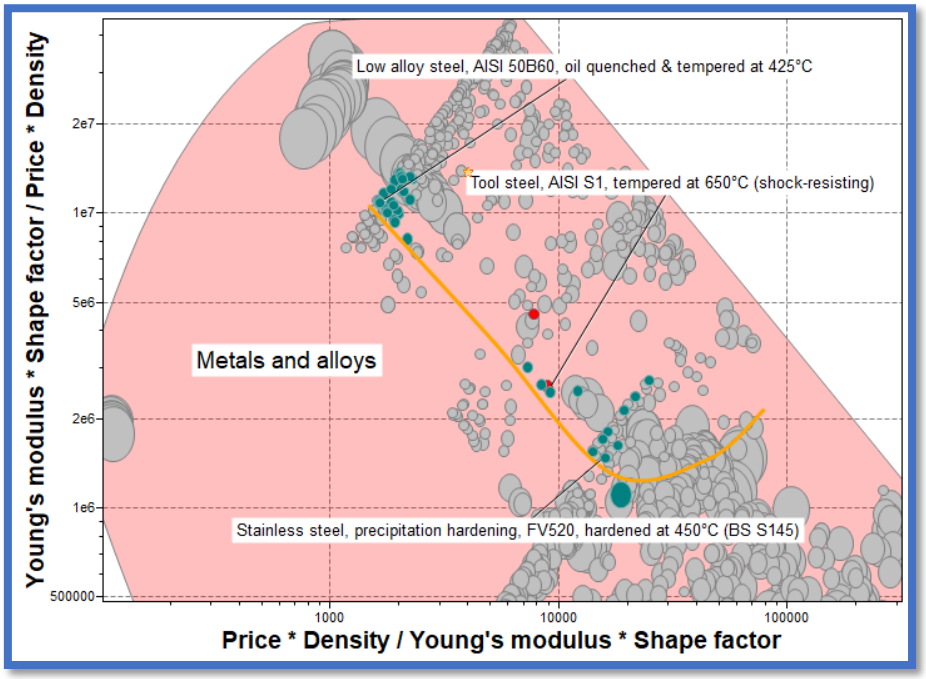


Figura 51. Selección de materiales empleando fórmulas de optimización. Tomada del software Ces Edupack

3.6.4. Análisis de la factibilidad de producción

En esta última etapa de análisis se realiza una última gráfica, empleando parámetros de producción.

Tabla 19. ***Parámetros de producción.***

Material	Se evalúan los 4 materiales elegidos.
Valor de material de desecho	Para la producción de punzones se estima que puede existir hasta un 15 % de material de desecho.
Masa de la pieza final	Este parámetro varía con relación al punzón con el que se trabaje, para este caso de trabajo con el punzón de 1 in y un peso de 0.5 kg
Tamaño de lote	De 1 a 100000 unidades, solo así se puede ver cuánto se puede ahorrar, si es que se desea trabajar en la producción de estos elementos mecánicos.

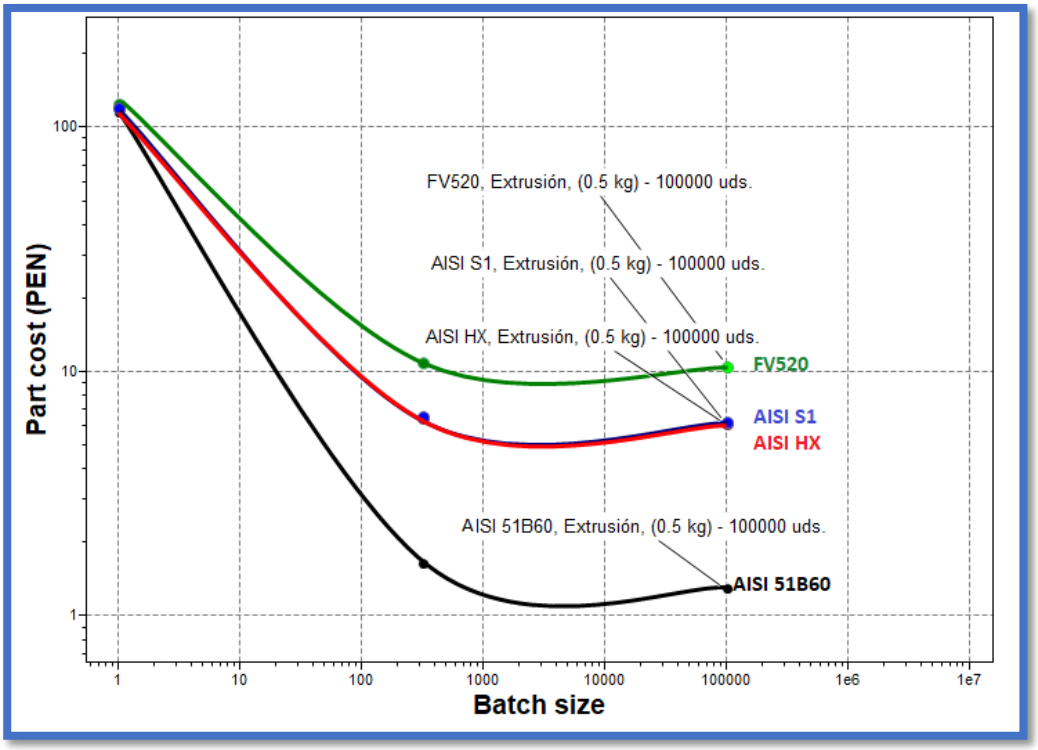


Figura 52. Selección de materiales empleando parámetros de producción. Tomada del software Ces Edupack

Tabla 20. ***Materiales seleccionados para el análisis correspondiente***

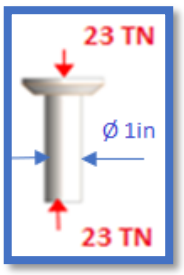
Materiales	Resistencia a la compresión	Dureza - Vickers	Densidad	Rigidez especifica
FV520 (BS S144)	1280 MPa	455 HV	7830 kg/m^3	26.3 MN.m/kg
AISI HX	1740 MPa	630 HV	7890 kg/m^3	27.9 MN.m/kg
AISI S1	1270 MPa	452 HV	7960 kg/m^3	26.4 MN.m/kg
AISI 51B60	1530 MPa	480 HV	4900 kg/m^3	27 MN.m/kg

Para el análisis, de la figura 51 y de la tabla 20 se determina que el material óptimo para la construcción de los punzones es el **AISI 51B60**, ya que si se produce solo 1 pieza, el costo del material puede llegar a ser de 150 soles, pero si se desea fabricar en serie, se obtiene que el costo de producción en serie puede bajar hasta los 4 soles, esto se indica en la figura 51.

Nota: estos datos de costo solo son referenciales para la construcción de los punzones de 1 in, para otros punzones el costo varía con respecto al peso de cada elemento.

3.6.5. Diseño del punzón de corte para agujeros de 1 in de diámetro

$$Pc = \frac{\pi^2 * E * \text{Imin}}{L^2}$$ Ecuación de Euler



Donde

Pc: carga crítica (N)

E: módulo de elasticidad ($2.12*10^5$ N/mm^2)

I: inercia del perfil (mm^4)

L: longitud (mm)

3.6.5.1. Cálculo de la inercia

$$Ix = Iy = \frac{1}{4} * \pi * r^4$$

$$I = \frac{1}{4} * \pi * (12.7mm)^4 = 18568.49mm^4$$

3.6.5.2. Reemplazando datos

$$Pc = \frac{\pi^2 * 2.12 * 10^5 \frac{N}{mm^2} * 18568.49\text{mm}^4}{(96.4mm)^2} = 4180790\ \text{N} \cong 426.32\text{TN}$$

Con esta fuerza no se puede trabajar, ya que es la fuerza máxima o fuerza de generación de falla en el punzón.

Ahora, se halla la fuerza permisible.

$$Pa = \frac{Pc}{N}$$

Donde

Pa: fuerza permisible o fuerza de diseño

N: factor de seguridad

$$Pa = \frac{426.32}{4} = 106.58\ TN$$

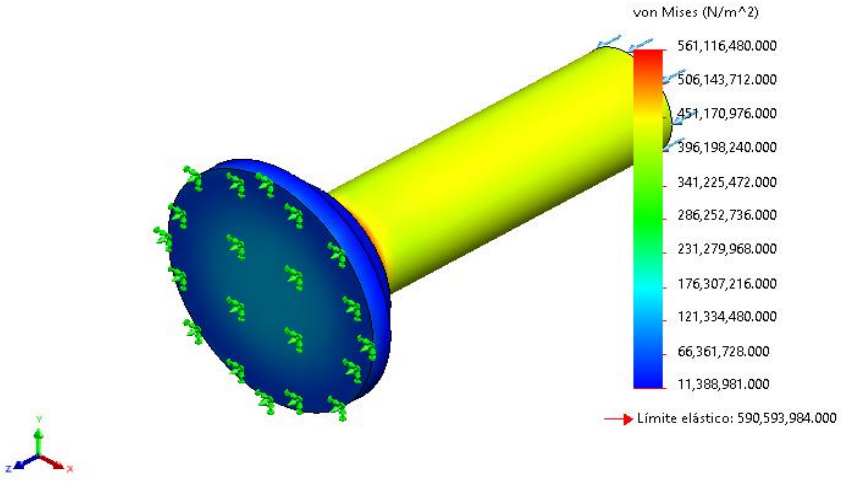
Esta es la fuerza máxima con la que se debe de trabajar, pero se debe de tener en cuenta que es un elemento que está sometido a fatiga y es necesario realizar análisis de fatiga, para esto se emplea el programa *SolidWorks Simulation*.

Ya que se tiene la carga de trabajo para realizar el corte en la chapa metálica que es de **197296.7 N, se** procede a realizar las simulaciones.

3.6.5.3. Análisis estático

Tabla 21. ***Análisis estático de tensión para el punzón de corte para 1 pulgada***

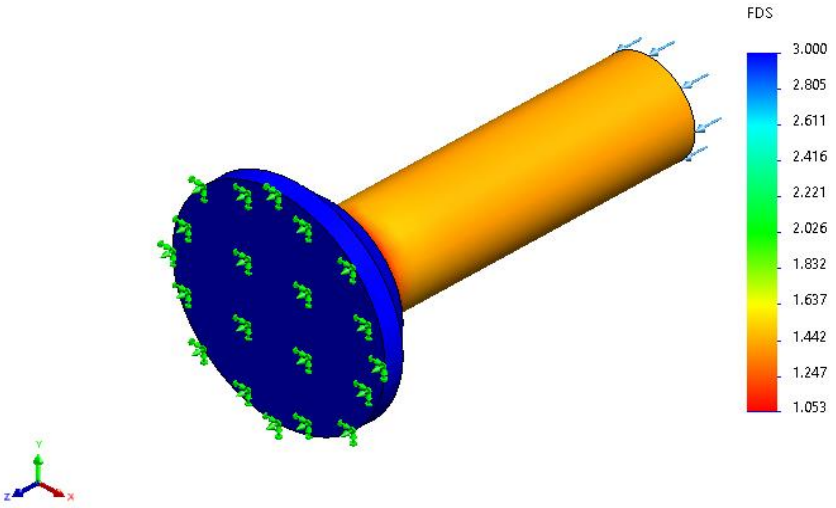
Nombre	Tipo	Mín.	Máx..
Punzón de 1 in	VON: tensión de Von Mises	11,388,981.000 N/m^2 Nodo: 10089	561,116,480.000 N/m^2 Nodo: 39



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Tabla 22. ***Análisis estático con factor de seguridad del punzón de corte para 1 pulgada***

Nombre	Tipo	FDS_Mín.	FDS_Máx.
Punzón de 1 in	Factor de seguridad	1.053 Nodo: 39	3.000 Nodo: 1



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

3.6.5.4. Análisis de fatiga

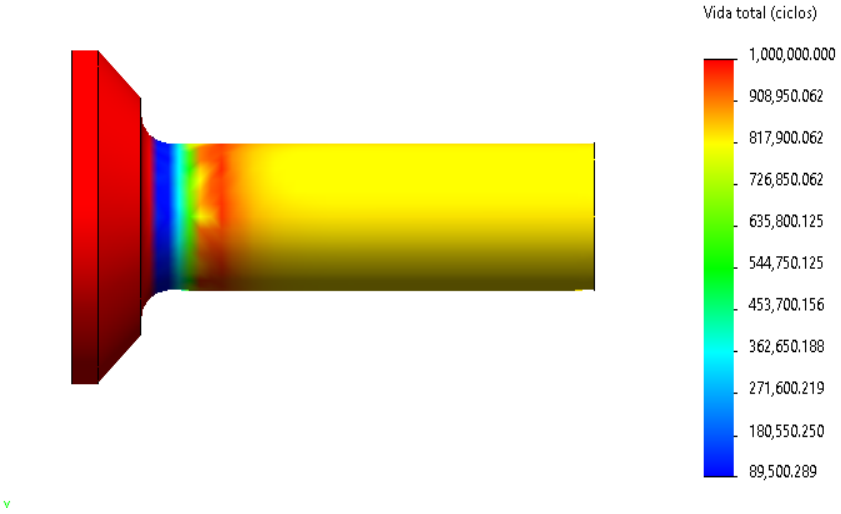
Tabla 23. ***Resultados del análisis de fatiga del punzón de corte de 1 pulgada***

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Punzón de 1 in	Fatiga (daño acumulado)	100.000 Nodo: 1	1,117.315 Nodo: 39

Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Tabla 24. ***Resultados del análisis de fatiga (vida total) del punzón de corte de una pulgada sometido a un 1000000 de ciclos***

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Punzón de 1 in	Fatiga (Vida total)	89,500.289 ciclos Nodo: 39	1,000,000.000 ciclos Nodo: 1



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Por lo tanto, se determina que el punzón puede resistir a la carga de trabajo hasta 87710 punzonados antes de fallar. El porcentaje que se tomó es reducir del 2 % del total de la vida útil del punzón.

3.6.5.5. Datos de curva

El punzón se sometió a 1000000 ciclos, todo esto para determinar el tiempo de vida útil y cómo la carga va generando daño en el punzón.

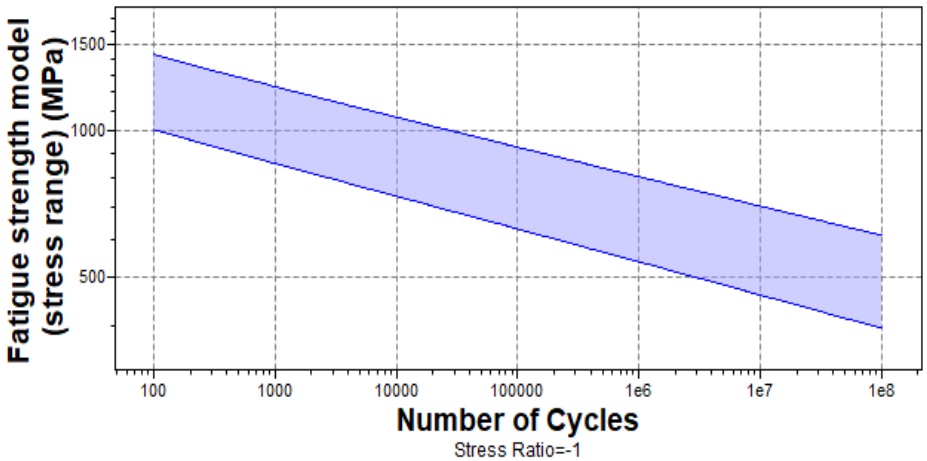


Figura 53. Análisis de fatiga vs. número de ciclos del punzón de corte de 1 pulgada. Tomada del Software SolidWorks 2020

3.6.6. Diseño del punzón de corte para agujeros de 2 in de diámetro

$$Pc = \frac{\pi^2 * E * \text{Imin}}{L^2}$$ Ecuación de Euler

Donde

Pc: carga critica (N)

E: módulo de elasticidad ($2.12*10^5$ N/mm^2)

I: inercia del perfil (mm^4)

L: longitud (mm)

3.6.6.1. Cálculo de la inercia

$$Ix = Iy = \frac{1}{4} * \pi * r^4$$

$$I = \frac{1}{4} * \pi * (25.4mm)^4 = 326707.39\ mm^4$$

3.6.6.2. Remplazando datos

$$Pc = \frac{\pi^2 * 2.12 * 10^5 \frac{N}{mm^2} * 326907.39\text{mm}^4}{(96.4mm)^2} = 73604823\ \text{N} \cong 7387.06\text{TN}$$

Con esta fuerza no se puede trabajar, ya que es fuerza máxima o fuerza de generación de falla en el punzón.

Ahora, se halla la fuerza permisible.

$$Pa = \frac{Pc}{N}$$

Donde

Pa: fuerza permisible o fuerza de trabajo

N: factor de seguridad

$$Pa = \frac{7387}{4} = 1846.75\ TN$$

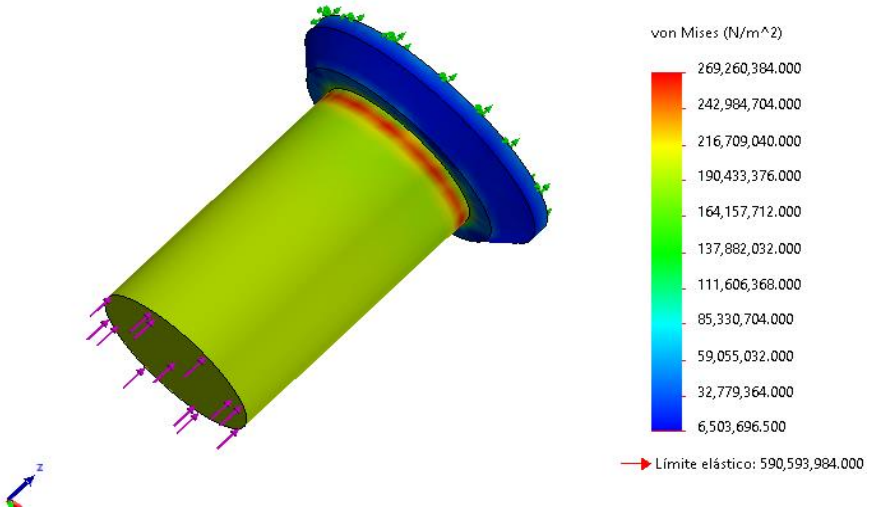
Esta es la fuerza máxima con la que se debe trabajar, pero se debe tener en cuenta que es un elemento que está sometido a fatiga y es necesario realizar análisis de fatiga, para esto se emplea el programa *SolidWorks Simulation*.

Al tener la carga de trabajo para realizar el corte en la chapa metálica que es de **394618.193 N,** se procede a realizar las simulaciones.

3.6.6.3. Análisis estático

Tabla 25. ***Análisis estático del punzón de corte de 2 pulgadas***

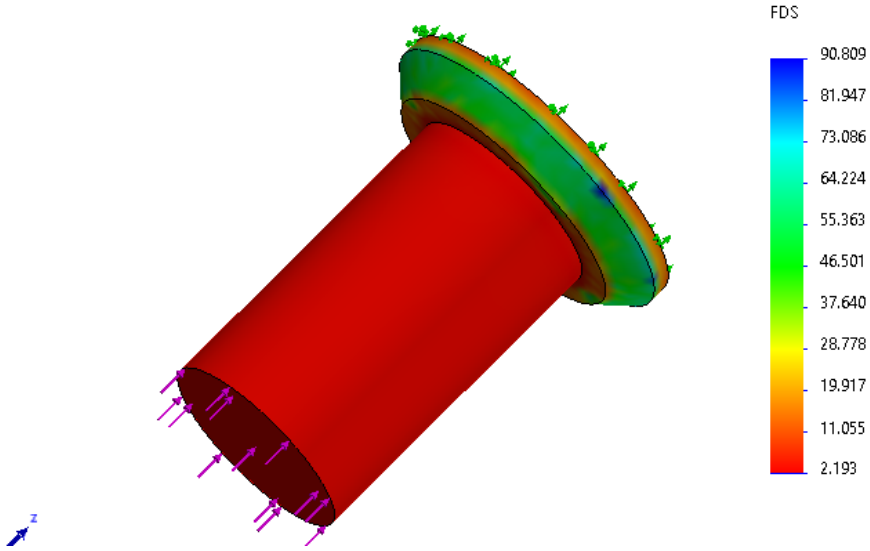
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Punzón de corte de 2 in	VON: tensión de Von Mises	6,503,696.00 N/m^2	269,260,384.00 N/m^2



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Tabla 26. ***Análisis estático con factor de seguridad del punzón de corte para 2 pulgadas***

Nombre	Tipo	FS_Mín.	FS_Máx.
Punzón de corte de 2 pulgadas	Factor de seguridad	2.193	90

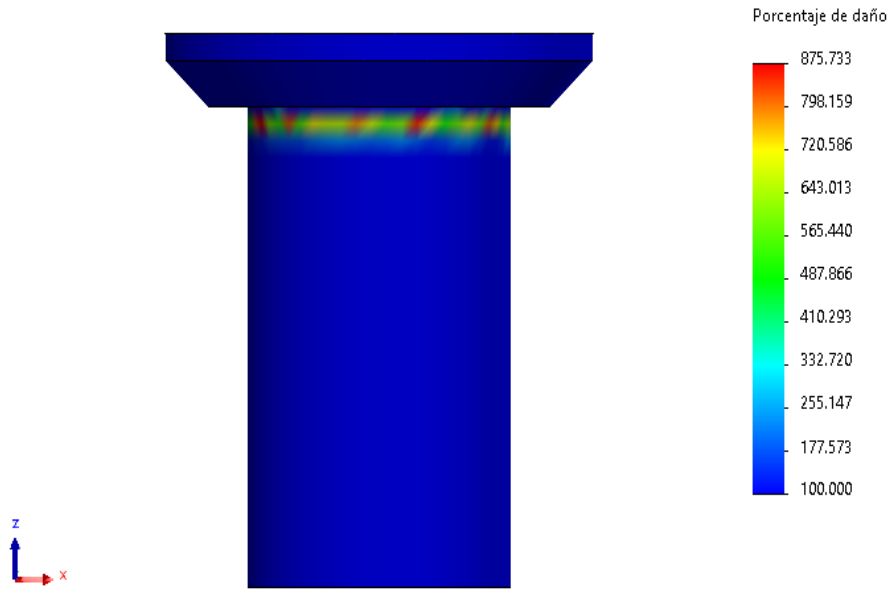


Nota: tomada del software SolidWorks 2020

3.6.6.4. Análisis de fatiga

Tabla 27. ***Análisis de fatiga (daño acumulado) para el punzón de corte de 2 pulgadas***

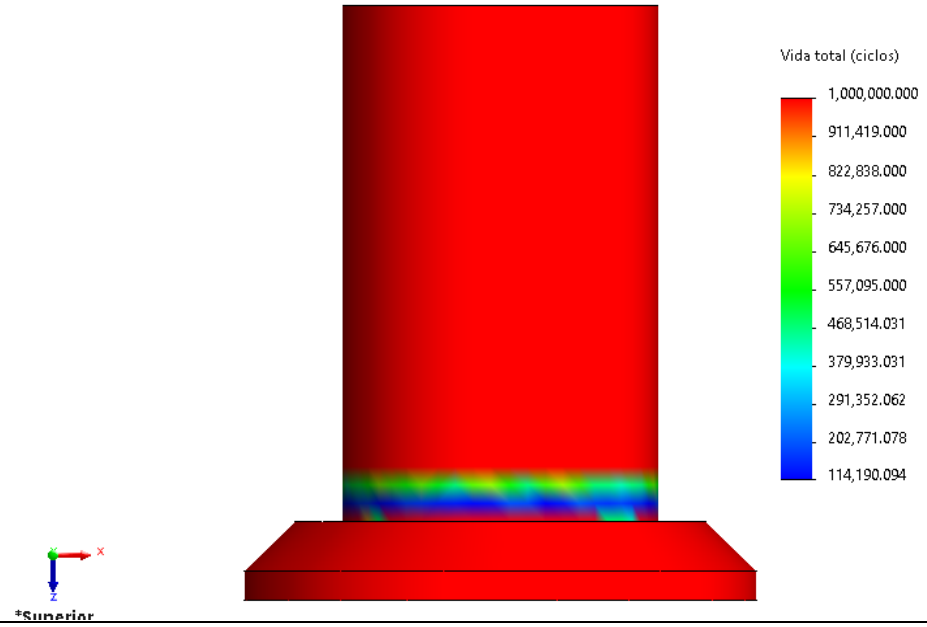
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Punzón de corte de 2 in	Fatiga (daño acumulado)	100.000	875



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Tabla 28. Análisis de fatiga (vida total) para el punzón de corte de 2 pulgadas

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Punzón de corte de 2 in	Fatiga (vida total)	114,190.00 ciclos	1,000,000.000 ciclos



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Por lo tanto, se determina que el punzón puede resistir a la carga de trabajo hasta 111907 punzonados antes de fallar. El porcentaje que se tomó es reducir del 2 % del total de la vida útil del punzón.

3.6.6.5. Datos de curva

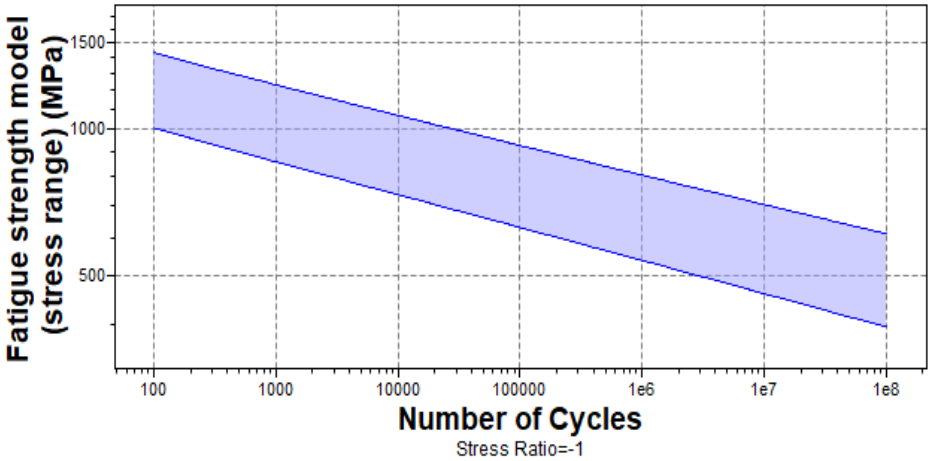


Figura 54. Análisis de fatiga vs. número de ciclos del punzón de corte de 2 pulgadas. Tomada del software SolidWorks 2020

El punzón se sometió a 1000000 ciclos, todo esto para determinar el tiempo de vida útil y cómo la carga va generando daño en el punzón.

3.6.6.6. Análisis de compresión para el punzón de corte de 2 pulgadas con el software Ansys

Empleando el programa Ansys con la herramienta Eigenvalue Buckling se determina la carga crítica del eje de 2 in.

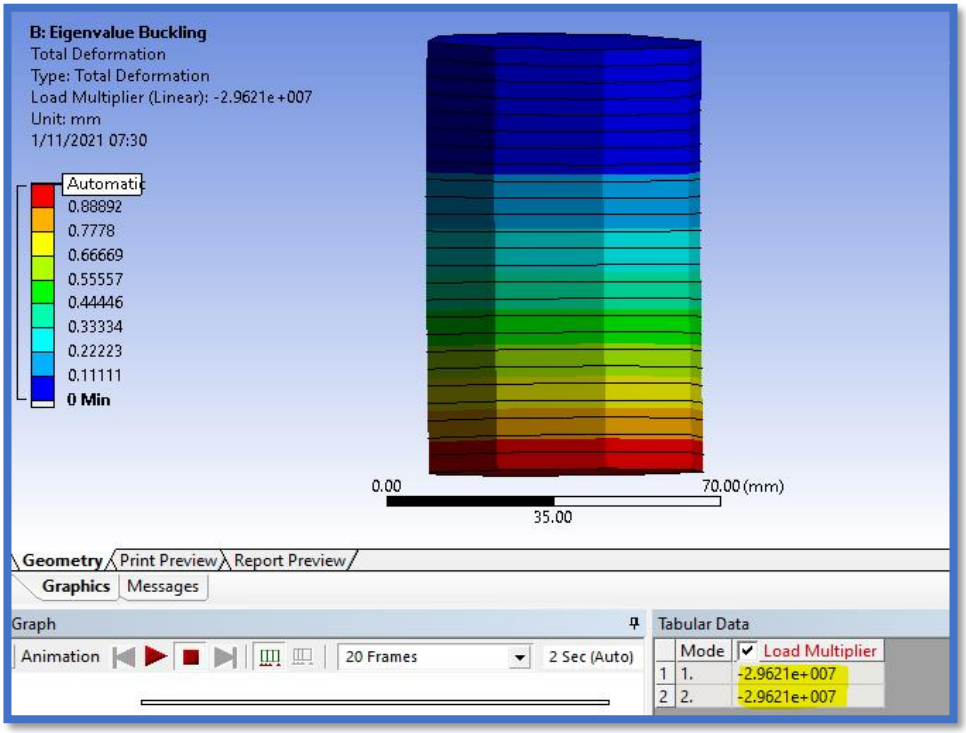


Figura 55. Análisis de compresión para el punzón de corte de 2 pulgadas. Tomada del Software Ansys

Con el programa Ansys se determina que la carga crítica es de 29621000 N o 3020.5 t (una vez superada esta carga, el elemento puede fallar por pandeo).

3.6.7. Diseño del punzón para embutido

$$Pc = \frac{\pi^2 * E * \text{Imin}}{L^2}$$ Ecuación de Euler

Donde

Pc: carga crítica (N)

E: módulo de elasticidad ($2.12*10^5$ N/mm^2)

I: inercia del perfil (mm^4)

L: longitud (79.75 mm)

3.6.7.1. Cálculo de la inercia

$$Ix = Iy = \frac{\pi * d^4}{64}$$

$$I = \frac{\pi * 60^4}{64} = 636172.5\ mm^4$$

Remplazando datos:

$$\boldsymbol{Pc} = \frac{\boldsymbol{\pi^2 * 2.12 * 10^5 \frac{N}{mm^2}} * 636172.5\text{mm}^4}{(\boldsymbol{2 * 79.75mm})^2} = 52322600\ \text{N} \cong \boldsymbol{5335.42}\ \text{t}$$

Con esta fuerza no se puede trabajar, ya que es fuerza máxima o fuerza de generación de falla en el punzón.

Ahora, se halla la fuerza permisible.

$$Pa = \frac{Pc}{N}$$

Donde

Pa: fuerza permisible o fuerza de trabajo

N: factor de seguridad

$$Pa = \frac{5335.42}{4} = 1333.85\ TN$$

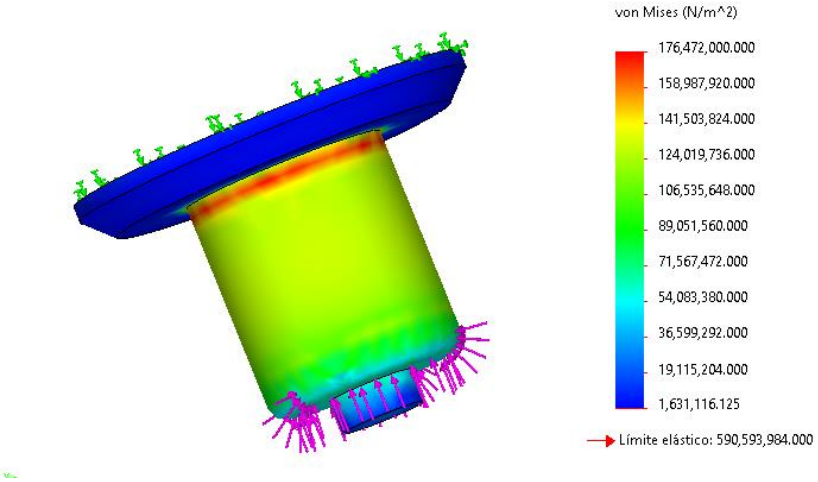
Esta es la fuerza máxima con la que se debe trabajar, pero se debe tener en cuenta que es un elemento que está sometido a fatiga y es necesario realizar análisis de fatiga, para esto se emplea el programa *SolidWorks Simulation*.

Ya que se tiene la carga de trabajo para realizar el corte en la chapa metálica que es de **227579 N,** se procedemos a realizar las simulaciones.

3.6.7.2. Análisis estático

Tabla 29. ***Análisis estático del punzón para el proceso de embutido***

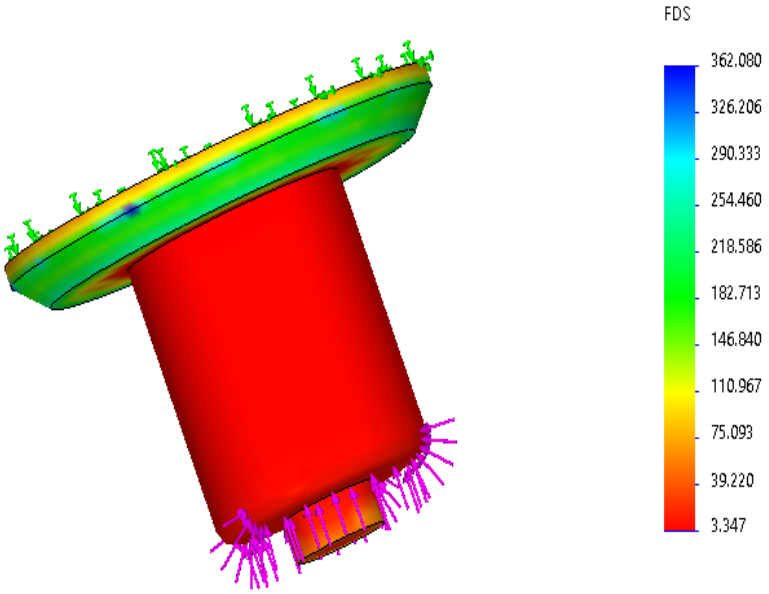
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Punzón para el proceso de embutido	VON: tensión de von Mises	1631116 N/m^2	179472000 N/m^2



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Tabla 30. ***Análisis estático con Factor de seguridad del punzón para el proceso de embutido***

Nombre	Tipo	FDS_Mín.	FDS_Máx.
Punzón para el proceso de embutido	Factor de seguridad	3.347	362

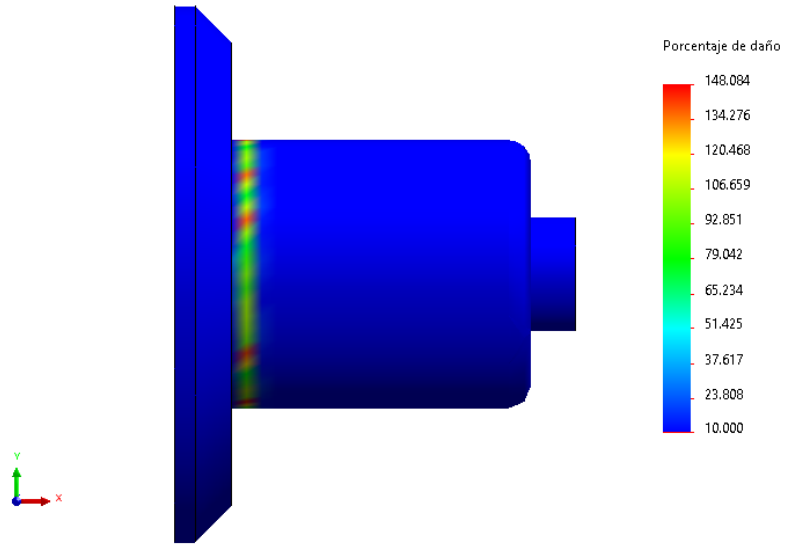


Nota: tomada del software SolidWorks 2020

3.6.7.3. Análisis de fatiga

Tabla 31. Análisis de fatiga (daño acumulado) del punzón para el proceso de embutido

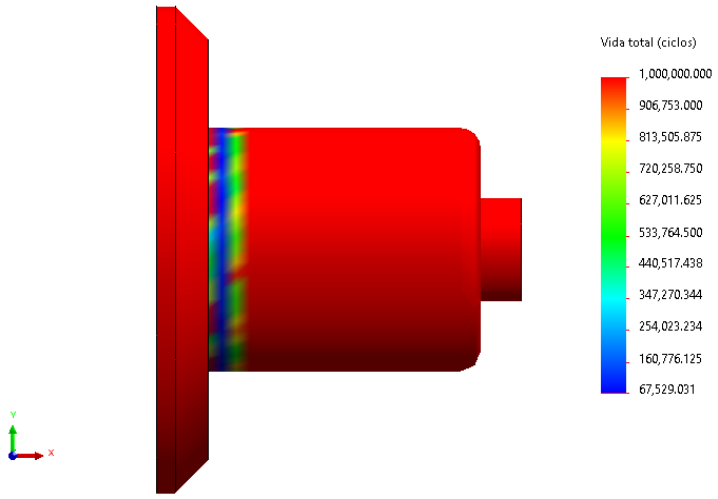
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Resultados1	Fatiga (daño acumulado)	10	148



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Tabla 32. ***Análisis de fatiga (vida útil) para el punzón del proceso de embutido***

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Punzón para embutido	Fatiga (vida total)	67529 ciclos	1,000,000.000 ciclos



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Por lo tanto, se determina que el punzón puede resistir a la carga de trabajo hasta 66179 punzonados antes de fallar. El porcentaje que se tomó es reducir del 2 % del total de la vida útil del punzón**.**

3.6.7.4. Datos de curva

El punzón se sometió a 1000000 ciclos, todo esto para determinar el tiempo de vida útil y cómo la carga va generando daño en el punzón.

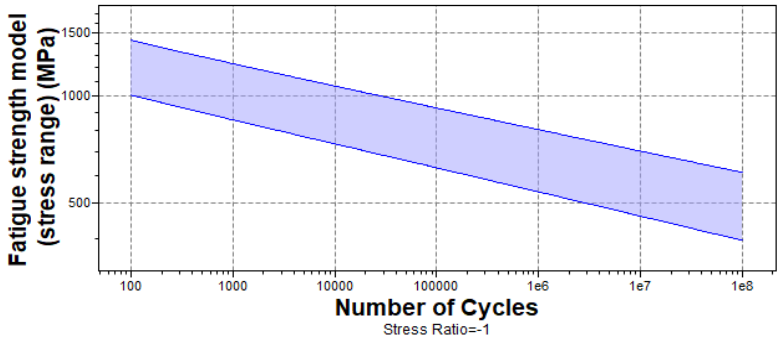


Figura 56. Análisis de fatiga vs. número de ciclos del punzón de embutido. Tomada del Software SolidWorks 2020

Empleando el programa Ansys con la herramienta *Eigenvalue Buckling* se determina la carga crítica del eje de 60 mm de diámetro.

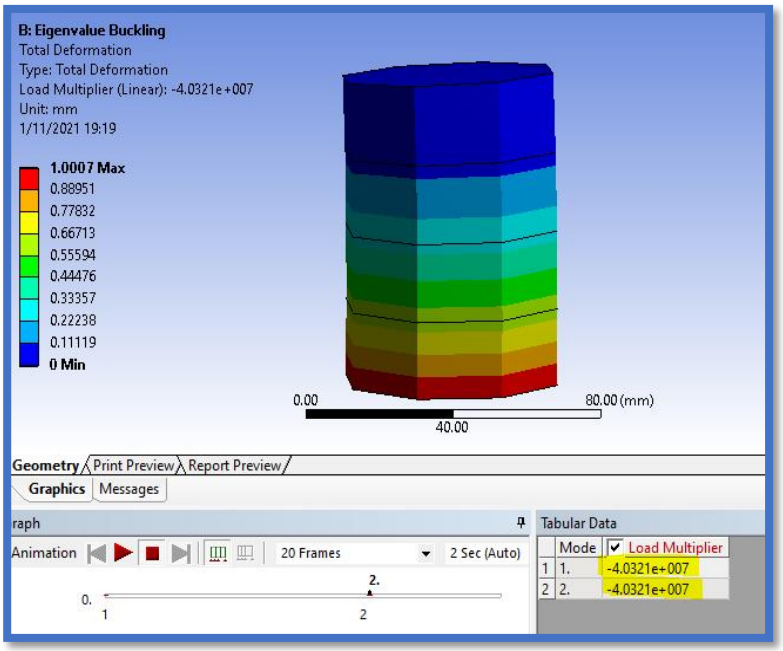


Figura 57. Carga crítica del punzón de embutido. Tomada del Software Ansys

Con el programa Ansys se determina que la carga crítica es de 40321000 N o 4111.6 t (una vez superada esta carga el elemento puede fallar por pandeo).

3.6.8. Diseño del punzón para pliegue 1

3.6.8.1. Cálculo de la fuerza máxima que puede soportar el Punzón 1 y 4

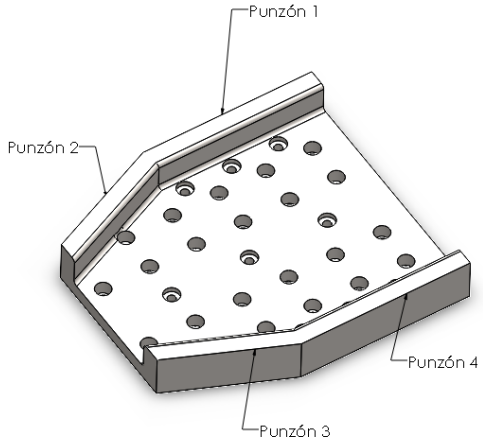


Figura 58. Pliegue del soporte realizado por el punzón

a) Cálculo de la inercia empleando el programa SolidWorks

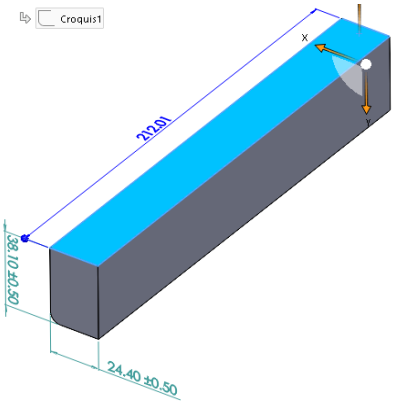


Figura 59. Cálculo de la inercia empleando SolidWorks para 1 y 4. Tomada del software SolidWorks

Área = 5173.04400 milímetros^2

Centro de gravedad con relación al origen del sistema de coordenadas de salida: (milímetros)

X = 12.20000

Y = 0.00000

Z = 106.00500

Momentos principales de inercia, del área, en el centro de gravedad: (milímetros ^ 4).

Ix = 256651.95632

Iy = 19376601.97999

b) Reemplazando datos

$$Pc = \frac{\pi^2 * E * \text{Imin}}{L^2}$$ Ecuación de Euler

Donde

Pc: carga crítica (N)

E: módulo de elasticidad ($2.12*10^5$ N/mm^2)

I: inercia del perfil (mm^4)

L: longitud (mm)

c) Reemplazando datos

$$Pc = \frac{\pi^2 * 2.12 * 10^5 \frac{N}{mm^2} * 256651.9\text{mm}^4}{(38\ mm)^2} = 371889000\ \text{N} \cong 37922.12\text{TN}$$

Con esta fuerza no se puede trabajar, ya que es fuerza máxima o fuerza de generación de falla en el punzón.

Ahora, se halla la fuerza permisible.

$$Pa = \frac{Pc}{N}$$

Donde

Pa: fuerza permisible o fuerza de trabajo

N: factor de seguridad

$$Pa = \frac{37922.12}{4} = 9480\ TN$$

3.6.8.2. Cálculo de la fuerza máxima que puede soportar el punzón 2 y 3

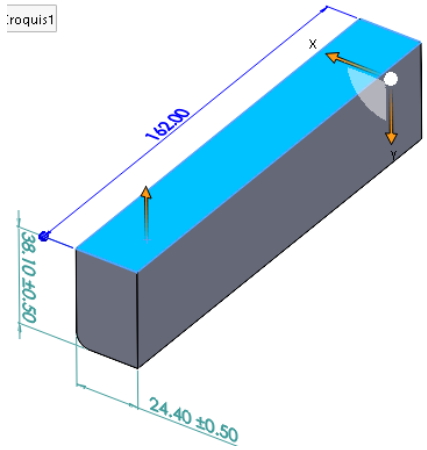


Figura 60. Cálculo de la inercia empleando SolidWorks para 2 y 3. Tomada del software SolidWorks

Cálculo de la inercia empleando el programa SolidWorks

Las propiedades de sección de la cara seleccionada de pieza 1.

Área = 3952.80000 milímetros^2

Centro de gravedad con relación al origen del sistema de coordenadas de salida: (milímetros)

X = 12.20000

Y = 0.00000

Z = 81.00000

Momentos principales de inercia, del área, en el centro de gravedad: (milímetros ^ 4)

Ix = 196111.58400

Iy = 8644773.60000

a) Remplazando datos

$$Pc = \frac{\pi^2 * E * \text{Imin}}{L^2}$$ Ecuación de Euler

Donde

Pc: carga critica (N)

E: módulo de elasticidad ($2.12*10^5$ N/mm^2)

I: inercia del perfil (mm^4)

L: longitud (mm)

b) Remplazando datos

$$Pc = \frac{\pi^2 * 2.12 * 10^5 \frac{N}{mm^2} * 196111 \text{mm}^4}{(38\ mm)^2} = 284165000\ \text{N} \cong 28976.77 \text{TN}$$

Con esta fuerza no se puede trabajar, ya que es fuerza máxima o fuerza de generación de falla en el punzón.

Ahora, se halla la fuerza permisible.

$$Pa = \frac{Pc}{N}$$

Donde

Pa: fuerza permisible o fuerza de trabajo

N: factor de seguridad

$$Pa = \frac{28976}{4} = 7244\ TN$$

Esta es la fuerza máxima con la que se debe de trabajar, pero se debe tener en cuenta que es un elemento que está

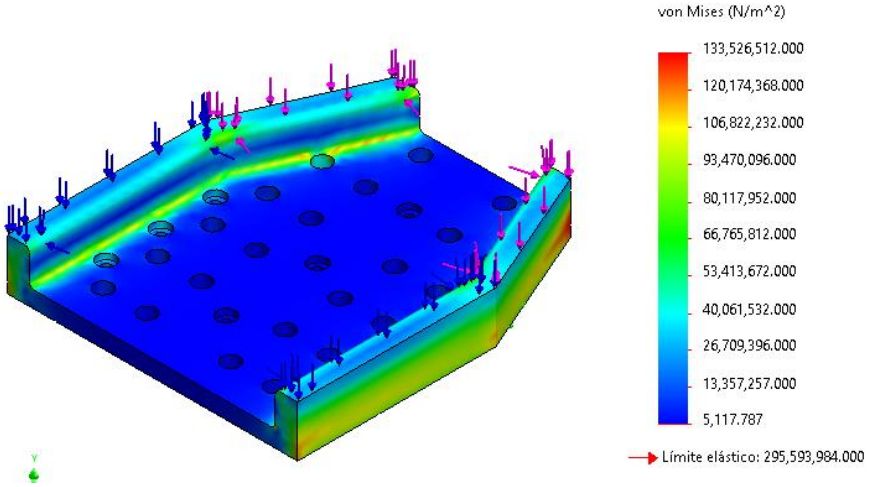
sometido a fatiga y es necesario realizar análisis de fatiga, para esto se emplea el programa *SolidWorks Simulation*.

Ya que se tiene la carga de trabajo para realizar el corte en la chapa metálica que es de **100027.83 N para los punzones 1 y 4 ,79826 N para los punzones 2 y 3,** se procede a realizar las simulaciones.

b) Análisis estático

Tabla 33. ***Análisis estático de tensión del punzón de plegado 1***

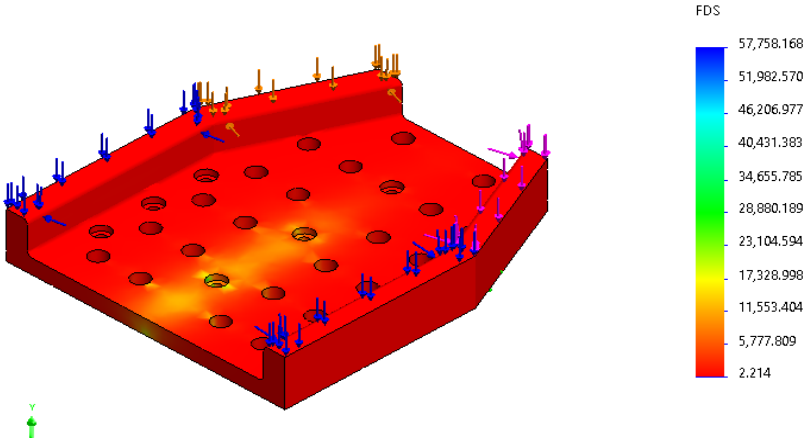
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Punzón de plegado 1	VON: tensión de Von Mises	5117 N/m^2	133526512 N/m^2



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Tabla 34. ***Análisis estático con factor de seguridad del punzón de plegado 1***

Nombre	Tipo	FDS_Mín.	FDS_Máx.
Punzón de plegado 1	Factor de seguridad	2.214	57758

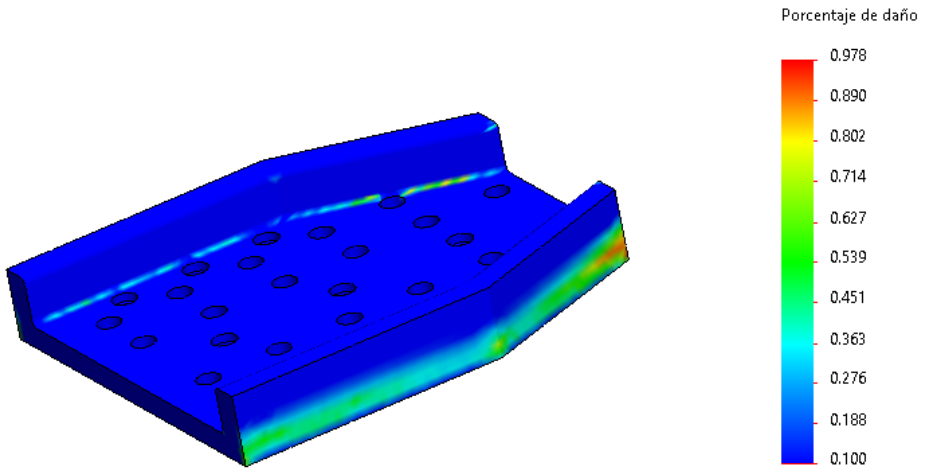


Nota: tomada del software SolidWorks 2020

c) Análisis de fatiga

Tabla 35. ***Análisis de fatiga (daño acumulado) del punzón de plegado 1***

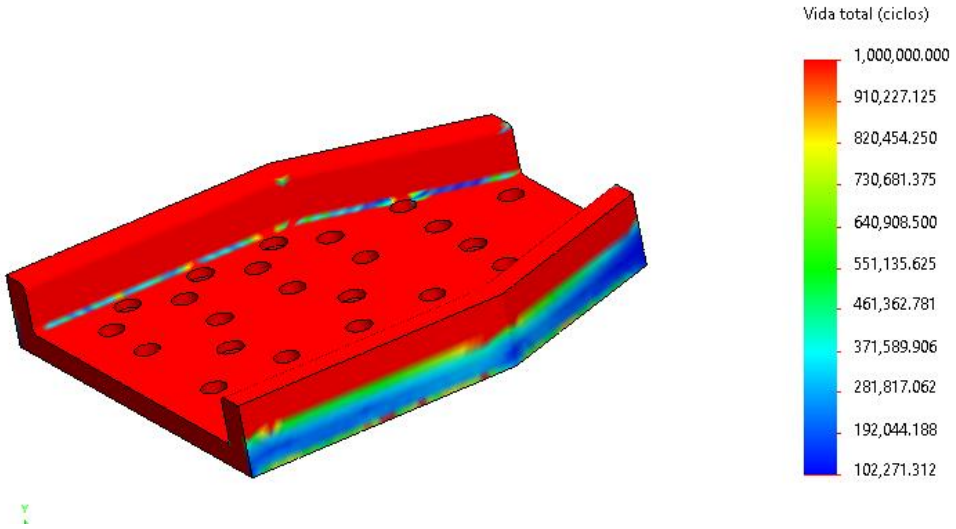
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Punzón de plegado 1	Fatiga (daño acumulado)	10	97



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Tabla 36. ***Análisis de fatiga (vida total) del punzón de plegado 1***

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Punzón de plegado 1	Fatiga (vida total)	102271.3 ciclos	1,000,000.000 ciclos



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Por lo tanto, se determina que el punzón puede resistir a la carga de trabajo hasta 100226 punzonados antes de fallar. El porcentaje que se tomó es reducir del 2 % del total de la vida útil del punzón.

d) Datos de curva

El punzón se sometió a 1000000 ciclos, todo esto para determinar el tiempo de vida útil y cómo la carga va generando daño en el punzón.

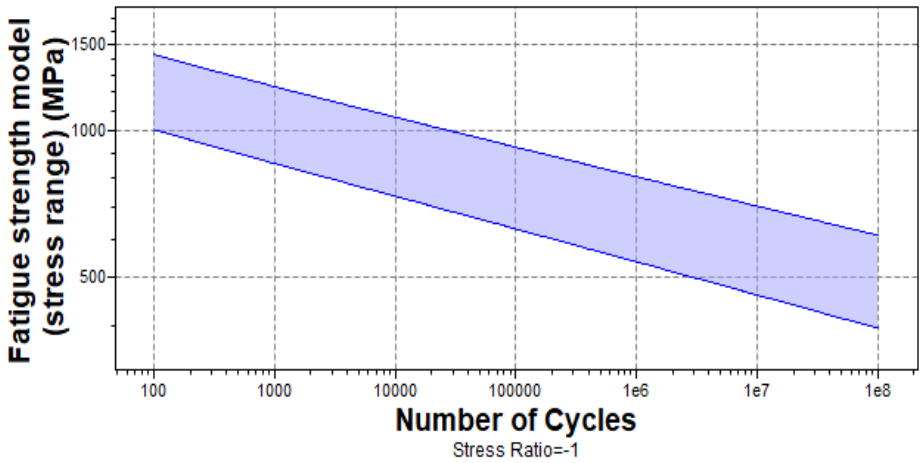


Figura 61. Análisis de fatiga vs. número de ciclos del punzón de plegado 1. Tomada del Software SolidWorks

3.6.9. Diseño del punzón para el pliegue 2

$$Pc = \frac{\pi^2 * E * \text{Imin}}{L^2}$$ Ecuación de Euler

Donde

Pc: carga crítica (N)

E: módulo de elasticidad ($2.12*10^5$ N/mm^2)

I: inercia del perfil (mm^4)

L: longitud (mm)

Cálculo de la inercia con el programa SolidWorks

Las medidas están basadas en el modelo seccionado

Las propiedades de sección de la cara seleccionada de P4

Área = 10160.00 milímetros^2

Centro de gravedad con relación al origen del sistema de coordenadas de salida: (milímetros)

X = 0.00

Y = 0.00

Z = 0.00

Momentos principales de inercia, del área, en el centro de gravedad: (milímetros ^ 4)

Ix = 2184941.87

Iy = 33866666.67

3.6.9.1. Remplazando datos

$$Pc = \frac{\pi^2 * 2.12 * 10^5 \frac{N}{mm^2} * 2184941.87 \text{mm}^4}{(325.4mm)^2} = 43175800 \text{ N} \cong 4402.71 \text{TN}$$

Con esta fuerza no se puede trabajar, ya que es fuerza máxima o fuerza de generación de falla en el punzón.

Ahora, se halla la fuerza permisible.

$$Pa = \frac{Pc}{N}$$

Donde

Pa: fuerza permisible o fuerza de trabajo

N: factor de seguridad

$$Pa = \frac{4402.71}{4} = 1100.67 \ TN$$

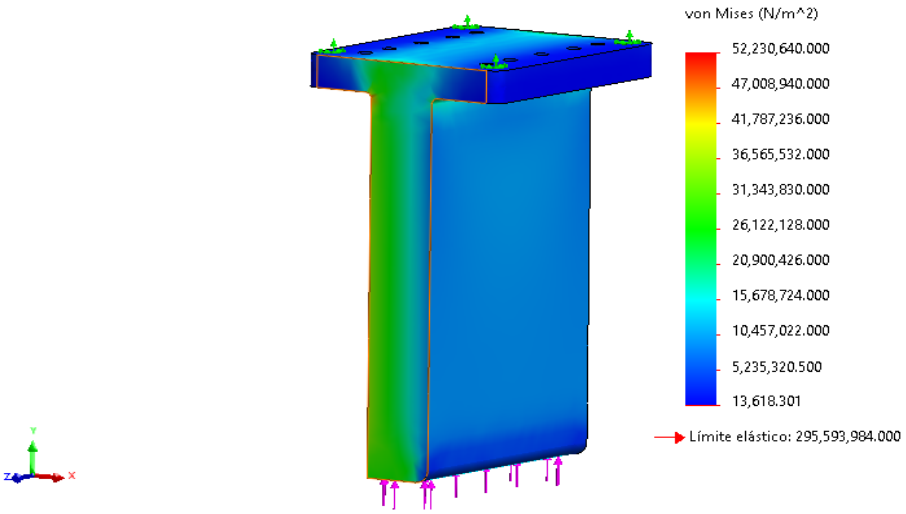
Esta es la fuerza máxima con la que se debe trabajar, pero se debe tener en cuenta que es un elemento que está sometido a fatiga y es necesario realizar análisis de fatiga, para esto se emplea el programa *SolidWorks Simulation*.

Ya que se tiene la carga de trabajo para realizar el corte en la chapa metálica que es de 225552.95 N, se procede a realizar las simulaciones.

3.6.9.2. Análisis estático

Tabla 37. ***Análisis estático del punzón para pliegue 2***

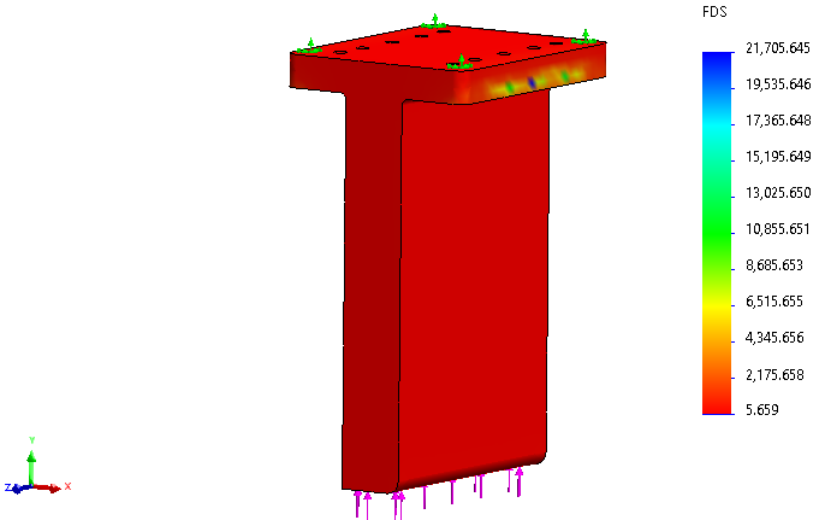
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Punzón de pliegue 2	VON: tensión de von Mises	13618 N/m^2	52230640 N/m^2



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Tabla 38. ***Análisis estático con factor de seguridad para el punzón de pliegue 2***

Nombre	Tipo	FDS_Mín.	FDS_Máx.
Punzón para pliegue 2	Factor de seguridad	5.6	21705

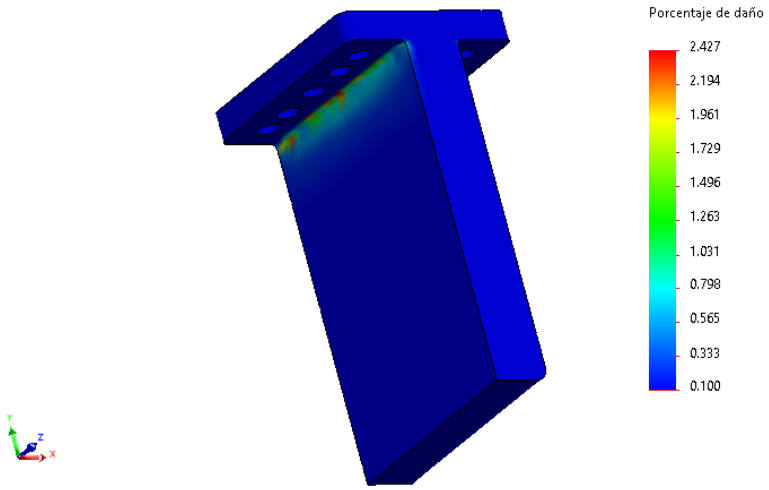


Nota: tomada del software SolidWorks 2020

3.6.9.3. Análisis de fatiga

Tabla 39. ***Análisis de fatiga (daño acumulado) para el punzón de pliegue 2***

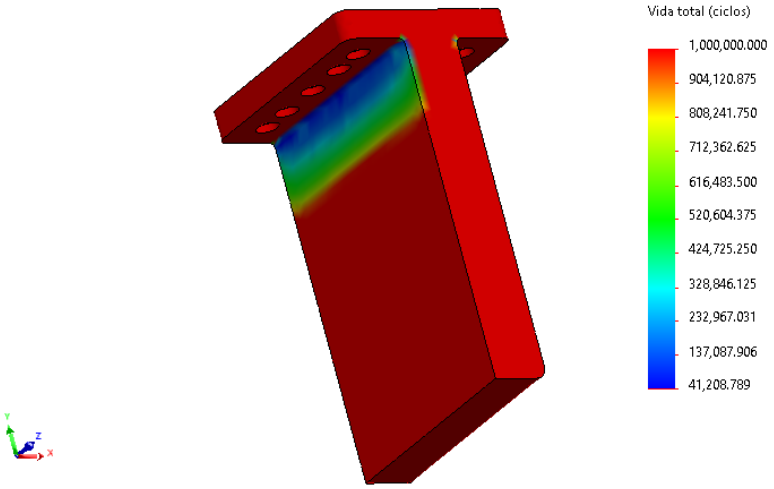
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Punzón de pliegue 2	Fatiga (daño acumulado)	10	242



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Tabla 40. ***Análisis de fatiga (vida total) para el punzón de pliegue 2***

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Punzón para pliegue 2	Fatiga (vida total)	41208 ciclos	1,000,000.000ciclos



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Por lo tanto, se determina que el punzón puede resistir a la carga de trabajo hasta 40384 punzonados antes de fallar. El porcentaje que se tomó es reducir del 2 % del total de la vida útil del punzón.

3.6.9.4. Datos de curva

El punzón se sometió a 1000000 ciclos, todo esto para determinar el tiempo de vida útil y cómo la carga va generando daño en el punzón.

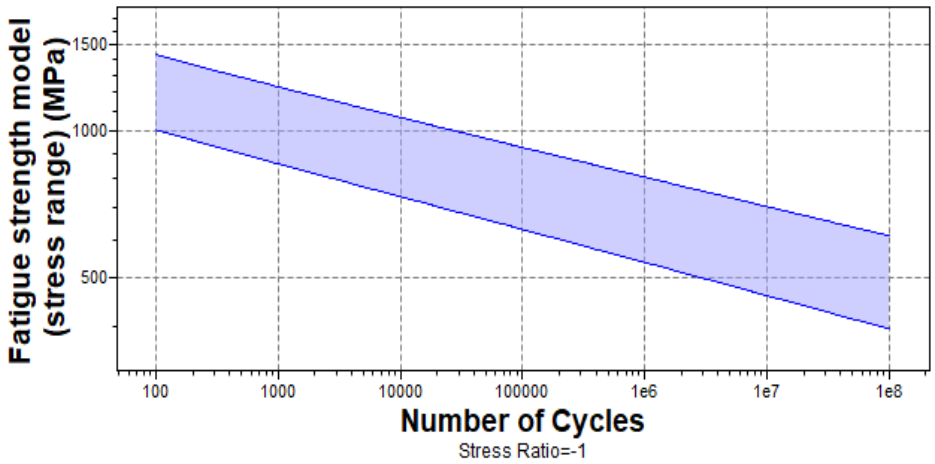


Figura 62. Análisis de fatiga vs. número de ciclos del punzón de pliegue 2. Tomada del software SolidWorks

3.7. Cálculo y selección del actuador hidráulico

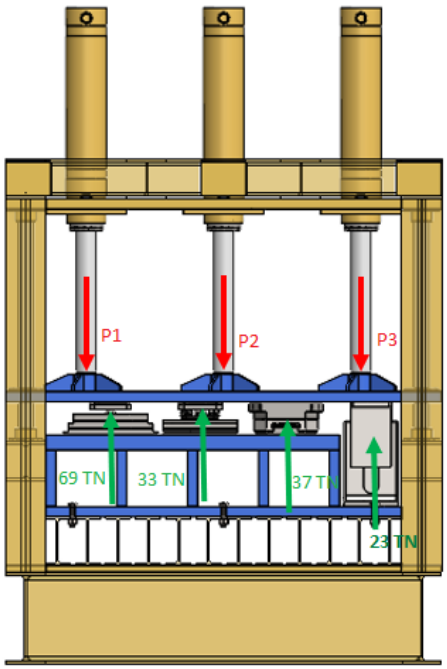


Figura 63. Diagrama de fuerzas de los actuadores

$$\sum FY = 0$$

$$69 + 33 + 37 + 23 - P1 - P2 - P3 = 0$$

$$P1 = P2 = P3$$

$$162 - 3P = 0 \rightarrow P = 54\ TN$$

Se determinar que cada pistón debe de ejercer 54 t de fuerza para poder realizar el trabajo. Ya que el vástago del actuador hidráulico es un elemento sometido a compresión se realizan los cálculos basados en la teoría de Euler.

Datos

- Factor de seguridad a emplear es de 4.
- Carga que soporta cada actuador hidráulico es de 54 t.
- Condición de columna es que un extremo libre y el otro extremo está empotrado.
- Material de acero AISI 4140.

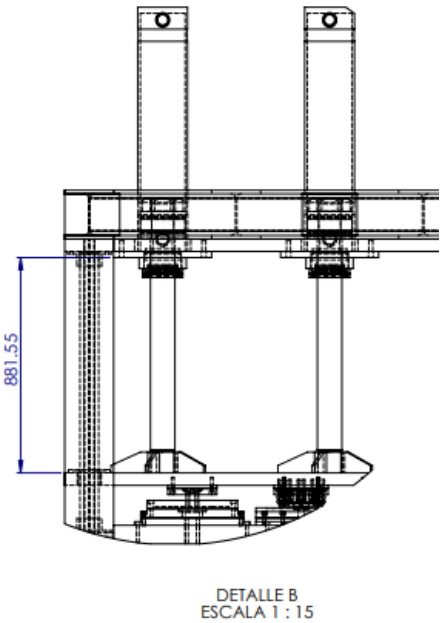


Figura 64. Actuadores hidráulicos de la máquina troqueladora

Datos

Limite elástico o resistencia a la fluencia mínima	**Sy**	920 MPa
Módulo elástico o módulo de Young	**E**	208 GPa
Carga de trabajo	P	529559.1 N
Longitud	**L**	0.881 m
Factor de diseño	$\mathbf{n_d}$	4

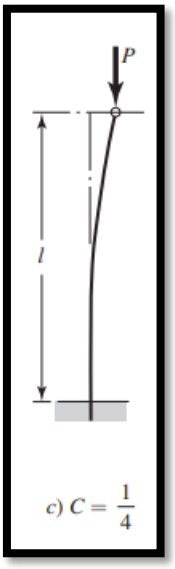


Figura 65. Los extremos son artículos (pivoteados). Tomada del Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (10, p. 176)

Cálculo de la carga crítica

$$P_{cr} = n_d * P$$
$$P_{cr} = 4 * 529559.1N = 2118236.4\ N$$

Y se aplica la ecuación

$$d = \left(\frac{64 * P_{cr} * L^2}{\pi^3 * C * E} \right)^{1/4}$$

Reemplazando datos

$$d = \left(\frac{64 * 2118236.4\ N * (0.881m)^2}{\pi^3 * \frac{1}{4} * 208 * 10^9\ Pa} \right)^{1/4} = 0.089\ m = 89\ mm$$

Tabla 41. ***Tamaños preferidos y números de Renard (serie R)***

Décimas de pulgadas
0.010, 0.012, 0.016, 0.020, 0.025, 0.032, 0.040, 0.05, 0.06, 0.08, 0.10, 0.12, 0.16, 0.20, 0.24, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.80, 1.00, 1.20, 1.40, 1.60, 1.80, 2.0, 2.4, 2.6, 2.8, 3.0, 3.2, 3.4, 3.6, 3.8, 4.0, 4.2, 4.4, 4.6, 4.8, 5.0, 5.2, 5.4, 5.6, 5.8, 6.0, 7.0, 7.5, 8.5, 9.0, 9.5, 10.0, 10.5, 11.0, 11.5, 12.0, 12.5, 13.0, 13.5, 14.0, 14.5, 15.0, 15.5, 16.0, 16.5, 17.0, 17.5, 18.0, 18.5, 19.0, 19.5, 20
Milímetros
0.05, 0.06, 0.08, 0.10, 0.12, 0.16, 0.20, 0.25, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90, 1.0, 1.1, 1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.5, 2.8, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 8.0, 9.0, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 250, 300

Nota: tomada del Diseño mecánico de Shigley (10, p. 999)

Nota: cuando se pueda elegir, use uno de estos tamaños.

La tabla 41 muestra que el tamaño recomendable es de 100 mm. Ahora, se halla la relación de esbeltez para ese diámetro de eje.

$$\left(\frac{l}{K} \right) = \frac{l}{d/4} = \frac{881}{100/4} = 35.24$$

Para estar seguros de que se está trabajando con una columna de Euler, se emplea la siguiente ecuación.

$$\left(\frac{l}{k} \right)_1 = \left(\frac{2 * \pi^2 * C * E}{Sy} \right)^{1/2}$$

$$\left(\frac{l}{k} \right)_1 = \left(\frac{2 * \pi^2 * 0.25 * 208 * 10^9\ Pa}{920 * 10^6\ Pa} \right)^{1/2} = 33.4$$

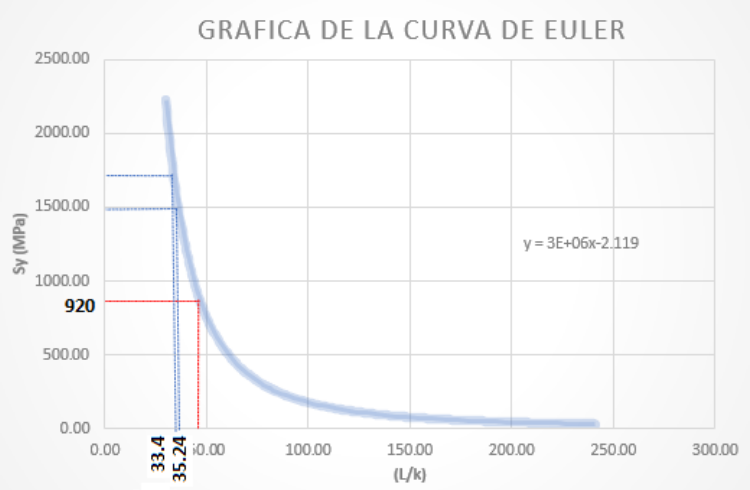


Figura 66. **Análisis de la gráfica de Euler.** ***Tomada del Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (10, p. 177)***

Tabla 42. Catálogo Machen Perú, selección de cilindros hidráulicos

Ø Pistón		40	50	63	80	100	125	140
ØA		28	36	45	56	70	90	100
B	1	M22x1,5	M28x1,5	M35x1,5	M45x1,5	M58x1,5	M65x1,5	M80x2
	2	M22x2	M30x2	M39x3	M50x3	M64x3	M80x3	M90x3
	3	M20x1,5	M27x2	M33x2	M42x2	M48x2	M56x2	M64x3
C	1	22	28	35	45	58	65	80
	2	35	45	55	75	95	110	120
	3	28	36	45	56	63	75	85
ØD		55	65	83	100	125	165	180
ØDB		92	112	145	156	190	235	270
E	G	1/2"G	1/2"G	3/4"G	3/4"G	1"G	1 1/4"G	1 1/4"G
	M	M22x1,5	M22x1,6	M27x2	M27x2	M33x2	M42x2	M42x2
FA		23	20	20	20	20	25	30
G		88	90	100	111	112,5	145	160
H		125	122	145	159	180	230	240
J		238	237	285	305	330	425	457
K		22	30	36	46	60	75	85
L		5	5	5	5	5	5	10
M		35	40	40	50	55	70	70
ØN f8		95	115	150	160	20	245	280
O		145	165	210	230	270	335	380
PA ±0,2		120	140	180	195	230	290	330
PB H13		6x13Ø	6x13Ø	6x18Ø	6x18Ø	6x22Ø	6x26Ø	6x28Ø
a		30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°

Nota: tomada de Machen Perú (17, p. 30)

La tabla 42 demuestra que en efecto, se está tratando con una columna de Euler. Así que, se selecciona un diámetro de 100 mm para el eje del vástago del pistón.

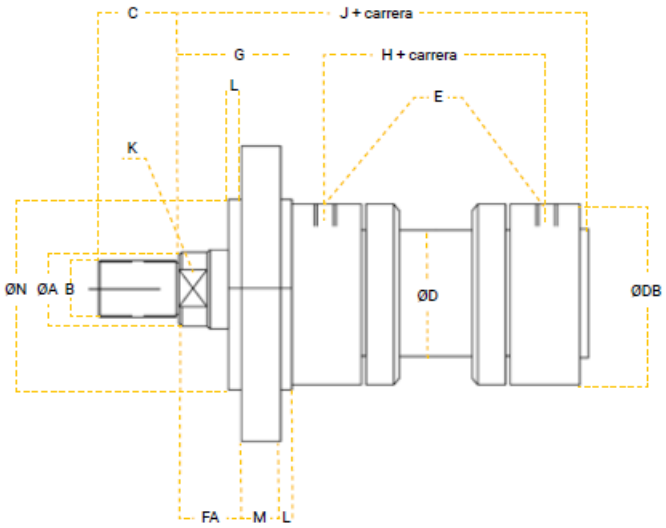


Figura 67. Cilindro hidráulico con fijación con brida delantera. Tomada del Machen Perú (17, p. 30)

3.8. Análisis estático y fatiga de la estructura

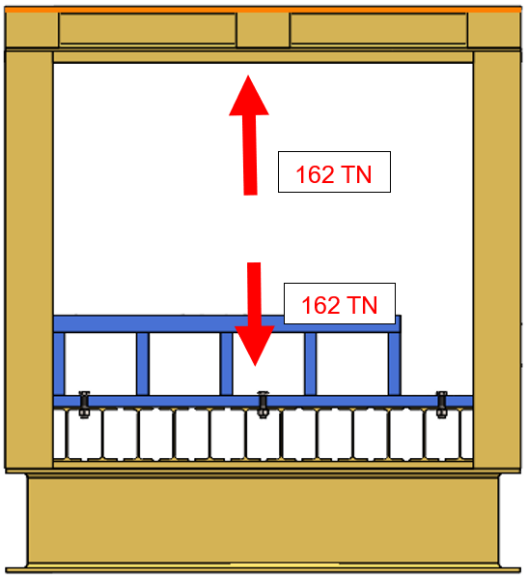
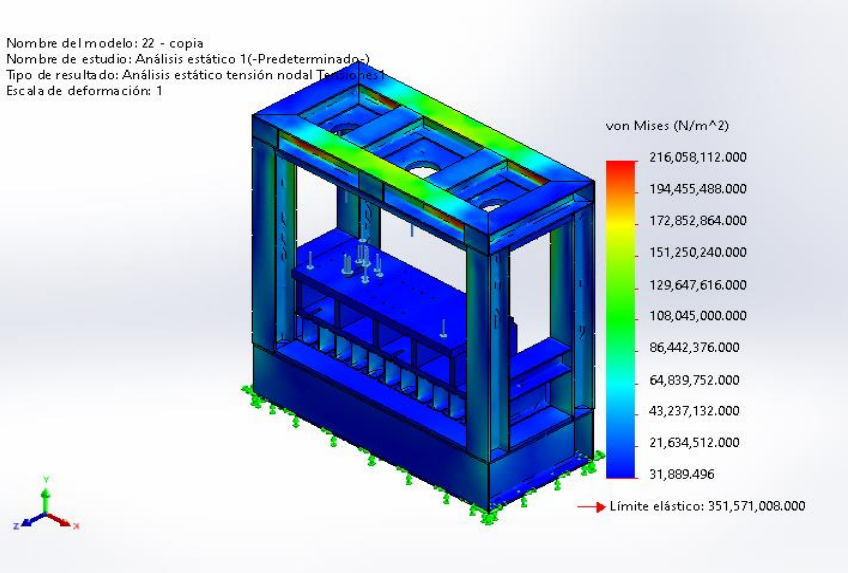


Figura 68. Diagrama de fuerzas de la estructura de la máquina troqueladora

La figura 67 muestra la fuerza resultante de los actuadores hidráulicos, se requiere 162 t para ejecutar las diferentes operaciones de corte y conformado.

Tabla 43. ***Análisis estático de la estructura***

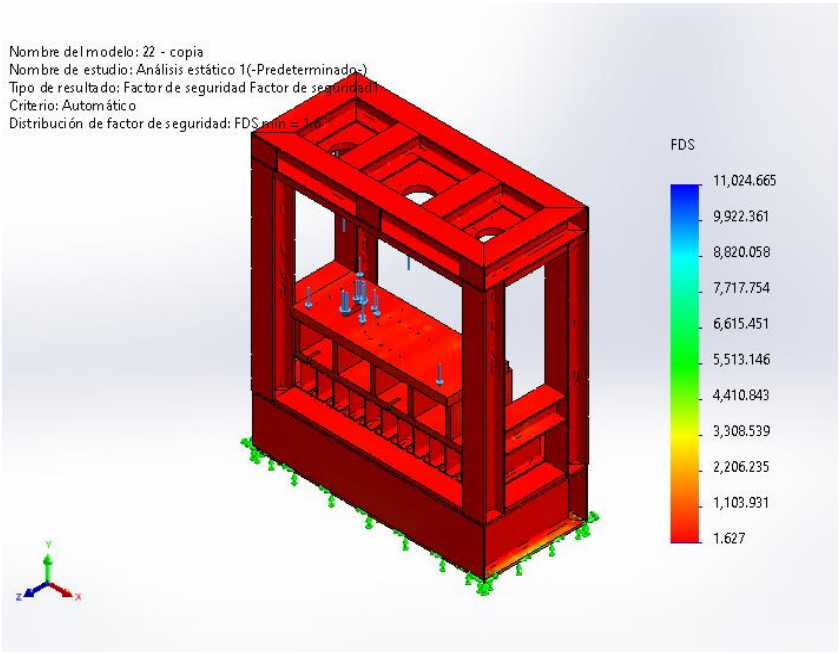
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Estructura	VON: tensión de von Mises	31,889.496 N/m^2 Nodo: 39447	216,058,112.000 N/m^2 Nodo: 35272



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

Tabla 44. ***Análisis estático con factor de seguridad de la estructura***

Nombre	Tipo	FDS_Mín.	FDS_Máx.
Estructura	Factor de seguridad	1.627 Nodo: 35272	11,024.665 Nodo: 39447



Nota: tomada del software SolidWorks 2020

3.9. Características para el análisis de pernos

Tabla 45. ***Características de pernos empleados para la sujeción***

Características de los pernos empleados para la sujeción del sistema de punzonado (datos del catálogo de Sodiper)	
Diámetro	½ in
Grado	5
Factor de seguridad deseado	2
Especificación	ISO 898 Parte 1
Material	Acero aleado templado y revenido
Resistencia mínima a la tracción	171000 PSI o 120 kg/mm^2
Torsión	75 lb/pie o 10.37 kg/m
N.° de hilos por pulgada	13
Pernos de grado 5	CLASE DE RESISTENCIA 12.9

Nota: tomada del Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (10, p. 416)

Tabla 46. ***Resultados de las cargas que soporta cada perno***

RESULTADO DE LAS CARGAS QUE DEBE DE SOPORTAR CADA PERNO					
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante	Conector
Fuerza cortante (N)	42.85	379.13	-170.21	417.78	Perno -1
Fuerza axial (N)	237060	-61556	-77430	256870	
Momento flector (N.m)	-6.33	-4.97	-15.43	17.41	
Fuerza cortante (N)	168.52	162.03	387.14	452.25	Perno -2
Fuerza axial (N)	240030	-62326	-78399	260090	
Momento flector (N.m)	1.95	17.19	-7.69	18.93	
Fuerza cortante (N)	-39.14	-397.53	196.20	445.03	Perno -3
Fuerza axial (N)	237020	-61544	-77414	256820	
Momento flector (N.m)	7.07	6.63	16.37	19.03	
Fuerza cortante (N)	-172.23	-143.66	-413.09	470.05	Perno -4
Fuerza axial (N)	236230	-61339	-77157	255970	
Momento flector (N.m)	-1.56	-16.58	8.40	18.65	

Resultados del factor de seguridad obtenido de cada perno.

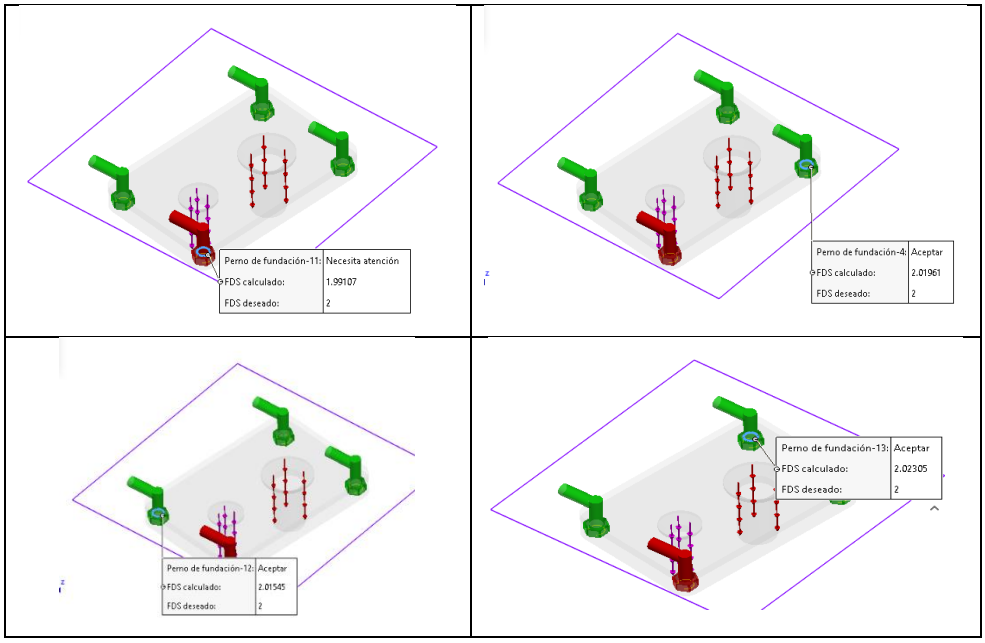


Figura 69. Análisis de factor de seguridad de los pernos de sujeción. Tomada del Software SolidWorks

Tabla 47. Características del perno de sujeción

Esto es para cada uno de los pernos	
Diámetro	½ in
Grado	12.9
Características del perno	
Módulo de Young	**210000003072**
Coeficiente de Poisson	**0.28**
Coeficiente de dilatación térmica	**1.1e-05 /Kelvin**
Factor	2
Especificación	ISO 898 Parte 1
Material	Acero aleado templado y revenido
Resistencia mínima a la tracción	171000 PSI
Torsión	75 lb/pie
N.° de hilos por pulgada	13
Pernos de grado 5	CLASE DE RESISTENCIA 12.9

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados

Tabla 48. ***Resumen de resultados de los cálculos***

Esfuerzos requeridos para la máquina		Unidad	Resultados	Total
Agujero 1"	Fuerza de corte	N	197296.7 N	214066.9 N
	Fuerza de extracción	N	13810.769 N	
	Fuerza de expulsión	N	2959.45 N	
Agujero 2"	Fuerza de corte	N	394618.193 N	428160.7 N
	Fuerza de extracción	N	27623.27 N	
	Fuerza de expulsión	N	5919.27 N	
Tolerancia de corte 1"	Punzón y matriz	mm	0.948 mm	0.948 mm
Tolerancia de corte 2"	Punzón y matriz	mm	0.94 mm	0.94 mm
Embutido	Embutido	N	227579 N	227579 N
Sujeción	Sujeción de embutido	N	92192.5 N	92192.5 N
Pliegue 1	Fuerza pliegue 1	N	100089.5 N	356013.718 N
	Fuerza pliegue 2	N	77917.359 N	
	Fuerza pliegue 3	N	100089.5 N	
	Fuerza pliegue 4	N	77917.359 N	
Pliegue 2	Pliegue 2	N	212495.58 N	212495.58 N

4.2. Discusión de resultados

De acuerdo con el cuadro de requerimientos de esfuerzos para la máquina troqueladora se tiene:

- Que realizar los cálculos de proceso de troquelado (para agujeros de 1 in y 2 in), en el diseño de la matriz y de las herramientas de corte, primero se debe hallar la fuerza necesaria para realizar el corte de la chapa metálica, además tener en cuenta el coeficiente de resistencia de acuerdo a la tabla donde se encuentran y también tener las circunstancias de corte en porcentajes.

- Para calcular la holgura entre el punzón y la matriz se considera los valores del 8 % -12 %, el espesor es de 7.9 mm, para tener en cuenta de la medida nominal y buscar en tablas de acuerdo el diámetro.

- Para calcular las medidas del material para el embutido tener en cuenta:
  - ✓ Primer paso: para saber la cantidad para realizar el embutido, determinar la relación DR, si DR es muy alto esto indica que se está hablando de un proceso muy severo, si está dentro de un rango severo (DR≤ 2) es un indicador que el embutido se realizará en 2 o más pasos.
  - ✓ Segundo paso: saber la cantidad para realizar el embutido con el método de reducción (r).
  - ✓ Tercer paso: saber la cantidad de pasos para realizar el embutido con el método de relación del espesor y diámetro, en caso contrario aumenta la tendencia al arrugamiento. En caso de que no cumpla con ninguna de estas condiciones eso significa que el embutido debe realizarse en 2 o más pasos, además una vez realizado el proceso de embutición se debe realizar un proceso de recocido para aliviar las tensiones internas generadas al momento de realizar el proceso de embutición, ya que la altura de embutido es de 5 mm, se determina que el proceso de embutido se puede realizar de un solo paso. Por este motivo, se determina que (DR≤ 2) entonces para este caso se toma que DR = 1.05.

- Se debe tener en cuenta que el material se encuentre liso sin ninguna rebaba para su sujeción y esto hará que sea mayor la sujeción, según la teoría, el radio del punzón debe de adaptarse a la forma de la pieza y, por lo tanto, debe

de estar en el siguiente rango. $\boldsymbol{e \leq r \leq 3e}$, entonces **r** tomará el valor del espesor que es de 7.93 mm

- Para realizar los 4 plegados para los soportes de muelles, tiene que estar sometida a una presión gradual situado entre el punzón y la matriz, los grados de plegado son de 90° en cada uno, independientemente.

Tabla 49. Lista de exigencias

Características	Deseo o exigencia	Descripción	Resultado obtenido
Función principal	E	Realizar el proceso de corte y conformado de los componentes de la suspensión mecánica rígida.	Mediante el software SolidWorks se simularon los procesos de corte y conformado.
Función	D	Reducción del tiempo en el proceso de corte y conformado.	El nuevo diseño permite reducir en un 70 % el tiempo de fabricación del soporte.
Función	E	Mejorar la calidad de acabado superficial del corte.	Mediante el punzonado se logra obtener una calidad de corte y acabado superficial mucho mejor.
Función	D	Incrementar las propiedades mecánicas de la suspensión mecánica rígida.	El resultado del nuevo diseño incrementa considerablemente las resistencias mecánicas en un 30 %.
Desarrollo	E	La máquina debe de contar con un pistón hidráulico capaz de cortar y conformar placas metálicas de 8 mm de espesor.	El diseño cuenta con tres pistones de 100 mm de diámetro de vástago realizando las operaciones requeridas.
Seguridad	E	Los mecanismos o elementos móviles deberán estar protegidos con las guardas de seguridad. La máquina contará con pulsadores de parada de emergencia y marcha que garantizan la integridad del operador.	El diseño de la máquina cuenta con las medidas de seguridad establecidas y sugeridas por los autores que se indican en la referencia.
Ergonomía	E	Que la máquina sea fácil de operar. La altura de la máquina debe ser para personas de una estatura promedio local.	La ergonomía de la máquina garantiza la operación de manera cómoda en el rango de 85 cm desde el piso.
Señales	E	El diseño contará con pilotos leds y pulsadores de encendido y apagado de la máquina.	Utiliza señales de leds de marcha y leds de parada. Para la visualización y verificación del operador.

Geometría	D	La máquina deberá de ocupar el menor espacio posible, compacto para su ubicación sencilla en el taller.	La máquina es robusta debido al trabajo pesado, además de ser 2.37 x 1.98 m.
Montaje	D	El montaje y desmontaje de la máquina debe ser de rápida instalación y de fácil comprensión de los operarios, así como también para trasladar.	El diseño de la máquina presenta uniones desmontables permitiendo el ensamblaje sencillo y rápido.
Fuerza	E	La fuerza del pistón hidráulico debe ser la necesaria para el corte y conformado de placas metálicas de 8 mm.	La selección se realizó de acuerdo con la fuerza que se requiere para cada operación haciendo un total de 150 t.
Productividad	E	Producción de 8 componentes (caras) de suspensiones mecánicas por hora	La producción se incrementa 100 % progresivamente. Según la simulación.

CONCLUSIONES

- Para realizar el diseño de las bases superior e inferior de la **máquina** troqueladora, se eligió el acero AISI 51B60, ya que este acero cuenta con las propiedades mecánicas y físicas necesarias, entre ellas están la resistencia a la compresión (1210-1270) MPa, dureza-Vickers(409-452) HV, dureza Rockwell C (40-44) HRC y densidad (7810-7960) kg/m^3. Este tipo de acero se utiliza para herramientas y matrices de forja en caliente, herramientas de corte, troqueles y punzones de conformado en frío.

- Se realizó el análisis y diseño de los componentes de la **máquina** troqueladora mediante el método de “elementos finitos” en el software de diseño SolidWorks. La selección de materiales se realizó mediante el uso del software Ces Edupack cuya función es pasar filtros de los 5000 materiales existentes hasta llegar a un número de materiales que tengan las características correctas para la máquina.

- Se toma como material para el desarrollo de soportes para la suspensión mecánica rígida al acero AISI 1020, ya que en su composición química tiene el porcentaje de carbono que oscila entre 0.2 %, que es el adecuado, ya que tiene una resistencia a la cizalladura de 313 N/mm^2.

- Para la factibilidad de producción se evaluaron 4 materiales elegidos, que para la producción de punzones se estima que puede existir el 30 % de desecho, en el tamaño de lote cabe mencionar que 1 a 100000 unidades sí se puede ahorrar si es que se desea trabajar en la producción de estos elementos mecánicos.

LISTA DE REFERENCIAS

1. **MEZA MEZA, Gustavo Arturo.** *Diseño de una troqueladora para corte de perfiles de aluminio en la empresa Ospina SAC-Huancayo* [online]. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017. Available from: http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/uncp/4114.
2. **PERALES PEREYRA, Augusto Napoleón.** *Estudio del grado de embutición en los aceros inoxidables* [online]. Universidad Nacional de Trujillo, 2019. [Accessed 10 November 2021]. Available from: http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11212Accepted: 2019-01-14T15:41:15Z
3. **PÉREZ PALLO, Edgar Daniel.** *Diseño y construcción de un troquel de corte y perforado de platina metálica de espesor 1/8 de pulg. para la empresa Ingeniería del Acero y Matricería en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua* [online]. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Mecánica, 2018. [Accessed 10 November 2021]. Available from: https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/27918Accepted: 2018-05-24T15:26:32Z
4. **MALIZA ZAMORA, Wilmer Orlando.** *Diseño y construcción de una troqueladora para elaborar contrafuertes para calzado en el taller de calzado Creaciones Majo.* [online]. 2019. [Accessed 10 November 2021]. Available from: https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30316Accepted: 2019-09-18T19:07:22Z
5. **ORTIZ ESCOBAR, Mario Gabriel.** D*iseño y fabricación de una matriz de embutido y corte para producir un casquillo bipolar de resistencias eléctricas industriales en la empresa Redanse S. A.* [online]. 2018. [Accessed 10 November 2021]. Available from: https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/28974Accepted: 2018-11-26T16:25:56Z
6. **GROOVER, Mikell P.** *Fundamentos de manufactura moderna*. Tercera Edición. México : McGraw-Hill/Interamericana editores, S. A. de C. V., 2007. ISBN 978-970-10-6240-1.

7. **ROSSI, Mario.** *Estampas, matrices, punzones, prensas y máquinas*. Novena Edición. Madrid : Dossat S. A., 1979.
8. **FLORIT SANS, Antonio.** *Tratado de matricería*. España : Tecnofisis Global, S.L., 2008. ISBN 978-84-612-688-7.
9. **KALPAKJIAN, Serope; SCHMID, Steven R.** *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Quinta Edición. México, D. F. : Pearson Educación, 2008. ISBN 978-970-26-0137-1.
10. **BUDYNAS, Richard G.; MURRIETA, Jesús Elmer; NISBETT, J. Keith.** *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. Novena Edición. México D. F. : McGraw-Hill Interamericana, 2012. ISBN 978-607-15-0771-6.
11. **MOTT, Robert L.** *Diseño de elementos de máquinas*. Cuarta Edición. México : Pearson Educación, 2006. ISBN 978-970-26-0812-7.
12. **Structuralia.** *Tipos de uniones estructurales mecánicas en ingeniería*. [online]. [Accessed 3 December 2021]. Available from: https://blog.structuralia.com/unionesExplicamos cuáles son los distintos tipos de uniones estructurales mecánicas que se usan en construcción y en ingeniería industrial y sus características.
13. **AVELLO, Alejo.** *Teoría de* máquinas [online]. Segunda Edición. Tecnun-Universidad de Navarra, 2014. [Accessed 14 November 2021]. ISBN 978-84-8081-250-4. Available from: https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/34797/1/Avello_Teoria_de_Maquinas_Edicion_2_Ene_2014.pdf
14. **CARRASCO DIAZ, Sergio.** *Metodología de la Investigación*. 2010. p. 102.
15. **ESPINOZA MONTES, Ciro.** *Metodología de investigación tecnológica*. 2010. ISBN 9786120002223.
16. **BARRIGA GAMARRA, Benjamín Eliseo.** Metodología de Investigación. Introducción. 2016.
17. ***Hidráulicos Machen Perú.*** Catálogo_cilindros_hidráulicos_v1.pdf. [online]. [Accessed 17 November 2021]. Available from: http://www.machenperu.com/uploads/cilindros/catalogo_cilindros_hidraulicos_v1.pdf

ANEXOS

Anexo 1

CARTA DE AUTORIZACÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA-PARA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Yo Jesús Baltazar Rolando Jaime identificado con **DNI N° 80192688**, en mi calidad de gerente general del área de gerencia de la empresa **CENTRO DE INVERSIONES-FACTORIA BALTAZAR FBK E.I.R.L** con R.U.C N° **20568749503**, ubicada en la ciudad de Hualhuas carretera central S/N (Altura Km 10.5), provincia de Huancayo, departamento de Junín-Perú.

OTORGO LA AUTORIZACION,

A los señores José Luis Ore Jesús identificado con DNI N° 46444372, Rich Edison Cuchula Diego identificado con DNI N° 47841713 y a Sandro Barrientos Choccata identificado con DNI N° 72261572, bachilleres en la carrera de ingeniería Mecánica de la Universidad Continental sede Huancayo, para que utilicen la siguiente información de la empresa: Nombre de la empresa y datos del proceso de fabricación de soportes, con la finalidad de que puedan desarrollar su tesis y de esta forma optar al Título profesional.

Huancayo,03 de agosto de 2021

CENTRO DE INVERSIONES
FACTORIA BALTAZAR FBK E.I.R.L

Jesús Baltazar Rolando Jaime
GERENTE GENERAL

JESÚS BALTAZAR ROLANDO JAIME
DNI: 80192688

Anexo 2

Tabla 50*. Matriz de consistencia*

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores
Problema general	**Objetivo general**	**Hipótesis general**			
¿Cómo se realizaría el diseño de la máquina troqueladora JKV para la fabricación de componentes de los soportes para muelles de semirremolques en forma semi automático en la empresa Centro de inversiones Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo?	Diseñar la máquina troqueladora JKV que permita fabricar los componentes de los soportes de muelles de semirremolques de manera semi automática siguiendo los métodos de diseño VDI 2221-2225.	Si diseñamos la máquina troqueladora JKV siguiendo los métodos de diseño VDI2221-2225 entonces mejorará la fabricación de soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo.	**Independiente (x)** Diseño de la máquina troqueladora	• Cálculo de materiales	• Resistencia a la flexión y compresión estructural medido en N/m^2 • Resistencia al pandeo medido en N/m^2 • Densidad del acero kg/m^3 • Volumen del acero m^3
Problemas específicos	**Objetivos específicos**				
¿Cómo realizar la factibilidad para la máquina troqueladora JKV para la fabricación de componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo?	Realizar la factibilidad para la máquina troqueladora JKV que permita fabricar los componentes de los soportes de muelles para semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo.				
¿De qué manera se realizará el análisis de los materiales para la máquina troqueladora JKV para la fabricación de componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo?	Realizar el análisis de los materiales para la máquina troqueladora JKV para la fabricación de componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo.			El análisis de materiales.	• Resistencia ala abrasión o desgaste. • La dureza Vickers (HV) • La dureza rockwell c (HRC)

¿Cómo se realizaría la selección de componentes hidráulicos para la máquina troqueladora JKV para la fabricación de componentes de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo?	Realizar el cálculo y selección de componentes hidráulicos para la máquina troqueladora JKV para la fabricación de los soportes de muelles de semirremolques en la empresa Factoría Baltazar FBK E. I. R. L. de Huancayo.		**Dependientes(Y)** Fabricación de los componentes de soportes de muelles de semirremolques	El accionamiento hidráulico	• Presión medida en pascal • Capacidad de fuerza del pistón en tf • Caudal del aceite hidráulico medido em l/seg
				• El tiempo	• Cantidad de componentes de la suspensión rígida • Porcentaje de reducción de tiempo de trabajo en horas-hombre
				• Calidad • Costo	• Exactitud en el acabado en décimas. • Acabado superficial medido en nivel de rugosidad. • Uniformidad de los componentes.
				Factibilidad	• Cantidad de soportes • Reducción de procesos.

Anexo 3
Carburo de tungsteno - cobalto

Carburo de tungsteno-cobalto (84.8)

Información general

Designación

RG30

Usos típicos

Herramientas de deformación para dimensiones más grandes, como troqueles de dibujo y prensado, herramientas de dibujo profundo, laminación de alambre caliente, anillos de corte, placas de troquelado, anillos de dibujo, cuchillos circulares, calibración de rollos, insertos para técnicas de corte y punzonado.

Descripción general de la composición

Resumen compositivo

WC(84,8%)/Co(15%)/TaC(.2%)

Familia de materiales	Cerámica (técnica)			
Material base	Carburo			

Detalle de composición (metales, cerámica y vidrios)

Co (cobalto)	15			%
TaC (carburo de tántalo)	0,2			%
WC (carburode tungsteno)	84,8			%

Precio

Precio	* 237	-	412	PEN/kg
Precio por unidad volumen	* 3.27e6	-	5.82e6	PEN/m^3

Propiedades físicas

Densidad	1.38e4	-	1.41e4	kg/m^3
Porosidad (cerrado)	0			%
Porosidad (abierta)	0			%

Propiedades mecánicas

Módulo de Young	* 526	-	553	GPa
Rigidez específica	* 37.6	-	39.7	MN.m/kg
Límite elástico (límite elástico)	* 2.34e3-		2.58e3	MPa
Resistencia a la tracción	* 2.76e3	-	3.05e3	MPa
Resistencia específica	* 168	-	185	kN.m/kg
Alargamiento	* 0.4	-	0.8	% cepa
Resistencia a la compresión	4e3	-	4.41e3	MPa
Módulo de flexión	526	-	553	GPa
Resistencia a la flexión (módulo de ruptura)	2.76e3	-	3.05e3	MPa
Módulo de cizalla	* 214	-	225	GPa
Módulo a granel	* 325	-	341	GPa
Relaciónde Poisson	* 0.22	-	0.24	
Factor deforma	13.7			
Dureza - Vickers	1.1e3	-	1.21e3	HV
Energía elástica almacenada (muelles)	* 5.07e3	-	6.17e3	kJ/m^3
Resistencia a la fatiga a 10^7 ciclos	* 2.07e3	-	2.28e3	MPa

Propiedades de impacto y fractura

Tenacidad a la fractura	* 17.2	-	18.9	MPa.m^0.5
Tenacidad (G)	* 0.548	-	0.663	kJ/m^2

Propiedades térmicas

Punto de fusión	1.47e3	-	1.49e3	°C
Temperatura máxima de servicio	600	-	630	°C
Temperatura mínima de servicio	-273			°C

Conductividad térmica	86	-	93	W/m.°C
Capacidad calorífica específica	* 220	-	229	J/kg.°C
Coeficiente de expansión térmica	* 5.6	-	5.9	µdeformación/°C
Resistencia al choque térmico	* 746	-	842	°C
Resistencia a la distorsión térmica	* 14.8	-	16.3	MW/m
Calor latente de fusión	* 220	-	250	kJ/kg
Propiedades eléctricas				
Resistividad eléctrica	* 13.1	-	22.5	µ ohm.cm
Conductividad eléctrica	7,66	-	13,2	%IACS
Propiedades magnéticas				
Tipo magnético	No magnético			
Propiedades ópticas, estéticas y acústicas				
Color	Negro			
Transparencia	opaca			
Velocidad acústica	* 6.13e3	-	6.3e3	m/s
Coeficiente de pérdida mecánica (delta bronceado)	* 2e-4	-	0.0025	
Riesgo de materiales críticos				
Contiene >5wt% elementos críticos?	Sí			
Durabilidad				
Agua (fresca)	Excelente			
Agua (sal)	Excelente			
Ácidos débiles	Excelente			
Ácidos fuertes Aceptables				
Álcalis	débiles Excelente			
Álcalis fuertes	Uso limitado			
Disolventes orgánicos	Excelentes			
Oxidación a 500C	Excelente			
Radiación UV (luz solar)	Excelente			
Halógenos	Uso limitado			
Metales	Uso limitado			
Inflamabilidad	No inflamable			
Energía de producción primaria, CO2 y agua				
Energía incorporada, producción primaria	* 511	-	563	MJ/kg
Huella deCO2, producción primaria	* 33.7	-	37.2	kg/kg
Energía de procesamiento, huella deCO2 y agua				
Energía avanzada de moldeo compuesto	* 10	-	22	MJ/kg
Moldeo compuesto avanzado CO2	* 1.5	-	1.65kg /	kg
Reciclaje y fin de vida útil				
Reciclar	Falso			
Fracción de reciclaje en el suministro de corriente	0,1			%
Downcycle	Verdadero			
Combustión para la recuperación de energía	Falso			
Landfill	Verdadero			
	Falsa biodegradación			
Enlaces				
ProcessUniverse				
Referencia				

Fuente: SAE Internacional

Anexo 4

Acero inoxidable, endurecimiento por precipitación

Acero inoxidable, endurecimiento por precipitación, FV520, endurecido a 450°C (BS S145)

Información general

Designación

FV520 (BS S145), forjado

Nombre EN	Solución de condición tratada a 900 °C, precipitación endurecida a 450 °C X5CrNiMoCuNb14-5 a BS EN 10088-1, BS EN 10088-3, BS S 143, BS S 144, BS S 145
Número EN	1.4594

Nombres comerciales

Firth Vickers FV520, FV520B

Usos típicos

Blading, pernos, sujetadores, válvulas, bombas, impulsores de agua, y conjuntos, en las industrias aeronáutica y aeroespacial, nuclear, turbina e ingeniería mecánica general.

Descripción general de la composición

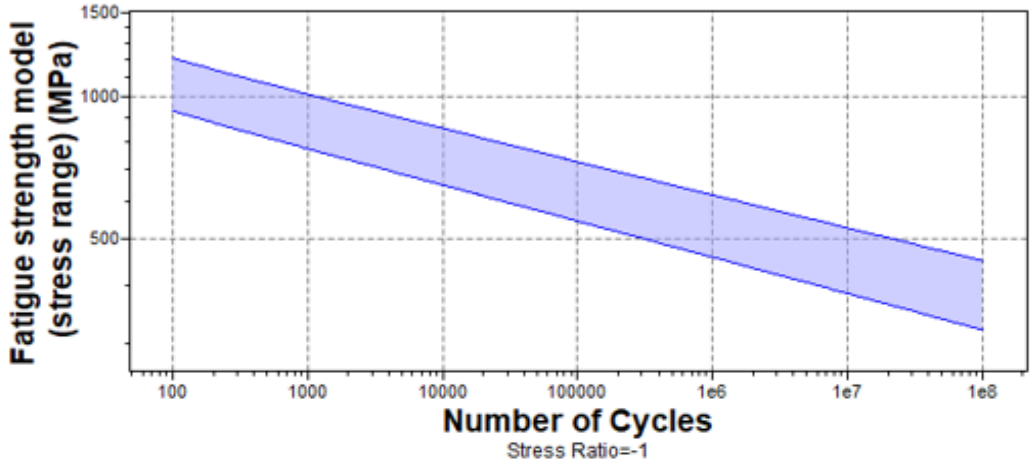
Resumen compositivo

Fe73-79 / Cr13-15 / Ni5-6 / Cu1.2-2 / Mo1.2-2 / Nb0.1-0.4 (impurezas: Mn<1, Si<0.7, C<0.07, P<0.035, S<0.025)

Familia de	materiales Metal (ferroso)			
Material base	Fe (Hierro)			
Detalle de composición (metales, cerámica y vidrios)				
C (carbono)	0	-	0,07	%
Cr (cromo)	13,2	-	14,7	%
Con (cobre)	1.2	-	2	%
Fe (hierro)	73,3	-	79,3	%
Manganeso0		-	1	%
Mo (molibdeno)	1,2	-	2	%
Nb (niobio)	0,1	-	0,4	%
Ni (níquel)	5	-	5,8	%
P (fósforo)	0	-	0,035	%
S (azufre)	0	-	0,025	%
Si (silicio)	0	-	0,7	%
Precio				
Precio	* 20.2	-	21.1	PEN/kg
Precio por unidad volumen	* 1.58e5	-	1.65e5	PEN/m^3
Propiedades físicas				
Densidad	7.82e3	-	7.83e3	kg/m^3
Propiedades mecánicas				
Módulo de Young	196	-	206	GPa
Rigidez específica	25	-	26. 3	MN.m/kg
Límite elástico (límite elástico)	1.06e3	-	1.28e3	MPa
Resistencia a la tracción	1.27e3	-	1.47e3	MPa
Resistencia específica	135	-	164	kN.m/kg
Alargamiento	10	-	15	% cepa
Módulo compresivo	* 196	-	206	GPa
Resistencia a la compresión	* 1.06e3	-	1.28e3	MPa
Módulo de flexión	* 196	-	206	GPa
Resistencia a la flexión (módulo de ruptura)	* 1.07e3	-	1.24e3	MPa
Módulo de cizalla	75.1	-	78.9	GPa
Resistencia al cizallado	850	-	991	MPa
Módulo a granel	* 163	-	172	GPa
Ratiode Poisson	0,295	-	0,305	

Factor deforma	19.7			
Dureza - Vickers	400	-	455	HV
Dureza - Rockwell C	* 41	-	46	HRC
Dureza - Brinell	375	-	429	HB
Energía elástica almacenada (muelles)	2.82e3	-	4.07e3	kJ/m^3
Resistencia a la fatiga a 10^7 ciclos	* 419	-	485	MPa
Modelo de resistencia a la fatiga (rango detensión)	* 384	-	529	MPa

Parámetros: Relación de estrés = -1, Número de ciclos = 1e7ciclos



Propiedades de impacto y fractura				
Tenacidad a la fractura	* 47.2	-	57. 1	MPa.m^0.5
Tenacidad (G)	11.2	-	16.1	kJ/m^2
Propiedades térmicas				
Punto de fusión	1.4e3	-	1.44e3	°C
Temperatura máxima de servicio	382	-	427	°C
Temperatura mínima de servicio	-73	-	-43	°C
Conductividad térmica	16.5	-	17.9	W/m.°C
Capacidad calorífica específica	471	-	490	J/kg.°C
Coeficiente de expansión térmica	11	-	11.5	µdeformación/°C
Resistencia al choque térmico	467	-	571	°C
Resistencia a la distorsión térmica	* 1.46	-	1.6	MW/m
Calor latente de fusión	266	-	327	kJ/kg
Propiedades eléctricas				
Resistividad eléctrica	80	-	85	µ ohm.cm
Conductividad eléctrica	2.03	-	2.16	%IACS
Propiedades magnéticas				
Tipo magnético	Magnético			
Propiedades ópticas, estéticas y acústicas				
Transparencia	opaca			
Velocidad acústica	5e3	-	5.13e3	m/s
Coeficiente de pérdida mecánica (delta de bronceado)	3.1e-4	-	6.6e-4	
Riesgo de materiales críticos				
Contiene >5wt% elementos críticos?	Sí			
Propiedades de procesamiento				
Fundición	de metal inadecuada			
Conformado en frío de metales Uso	limitado			

Conformado en caliente de metal	Aceptable			
Formación de prensa de metal	Aceptable			
Dibujo profundo de metal	Inadecuado			
Velocidad de mecanizado	9,45			m/min
Soldabilidad	Buena			
Notas Nos requiere precalentamiento, se requiere tratamiento térmico posterior a la soldadura				
Soldabilidad - Feria MIG				
Soldabilidad - plasma	Bueno			
Soldabilidad - Feria	SAW			
Soldabilidad - TIG	Good			
Soldabilidad	Buena			
Equivalencia de carbono	* 0.912	-	1.21	
Durabilidad				
Agua (fresca)	Excelente			
Agua (sal)	Excelente			
Ácidos débiles	Excelente			
Ácidos fuertes Aceptables				
Álcalis	débiles Excelente			
Álcalis fuertes	Uso limitado			
Disolventes orgánicos	Excelentes			
Oxidación a 500C	Excelente			
Radiación UV (luz solar)	Excelente			
Resistencia al agallar (desgaste adhesivo)	Aceptable			
Inflamabilidad	No inflamable			
Resistencia a la corrosión de metales				
Número equivalente de resistencia a las picaduras (PREN)	* 17.9	-	20.8	
Resistencia a la corrosión por picaduras y grietas	Baja (<20)			
Agrietamiento por corrosión bajo	tensión Susceptible			
Notas clasificadas en cloruro; Otros ambientes susceptibles: Sulfuro de hidrógeno				
Resistencia a la corrosión intergranular (línea de soldadura)	Buena			
Ácidos inorgánicos	restringidos			
Ácidos orgánicos	Moderado			
Álcalis	Moderado			
Humedad / agua	Excelente			
Agua de mar	restringida			
Petróleo y gas agrio	Bueno			
Energía de producción primaria, CO2 y agua				
Energía incorporada, producción primaria	* 85.3	-	94	MJ/kg
Huella deCO2, producción primaria	* 6.49	-	7.16	kg/kg
Consumo de agua	* 120	-	132	l/kg
Energía de procesamiento, huella deCO2 y agua				
Formación de rollos, energía de forje	* 9.7	-	10.7	MJ/kg
Conformado de rollos, torsión de CO2	* 0.73	-	0.8kg /	kg
Formación de rollos, agua de	forsión *	5.9	- 8.5	l/kg
Extrusión, energía de laminación de la lámina	* 19.2	-	21.2	MJ/kg
Extrusión, laminado de lámina CO2	* 1.44	-	1.59kg /	kg
Extrusión, agua de laminación de lámina	* 10.1	-	14.6	l/kg
Energía de extracción de alambre	* 71	-	79MJ/kg	
Co2	* 5.35	-	5.9	kg / kg
Agua de alambre	* 27.9	-	40.2	l/kg
Energía formadora de polvo metálico	* 36.7	-	40.4	MJ/kg
Polvo metálico formando CO2	* 2.75	-	3.03kg /	kg
Agua formadora de polvo metálico	* 41.6	-	59.8	l/kg

Anexo 5

Acero de baja aleación

Acero de baja aleación, AISI 51B60, aceite templado y templado a 425 °C

Información general

Designación

AISI 50B60	
Condición	Templado a 425°C y aceite templado
Número de EE.UU.	G50601
Nombre estadounidense	ASTM 50B60, ~ASTM 51B60, ~ASME 51B60

Usos típicos

Construcción general, ingeniería mecánica general, automoción, herramientas, ejes, engranajes, muelles.

Descripción general de la composición

Resumen compositivo

Fe97-98 / Mn0.75-1 / C0.55-0.65 / Cr0.4-0.6 / Si0.15-0.35 / B0.0005-0.003 (impurezas: S<0.04, P<0.035)

Familia de	materiales Metal (ferroso)			
Material base	Fe (Hierro)			

Detalle de composición (metales, cerámica y vidrios)

B (boro)	5e-4	-	0,003	%
C (carbono)	0,55	-	0,65	%
Cr (cromo)	0,4	-	0,6	%
Fe (hierro)	* 97,3	-	98,1	%
Manganeso	0,75	-	1	%
P (fósforo)	0	-	0,035	%
S (azufre)	0	-	0,04	%
Si (silicio)	0,15	-	0,35	%

Precio

Precio	* 2.48	-	2.58	PEN/kg
Precio por unidad volumen	* 1.94e4	-	2.04e4	PEN/m^3

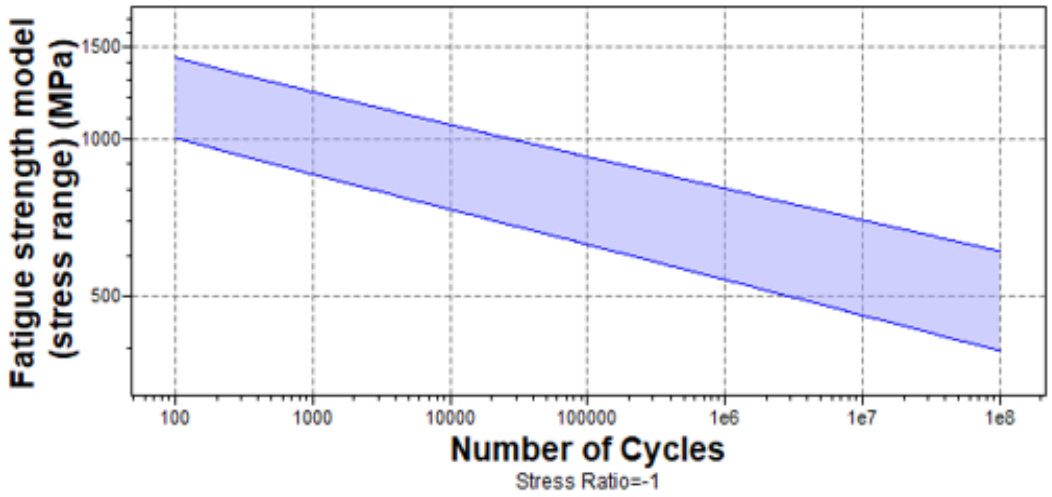
Propiedades físicas

Densidad	7.8e3	-	7.9e3	kg/m^3

Propiedades mecánicas

Módulo de Young	201	-	212	GPa
Rigidez específica	25.6	-	27	MN.m/kg
Límite elástico (límite elástico)	1.24e3	-	1.53e3	MPa
Resistencia a la tracción	1.36e3	-	1.67e3	MPa
Resistencia específica	158	-	194	kN.m/kg
Alargamiento	8	-	14	% cepa
Resistencia a la compresión	* 1.24e3	-	1.53e3	MPa
Módulo de flexión	* 201	-	212	GPa
Resistencia a la flexión (módulo de ruptura)	1.24e3	-	1.53e3	MPa
Módulo de cizalla	77	-	83	GPa
Módulo a granel	155	-	173	GPa
Ratiode Poisson	0,285	-	0,295	
Factor deforma	17			
Dureza - Vickers	390	-	480	HV
Energía elástica almacenada (muelles)	3.76e3	-	5.59e3	kJ/m^3
Resistencia a la fatiga a 10^7 ciclos	* 529	-	612	MPa
Modelo de resistencia a la fatiga (rango de tensión)	* 461	-	702	MPa

Parámetros: Relación de estrés = -1, Número de ciclos = 1e7ciclos



Propiedades de impacto y fractura				
Tenacidad a la fractura	* 30	-	56	MPa.m^0.5
Tenacidad (G)	4.7	-	14.1	kJ/m^2
Propiedades térmicas				
Punto de fusión	1.38e3	-	1.49e3	°C
Temperatura máxima de servicio	* 385	-	415	°C
Temperatura mínima de servicio	* -58	-	-28	°C
Conductividad térmica	* 40	-	50	W/m.°C
Capacidad calorífica específica	* 440	-	520	J/kg.°C
Coeficiente de expansión térmica	11	-	13	µdeformación/°C
Resistencia al choque térmico	488	-	636	°C
Resistencia a la distorsión térmica	* 3.26	-	4.29	MW/m
Calor latente de fusión	* 265	-	280	kJ/kg
Propiedades eléctricas				
Resistividad eléctrica	* 15	-	30	µ ohm.cm
Conductividad eléctrica	5,75	-	11,5	%IACS
Potencial galvánico	* -0.51	-	-0.43	V
Propiedades magnéticas				
Tipo magnético	Magnético			
Propiedades ópticas, estéticas y acústicas				
Transparencia	opaca			
Velocidad acústica	5.06e3	-	5.2e3	m/s
Coeficiente de pérdida mecánica (delta bronceado)	* 2.6e-4	-	3.3e-4	
Riesgo de materiales críticos				
Contiene >5wt% elementos críticos?	No			
Propiedades de procesamiento				
Fundición	de metal inadecuada			
Conformado en frío de metales	Excelente			
Conformado en caliente de metal	Excelente			
Formación de prensa de metal	Excelente			
Dibujo profundo de metal Uso	limitado			
Velocidad de mecanizado	10,7 m/min			
Soldabilidad	deficiente			
Notas Se requieren tratamientos térmicos de precalentamiento y post soldadura				
Equivalencia de carbono	0.755	-	0.937	

Durabilidad

Agua (fresca)	Aceptable
Agua (sal)Uso	limitado
Ácidos débiles	Uso limitado
Ácidos fuertes	Inaceptable
Álcalis débiles	Aceptable
Álcalis fuertes	Uso limitado
Disolventes orgánicos	Excelentes
Oxidación a 500C	Aceptable
Radiación UV (luz solar)	Excelente
Resistencia al agallar (desgaste adhesivo)	Aceptable
Inflamabilidad	No inflamable

Resistencia a la corrosión de metales

Agrietamiento por corrosión bajo	tensión Susceptible

Notas: clasificadas en cloruro; Puede ser susceptible en ambientes de haluros, amoníaco, nitrógeno, ácidos, cáusticos, carbonatos

Energía de producción primaria, CO2 y agua

Energía incorporada, producción primaria	30.8	-	33.9	MJ/ kg

Fuentes

19,4 MJ/kg (Dhingra, Overly,Davis, 1999); 23 MJ/ kg(Norgate, Jahanshahi,Rankin, 2007); 27,9 MJ/ kg(Ecoinvent v2.2); 29,2 MJ/ kg(Hammond y Jones, 2008); 32,8 MJ/ kg(Hammond y Jones, 2008); 34,7 MJ/ kg(Hammond y Jones, 2008); 35,4 MJ/kg (Hammond y Jones, 2008); 37,2 MJ/kg (Sullivan y Gaines,2010); 38 MJ/kg (Hammond y Jones, 2008); 45,4 MJ/kg (Hammond y Jones, 2008)

Huella deCO2, producción primaria	2.26	-	2.49	kg/kg

Fuentes

0,396 kg/kg (Voet, van der and Oers,van, 2003); 1,75 kg/kg (Ecoinvent v2.2); 1,81 kg/kg (Voet,van der and Oers,van, 2003); 2,23 kg/kg (Voet,van der and Oers,van, 2003); 2,3 kg/kg (Norgate, Jahanshahi,Rankin, 2007); 2,74 kg/kg (Hammond y Jones, 2008); 2,77 kg/kg (Hammond y Jones, 2008); 2,87 kg/kg (Hammond y Jones, 2008); 2,89 kg/kg (Hammond y Jones, 2008); 3,03 kg/kg (Hammond y Jones, 2008); 3,27 kg/kg (Hammond y Jones, 2008)

Consumo de agua	* 43.8	-	48.4	l/kg

Energía de procesamiento, huella deCO2 y agua

Energía de fundición	* 10.8	-	11.9	MJ/kg
Co2defundición	* 0.807	-	0.892	kg / kg
Agua de fundición	* 20.4	-	30.5	l/kg
Formación de rollos, energía de forje	* 11.4	-	12.6	MJ/kg
Conformado de rollos, Torsión de CO2	* 0.855	-	0.945	kg/kg
Formación de rollos, agua de torsión	* 6.42	-	9.63	l/kg
Extrusión, energía de laminación de la lámina	* 22.5	-	24.9	MJ/kg
Extrusión, laminado de lámina CO2	* 1.69	-	1.87kg /	kg
Extrusión, agua de laminación de lámina	* 11.2	-	16.8	l/kg
Energía de extracción de alambre	* 83.6	-	92.4	MJ/kg
Co2	* 6.27	-	6.93	kg / kg
Agua de alambre	* 31.5	-	47.3	l/kg
Energía formadora de polvo	metálico *	37	-	40.9 MJ/kg
Polvo metálico formando CO2	* 2.96	-	3.27kg /	kg
Agua formadora de polvo metálico	* 40.3	-	60.5	l/kg
Energía de vaporización	* 1.09e4	-	1.2e4	MJ/kg
Vaporización CO2	* 815	-	901	kg/kg
Agua de vaporización	* 4.53e3	-	6.8e3	l/kg
Energía de mecanizado gruesa (por unidad de peso retirada)	* 2.14	-	2.37	MJ/kg
CO2 de mecanizado grueso (por unidad en peso retirada)	* 0,161	-	0,178	kg/kg

Anexo 6

Acero para herramientas

Acero para herramientas, AISI S1, templado a 650 °C (resistente a los golpes)

Información general

Designación

AISI S1

Condición	Recocido; aceite apagado; templado a 650°C
Número de EE.UU.	T41901
Nombre estadounidense	AISI / SAE S1
Nombre EN	45WCrV7, 60WCrV8
NÚMERO EN	1.2542, 1.2550
Nombre ISO	60WCrV8
GB (chino) nombre	~5CrW2Si
JIS (japonés) nombre	~SKS41

Usos típicos

Herramientas de corte, Tipos de un solo punto, Fresas, Taladros, Escariadores, Grifos, Troqueles de roscado, Cortadores de forma , herramientas y matrices de forja en caliente, Matrices e insertos, Émbolos y perforadores de máquinas de forja ,herramientas y matrices de extrusión en caliente, Matrices y mandrile de extrusión , bloques ficticios, herramientas de extrusión de válvulas, troqueles y punzones de conformado en frío, doblado, conformado, dibujo y embutición profunda,herramientas de corte, Matrices para perforar, y recortar, Cuchillas de corte , piezas estructurales para condiciones de servicio severas.

Descripción general de la composición

Resumen compositivo

Fe92-96 / W1.5-3 / Cr1-1.8 / Si0.15-1.2 / Mo0.5 / C0.4-0.55 / Mn0.1-0.4 / V0.15-0.3 (impurezas: Ni<0.3, P<0.03, S<0.03)

Familia de materiales Metal (ferroso)
Material base Fe (Hierro)

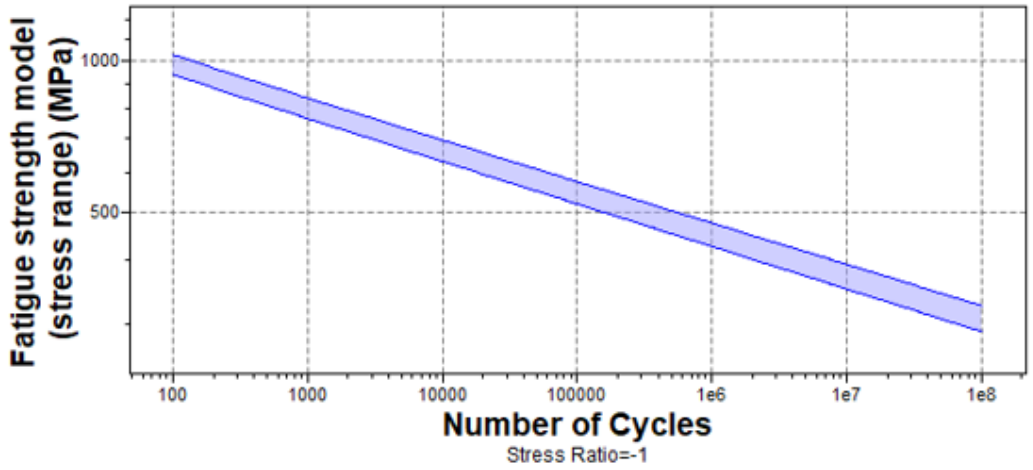
Detalle de composición (metales, cerámica y vidrios)

C (carbono)	0,4	-	0,55	%
Cr (cromo)	1	-	1,8	%
Fe (hierro)	91,9	-	96,2	%
Manganeso	0,1	-	0,4	%
Mo (molibdeno)	0,5			%
Ni (níquel)	0	-	0,3	%
P (fósforo)	0	-	0,03	%
S (azufre)	0	-	0,03	%
Si (silicio)	0,15	-	1,2	%
V (vanadio)	0,15	-	0,3	%
W (tungsteno)	1,5	-	3	%

Precio

Precio	* 11.9	-	12.6	PEN/kg
Precio por unidad volumen	* 9.28e4	-	1e5	PEN/m^3
Propiedades físicas				
Densidad	7.81e3	-	7.96e3	kg/m^3
Propiedades mecánicas				
Módulo de Young	198	-	208	GPa
Rigidez específica	25.1	-	26. 4	MN.m/kg
Límite elástico (límite elástico)	1.21e3	-	1.27e3	MPa
Resistencia a la tracción	1.31e3	-	1.38e3	MPa
Resistencia específica	153	-	161	kN.m/kg
Alargamiento	11.1	-	12.9	% cepa
Resistencia a la compresión	* 1.21e3	-	1.27e3	MPa
Módulo de flexión	* 198	-	208	GPa
Resistencia a la flexión (módulo de ruptura)	* 1.21e3	-	1.27e3	MPa
Módulo de cizalla	* 77	-	81	GPa
Módulo a granel	* 157	-	165	GPa
Ratiode Poisson	0,285	-	0,295	
Factor deforma	19			
Dureza - Vickers	* 409	-	452	HV
Dureza - Rockwell C	40	-	44	HRC
Energía elástica almacenada (muelles)	3.58e3	-	4e3	kJ/m^3
Resistencia a la fatiga a 10^7 ciclos	* 363	-	381	MPa
Modelo de resistencia a la fatiga (rango de tensión) *	352	-	393	MPa

Parámetros: Relación de estrés = -1, Número de ciclos = 1e7ciclos



Propiedades de impacto y fractura				
Tenacidad a la fractura	* 28.6	-	29. 6	MPa.m^0.5
Tenacidad (G)	4	-	4.35	kJ/m^2
Propiedades térmicas				
Punto de fusión	* 1.46e3	-	1.5e3	°C
Temperatura máxima de servicio	* 550	-	600	°C
Temperatura mínima de servicio	* -73	-	-53	°C
Conductividad térmica	* 39.4	-	42.6	W/m.°C
Capacidad calorífica específica	* 464	-	483	J/kg.°C

Coeficiente de expansión térmica	* 12.2	-	12.7	µdeformación/°C
Resistencia al choque térmico	* 471	-	511	°C
Resistencia a la distorsión térmica	* 3.15	-	3.44	MW/m
Calor latente de fusión	265	-	280	kJ/kg
Propiedades eléctricas				
Resistividadeléctrica	* 24.5	-	30.2	µ ohm.cm
Conductividad eléctrica	5.71	-	7.02	%IACS
Potencial galvánico	* -0.48	-	-0.4	V
Propiedades magnéticas				
Tipo magnético	Magnético			
Propiedades ópticas, estéticas y acústicas				
Transparencia	opaca			
Velocidad acústica	5.01e3	-	5.14e3	m/s
Coeficiente de pérdida mecánica (delta bronceado)	* 4.17e-5	-	4.54e-5	
Riesgo de materiales críticos				
Contiene >5wt% elementos críticos?	Sí			
Aceros para herramientas				
Clasificación de resistencia a la descarburación	Promedio			
Grado de resistencia a ladistorsión	Promedio			
Clasificación de resistencia al agrietamiento	Buena			
Clasificación de dureza en caliente	Promedio			
Calificación de maquinabilidad	Promedio			
Clasificación de dureza	Muy buena			
Clasificación de resistencia al desgaste	Pobre			
Propiedades de procesamiento				
Fundición	de metal inadecuada			
Conformado en frío de metal	Inadecuado			
Conformado en caliente de metal	Uso limitado			
Formación de prensa	de metal Inadecuado			
Dibujo profundo de metal	Inadecuado			
Velocidad de mecanizado	11 m/min			
Soldabilidad	deficiente			
Notas Se requieren tratamientos térmicos de precalentamiento y post soldadura				
Equivalencia de carbono	0.747	-	1.16	
Durabilidad				
Agua (fresca)	Aceptable			
Agua (sal)Uso	limitado			
Ácidos débiles	Uso limitado			
Ácidos fuertes	Inaceptable			
Álcalis débiles	Aceptable			
Álcalis fuertes	Uso limitado			
Disolventes orgánicos	Excelentes			
Oxidación a 500C	Aceptable			
Radiación UV (luz solar)	Excelente			
Resistencia al agallar (desgaste adhesivo)	Aceptable			
Inflamabilidad	No inflamable			
Resistencia a la corrosión **de metales**				
Agrietamiento por corrosión bajo tensión	Ligeramente susceptible			
Notas clasificadas en cloruro; Puede ser susceptible en haluros, amoníaco, nitrógeno, ácido, cáustico, carbonatos				
Energía de producción primaria, CO2 y agua				
Energía incorporada, producción primaria	* 44.5	-	49	MJ/kg

Huella deCO2, producción primaria	* 3.5	-	3.85	kg/kg
Consumo de agua	* 53.7	-	59.3	l/kg

Energía de procesamiento, huella deCO2 y agua

Energía de fundición	* 10.9	-	12	MJ/kg
Fundición CO2	* 0.814	-	0.9kg /	kg
Agua de fundición	* 20.5	-	30.8	l/kg
Formación de rollos, energía de forje	* 10.2	-	11.3	MJ/kg
Conformado de rollos, torsión de CO2	* 0.768	-	0.849kg /	kg
Formación de rollos, agua de torsión	* 5.93	-	8.89	l/kg
Extrusión, energía de laminación de la lámina	* 20.2	-	22.3	MJ/kg
Extrusión, laminado de lámina CO2	* 1.51	-	1.67kg /	kg
Extrusión, agua de laminación de lámina	* 10.2	-	15.3	l/kg
Energía de dibujo de alambre	* 75	-	82.9	MJ/kg
Co2	* 5.62	-	6.21	kg / kg
Agua de alambre	* 28.3	-	42.4	l/kg
Energía formadora de polvo metálico	* 37.8	-	42	MJ/kg
Polvo metálico formando CO2	* 3.02	-	3.36kg /	kg
Agua formadora de polvo metálico	* 41.3	-	62	l/kg
Energía de vaporización	* 1.09e4	-	1.2e4	MJ/kg
Vaporización CO2	* 815	-	901	kg/kg
Agua de vaporización	* 4.53e3	-	6.8e3	l/kg
Energía de mecanizado gruesa (por unidad de peso eliminado)	* 1.97	-	2.18	MJ/kg
CO2 de mecanizado grueso (por unidad en peso retirada)	* 0,148	-	0,163	kg/kg
Energía de mecanizado fina (por unidad de peso retirada)	* 15,4	-	17	MJ/kg
Mecanizado fino co2 (por unidad wt eliminado)	* 1.16	-	1.28	kg/kg
Energía de molienda (por unidad de peso eliminado)	* 30.3	-	33.5	MJ/kg
MOLIENDA DE CO2 (por unidad en peso eliminada)	* 2.28	-	2.52	kg/kg
Energía de mecanizado no convencional (por unidad de peso retirada)	*109	-	120	MJ/kg
Mecanizado no convencional co2 (por unidad en peso retirada)	* 8,15	-	9,01	kg/kg

Reciclaje y fin de vida útil

Recycle	Verdadero			
Energía incorporada, reciclaje	* 10.7	-	11.9	MJ/kg
Huella deCO2, reciclaje	* 0.843	-	0.931	kg/kg
Fracción de reciclaje en el suministro de	corriente 52.3	-		57.8 %
Downcycle	Verdadero			
Combustión para la recuperación de energía	Falso			
Landfill	Verdadero			
	Falsa biodegradación			

Notas

Palabras clave

DOMINIAL TCG, Kind & Co. Edelstahlwerk (ALEMANIA);

Estándares con composiciones similares

• Finlandia:
SFS910 a SFS 910
• India:
IS 5651 a IS 5651, T40W8Cr5V2 a IS 1570/6, T50W8Cr5V2 a IS 1570/6, T50W8Cr5V2 a IS 3748, T50W8Cr5V2 a IS 5651, TAC 29 a IS 1570/6, TAC 30 a IS 1570/6
• México:
S-1 a NMX-B-082
• Suecia:
2710 a SS 142710
• Estados Unidos:

Anexo 7

Acero de baja aleación

Acero debaja aleación, AISI 4140, aceite templado y templado a 540 °C

Información general

Designación

AISI 4140

Condición	Templado a 540 °C y aceite templado
Número de EE.	UU. G41400
Nombreestadounidense	SAE H41400, SAE 4140, SAE 4142, SAE 4140, ASTM J 70,ASTM J 65, ASTM J 55, ASTM 4140, ASTM G41420, ASTM E7140, ASTM B7M, ASTM B16, ASTM 4142H, ASTM 4142, ASTM 4140H, ASTM 4140, ASTM 4137H, ASTM 41, ~SAE 4137H, ~ASTM B4D, ~ASTM 6
NombreEN	~42CrMoS4, ~42CrMo4
Número EN	~1.7227, ~1.7223
NombreISO	~ 42 CrMoS 4, ~ 42 CrMo 4, ~42CrMo4
GB (chino) nombre	~ 42CrMo
JIS (japonés) nombre	SNB22-5, SNB22-4, SNB22-3, SNB22-2

Usos típicos

Ejes de servicio pesado, bielas, pernos de alta tracción, juntas de eje de hélice, pasadores de orugas

Descripción general de la composición

Resumen compositivo

Fe97-98 / Cr0.8-1.1 / Mn0.75-1 / C0.38-0.43 / Si0.15-0.35 / Mo0.15-0.25 (impurezas: S<0.04, P<0.035)

Familia de	materiales Metal (ferroso)
Material base	Fe (Hierro)

Detalle de composición(metales, cerámica y vidrios)

C (carbono)	0,38	-	0,43	%
Cr (cromo)	0,8	-	1,1	%
Fe (hierro)	* 96,8	-	97,8	%
Manganeso	0,75	-	1	%
Mo (molibdeno)	0,15	-	0,25	%
P (fósforo)	0	-	0,035	%
S (azufre)	0	-	0,04	%
Si (silicio)	0,15	-	0,35	%

Precio

Precio	* 2.65	-	2.78	PEN/kg
Precio por unidad volumen	* 2.07e4	-	2.2e4	PEN/m^3

Propiedades físicas

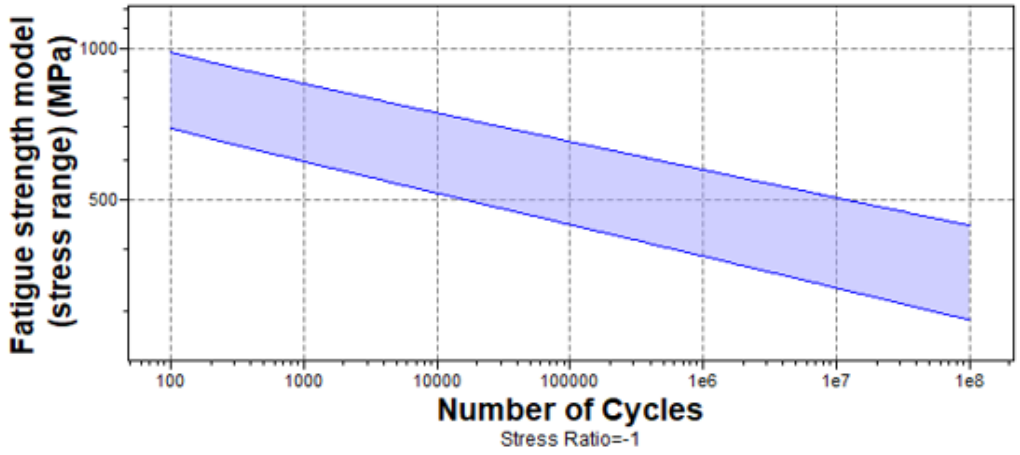
Densidad	7.8e3	-	7.9e3	kg/m^3

Propiedades mecánicas

Módulo deYoung	208	-	216	GPa
Rigidezespecífica	26.5	-	27.5	MN.m/kg
Límite elástico(límiteelástico)	750 MPa	-	920	
Resistencia a la tracción	855	-	1.05e3	MPa
Resistencia específica	95.5	-	117	kN.m/kg

Alargamiento	14	-	22	% cepa
Resistencia a lacompresión	* 750	-	920	MPa
Módulo de flexión	* 208	-	216	GPa
Resistencia a la flexión (módulo de ruptura)	750	-	920	MPa
Módulo de cizalla	80	-	85	GPa
Módulo a granel	161	-	176	GPa
Ratiode Poisson	0,285	-	0,295	
Factorde forma	30			
Dureza - Vickers	260	-	320	HV
Energía elástica almacenada (muelles)	1.34e3	-	1.98e3	kJ/m^3
Resistencia a la fatiga a 10^7 ciclos	* 383	-	442	MPa
Modelo de resistencia a la fatiga (rango de tensión)	* 335	-	506	MPa

Parámetros: Relación de estrés = -1, Número de ciclos = 1e7ciclos



Propiedades de impacto y fractura

Tenacidad a lafractura	* 45 MPa.m^0.5	-	74	
Tenacidad (G)	10	-	24.6	kJ/m^2

Propiedades térmicas

Punto defusión	1.43e3	-	1.5e3	°C
Temperaturamáxima de servicio	* 500	-	530	°C
Temperaturamínima de servicio	* -68	-	-43	°C
Conductividad térmica	42	-	48	W/m.°C
Capacidad calorífica específica	450	-	490	J/kg.°C
Coeficiente de expansión térmica	11.5 µdeformación/°C	-	13.5	
Resistencia al choque térmico	277	-	358	°C
Resistencia a la distorsión térmica	* 3.25	-	3.99	MW/m
Calor latente de fusión	* 265	-	280	kJ/kg

Propiedades eléctricas

Resistividadeléctrica	20	-	25	µ ohm.cm
Conductividad eléctrica	6,9	-	8,62	%IACS
Potencial galvánico	* -0.5	-	-0.42	V

Propiedades magnéticas

Tabla 51. ***Resistencias***

Número SAE/AISI	Condición	Resistencia a la fluencia por tensión (0.2 % de deformación remanente)		Resistencia última a la tensión		Elongación condición en 2 in	Dureza Brinell
		KPSI	MPa	KPSI	MPa	%	-HB
1010	rolado en caliente	26	179	47	324	28	95
	rolado en frío	44	303	53	365	20	105
1020	rolado en caliente	30	207	55	379	25	111
	rolado en frío	57	393	68	469	15	131
1030	rolado en caliente	38	259	68	469	20	137
	normalizado @ 1 650ºF	50	345	75	517	32	149
	rolado en frío	64	441	76	524	12	149
	templado y revenido @ 1000ºF	75	517	97	669	28	255
	templado y revenido @ 800ºF	84	579	106	731	23	302
	templado y revenido @ 400ºF	94	648	123	848	17	495
1035	rolado en caliente	40	276	72	496	18	143
	rolado en frío	67	462	80	552	12	163
1040	rolado en caliente	42	290	76	524	18	149
	normalizado @ 1 650ºF	54	372	86	593	28	170
	rolado en frío	71	490	85	586	12	170
	templado y revenido @ 1 200ºF	63	434	92	634	29	192
	templado y revenido @ 800ºF	80	552	110	758	21	241
	templado y revenido @ 400ºF	86	593	113	779	19	262
1045	rolado en caliente	45	310	82	565	16	163
	rolado en frío	77	531	91	627	12	179
1050	rolado en caliente	50	345	90	621	15	179
	normalizado @ 1 650ºF	62	427	108	745	20	217
	rolado en frío	84	579	100	689	10	197
	templado y revenido @ 1 200ºF	78	538	104	717	28	235
	templado y revenido @ 800ºF	115	793	158	1 089	13	444
	templado y revenido @ 400ºF	117	807	163	1 124	9	514
1060	rolado en caliente	54	372	98	676	12	200
	normalizado @ 1 650ºF	61	421	112	772	18	229
	templado y revenido @ 1 200ºF	76	524	116	800	23	229
	templado y revenido @ 1 000ºF	97	669	140	965	17	277
	templado y revenido @ 800ºF	111	765	156	1 076	14	311
1095	rolado en caliente	66	455	120	827	10	248
	normalizado @ 1 650ºF	72	496	147	1 014	9	13
	templado y revenido @ 1 200ºF	80	552	130	896	21	269
	templado y revenido @ 800ºF	112	772	176	1 213	12	363
	templado y revenido @ 600ºF	118	814	183	1 262	10	375

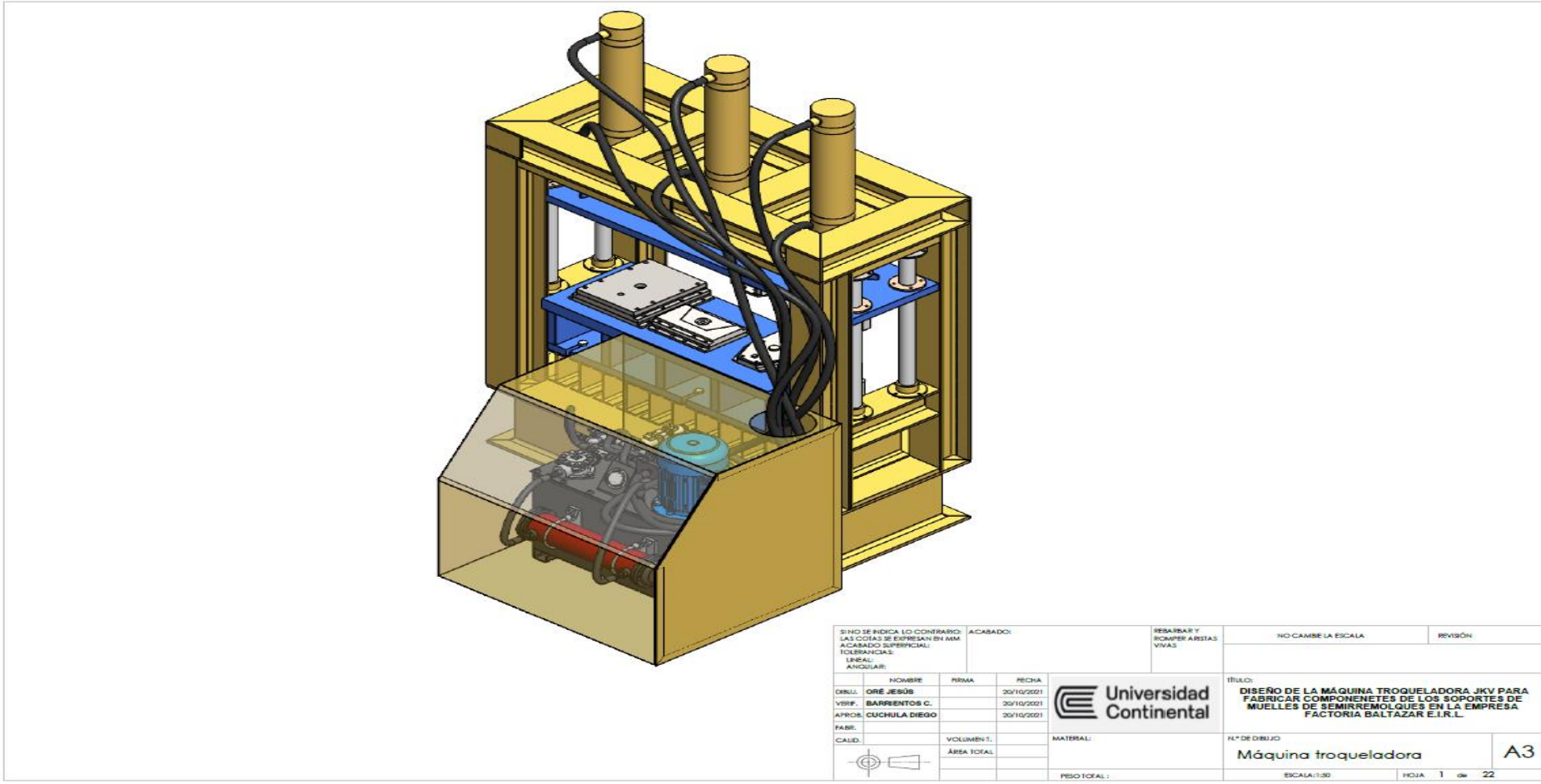
Tabla 52. ***Marcas de grados para pernos de acero (en pulgadas)***

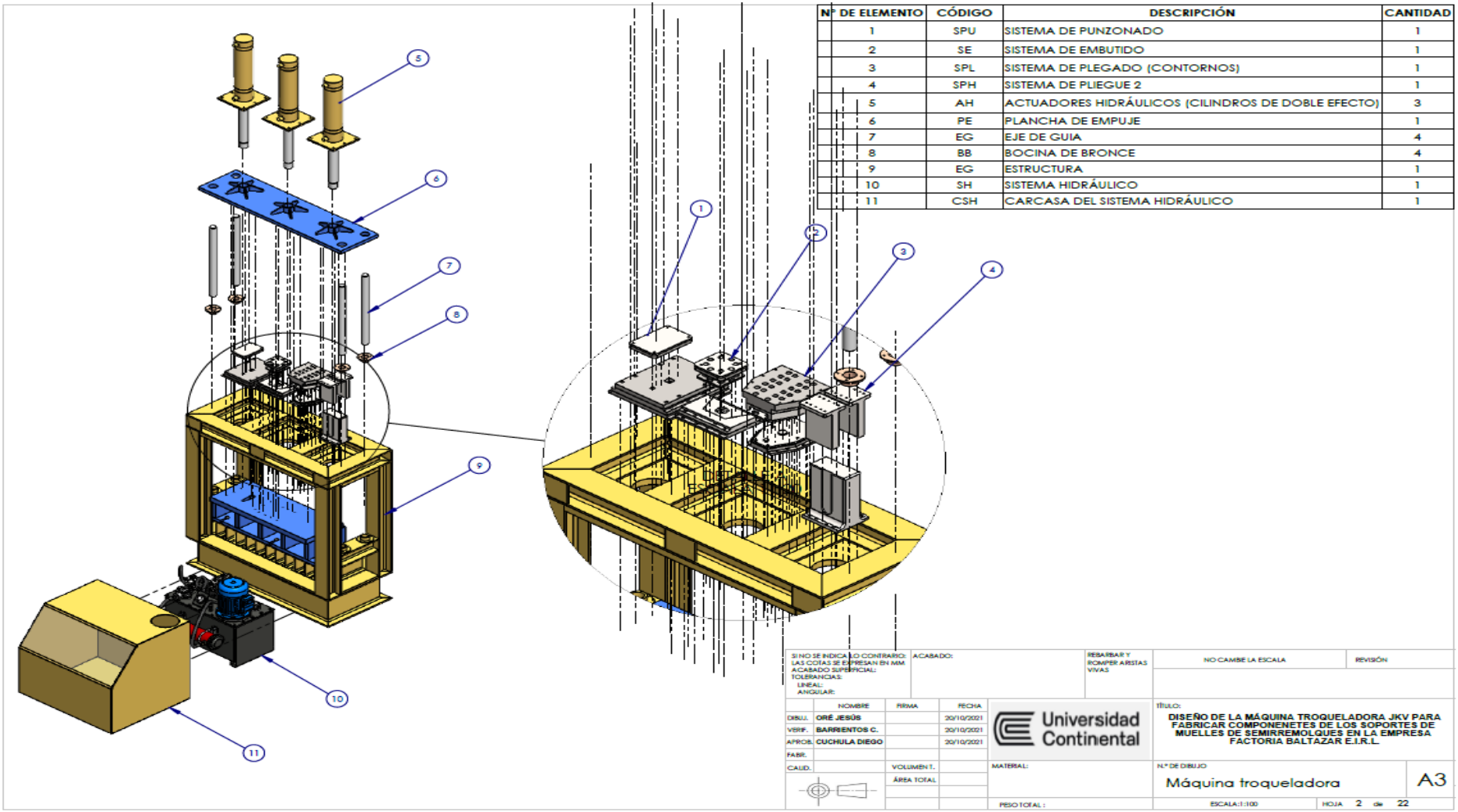
MARCAS DE GRADOS PARA PERNOS DE ACERO (EN PULGADAS)

GRADOS Y MARCAS SODIPER	ESPECIFICACIÓN	MATERIAL	DIÁMETRO NOMINAL DEL PERNO	CARGA DE PRUEBA	RESISTENCIA MIN. A LA TRACCIÓN	CARGA DE PRUEBA	RESISTENCIA MIN. A LA TRACCIÓN	CARGA DE PRUEBA	RESISTENCIA MIN. A LA TRACCIÓN	DUREZAS	
				PSI		KG/mm²		MPA		MIN	MÁX
GRADO 2	ASTM-A307 GRADO A	ACERO DE BAJO CARBONO	1/4" HASTA 3"		60.000		42		414	B69	B100
GRADO 5	ASTM-A449 TIPO 1	ACERO DE MEDIO CARBONO TEMPLADO Y REVENIDO	1/4" HASTA 1" SOBRE 1" HASTA 1.1/2" SOBRE 1.1/2" HASTA 3"	85.000 74.000 55.000	120.000 105.000 90.000	60 52 63	84 74 63	586 510 379	827 724 620	C25 C19 HB183	C34 C30 HB235
GRADO 8	ASTM-A354 GRADO BD	ACERO ALEADO TEMPLADO Y REVENIDO	1/4" HASTA 2.1/2"	120.000	150.000	84	105	827	1034	C33	C39
			SOBRE 2.1/2" HASTA 4"	105.000	140.000	74	98	724	965	C31	C39
A 325	ASTM-A325 TIPO 1	ACERO DE MEDIO CARBONO TEMPLADO Y REVENIDO	1/2" HASTA 1"	85.000	120.000	60	84	586	827	C25	C34
			SOBRE 1" HASTA 1.1/2"	74.000	105.000	52	74	510	724	C19	C30

Anexo 8

Planos





Nº DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	SPU	SISTEMA DE PUNZONADO	1
2	SE	SISTEMA DE EMBUTIDO	1
3	SPL	SISTEMA DE PLEGADO (CONTORNOS)	1
4	SPH	SISTEMA DE PLIEGUE 2	1
5	AH	ACTUADORES HIDRÁULICOS (CILINDROS DE DOBLE EFECTO)	3
6	PE	PLANCHA DE EMPUJE	1
7	EG	EJE DE GUIA	4
8	BB	BOCINA DE BRONCE	4
9	EG	ESTRUCTURA	1
10	SH	SISTEMA HIDRÁULICO	1
11	CSH	CARCASA DEL SISTEMA HIDRÁULICO	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM. ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

VOLUMEN T.

ÁREA TOTAL

Universidad Continental

TÍTULO:

DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

MATERIAL:

Nº DE DIBUJO

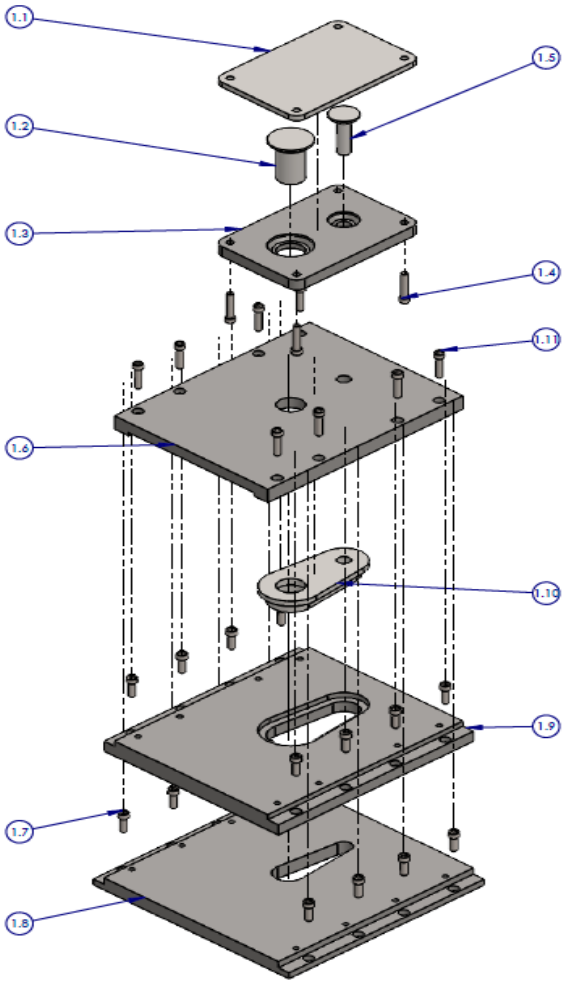
Máquina troqueladora

A3

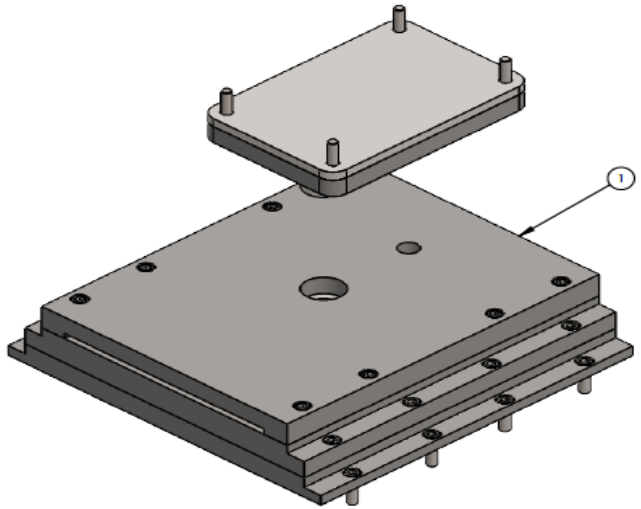
PESO TOTAL:

ESCALA:1:100

HOJA 2 de 22



1.PARTES QUE COMPONEN EL SISTEMA DE PUNZONADO			
N° DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1.1	SPU 1	PLANCHA DE CHOQUE	1
1.2	SPU 2	PUNZÓN DE 2 IN	1
1.3	SPU 3	SOPORTE SUPERIOR (PARA PUNZONADO)	1
1.4	SPU 4	PERNO DE EMPOTRAMIENTO A PLANCHA DE EMPUJE B18.3.1M - 12 x 1.75 x 60 Hex SHCS -- 36CHX	4
1.5	SPU 5	PUNZÓN DE 1IN	1
1.6	SPU 6	PLANCHADE SUJECCIÓN 1(PARA EVITAR SEPARAR AL PUNZÓN DE LA PLANCHA PUNZONADA)	1
1.7	SPU 7	PERNO DE ANCLAJE DEL SISTEMA A LA MESA HX-SHCS 0.5-20x1.375x1.375-C	16
1.8	SPU 8	ELEVADOR 1	1
1.9	SPU 9	SOPORTE DE MATRIZ	1
1.10	SPU 10	MATRIZ DE CORTE INFERIOR	1
1.11	SPU 11	PERNO SE ANCLAJE DE PLANCHA DE SUJECIÓN B18.3.1M - 12 x 1.75 x 50 Hex SHCS -- 50CHX	8



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA | REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

VOLUMEN T.
ÁREA TOTAL

Universidad Continental

TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

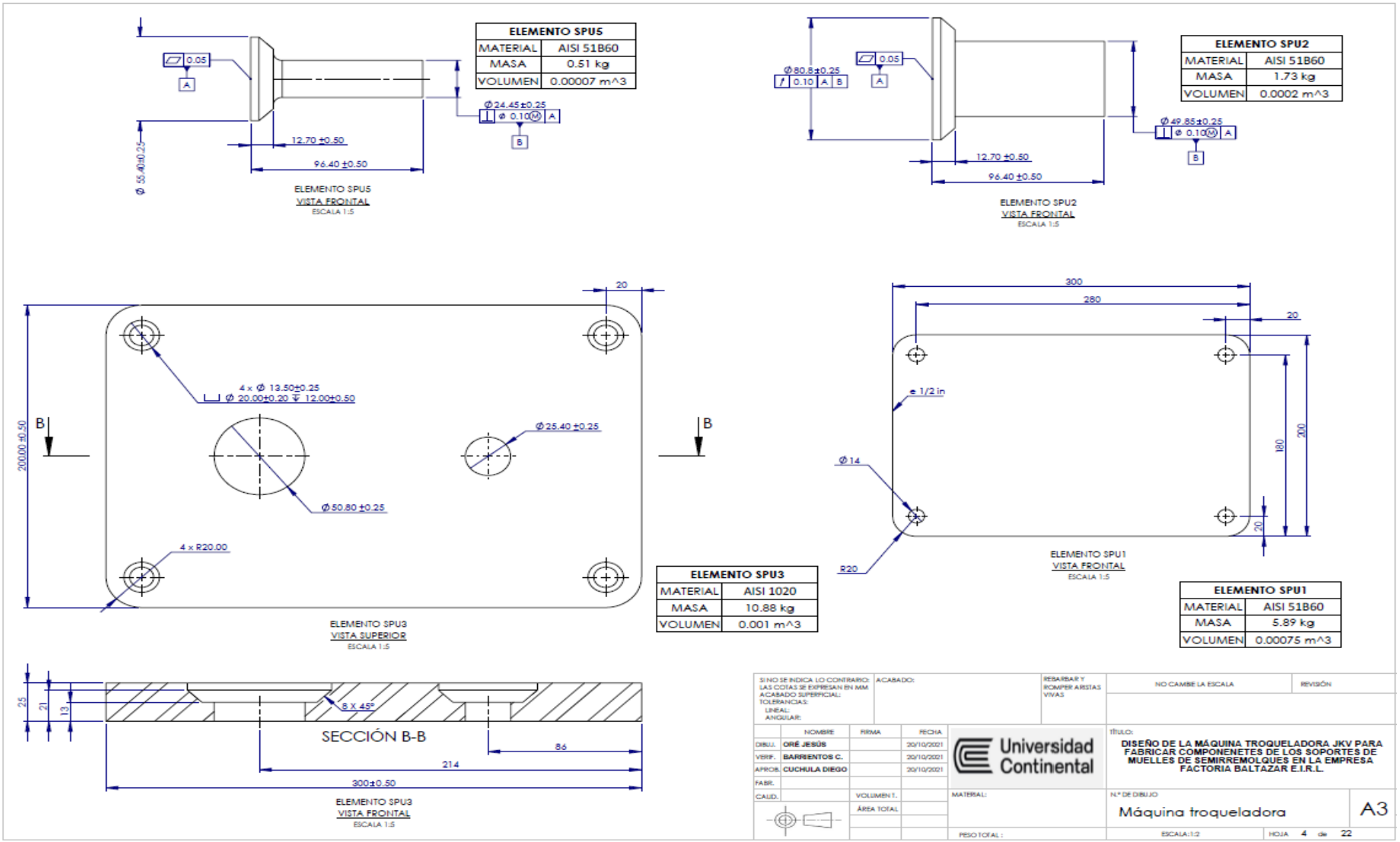
MATERIAL:

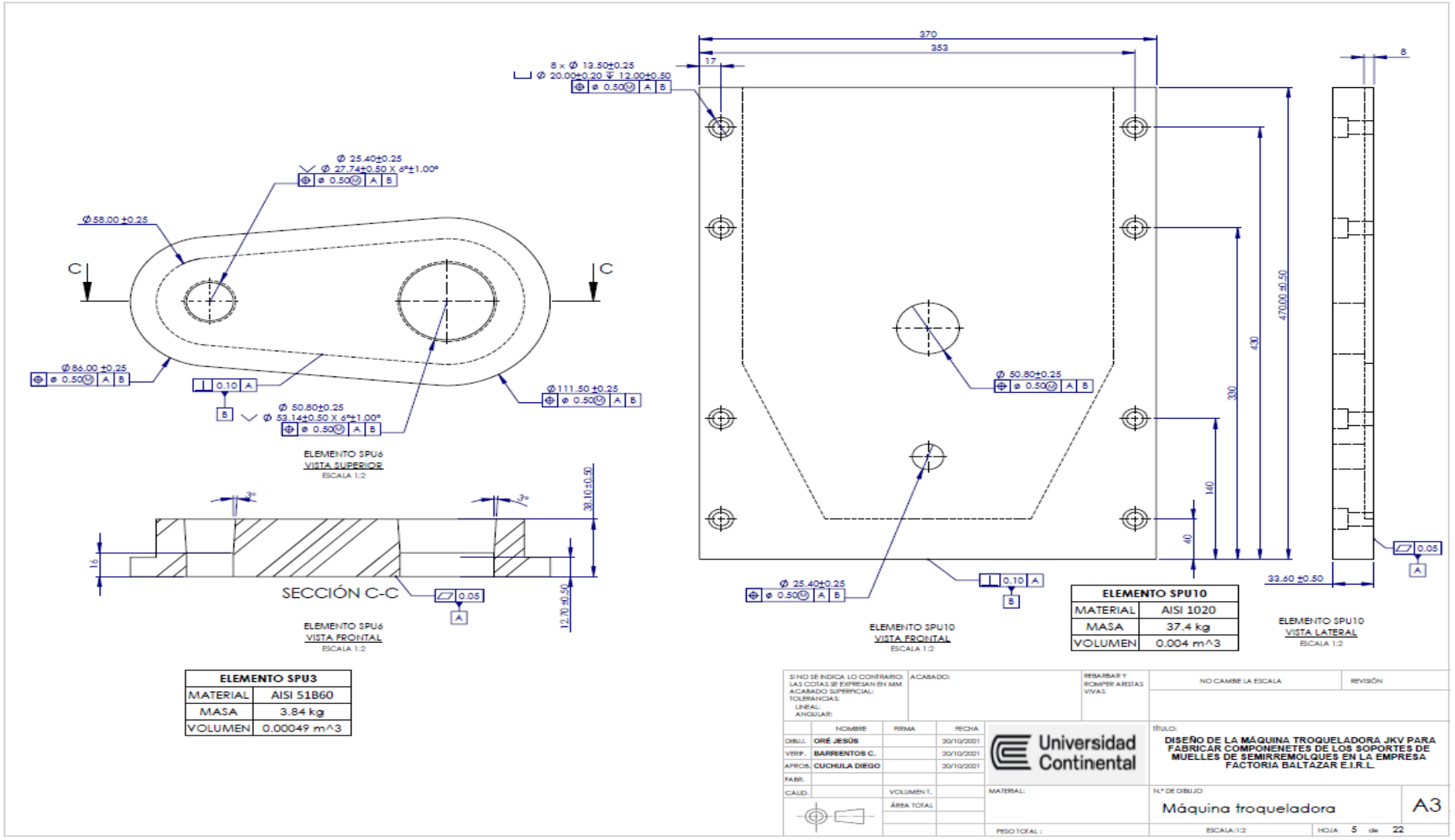
N.° DE DIBUJO
Máquina troqueladora

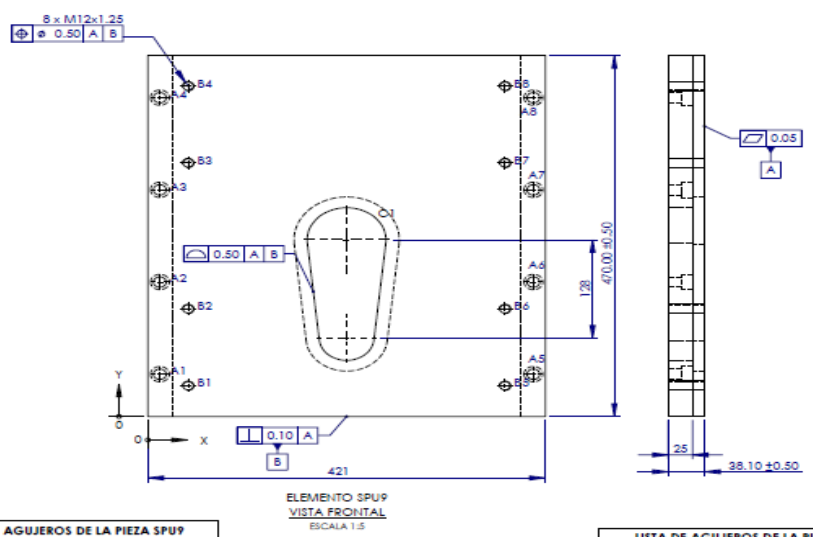
A3

PESO TOTAL :

ESCALA:1:20 HOJA 3 de 22


ELEMENTO SPU5
MATERIAL AISI 51B60
MASA 0.51 kg
VOLUMEN 0.00007 m^3
ELEMENTO SPU5
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:5
ELEMENTO SPU2
MATERIAL AISI 51B60
MASA 1.73 kg
VOLUMEN 0.0002 m^3
ELEMENTO SPU2
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:5
ELEMENTO SPU3
MATERIAL AISI 1020
MASA 10.88 kg
VOLUMEN 0.001 m^3
ELEMENTO SPU3
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1:5
ELEMENTO SPU1
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:5
ELEMENTO SPU1
MATERIAL AISI 51B60
MASA 5.89 kg
VOLUMEN 0.00075 m^3
SECCIÓN B-B
ELEMENTO SPU3
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:5
Universidad Continental
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.
Máquina troqueladora
A3
HOJA 4 de 22

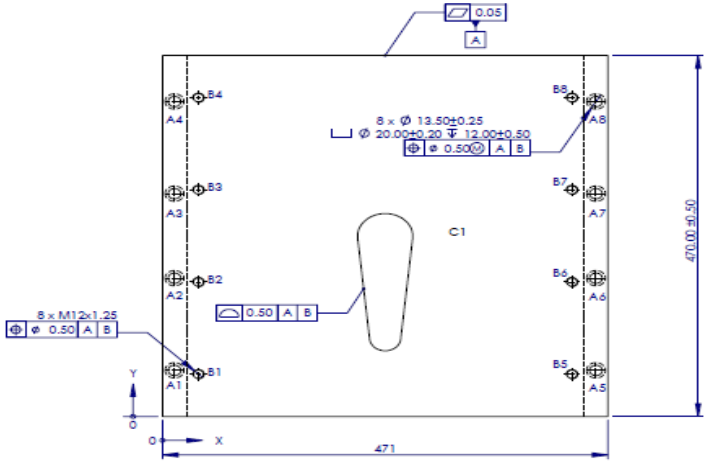

ELEMENTO SPU6
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1:2
SECCIÓN C-C
ELEMENTO SPU6
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:2
ELEMENTO SPU10
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:2
ELEMENTO SPU10
VISTA LATERAL
ESCALA 1:2
ELEMENTO SPU3
MATERIAL AISI 51B60
MASA 3.84 kg
VOLUMEN 0.00049 m^3
ELEMENTO SPU10
MATERIAL AISI 1020
MASA 37.4 kg
VOLUMEN 0.004 m^3
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.
Universidad Continental
Máquina troqueladora
A3



ELEMENTO SPU9
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:5

LISTA DE AGUJEROS DE LA PIEZA SPU9			
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	12.70	55	⌴ Ø 14 ↧ 30 Ø 20 ↧ 12
A2	12.70	175	⌴ Ø 14 ↧ 30 Ø 20 ↧ 12
A3	12.70	295	⌴ Ø 14 ↧ 30 Ø 20 ↧ 12
A4	12.70	415	⌴ Ø 14 ↧ 30 Ø 20 ↧ 12
A5	407.90	55	⌴ Ø 14 ↧ 30 Ø 20 ↧ 12
A6	407.90	175	⌴ Ø 14 ↧ 30 Ø 20 ↧ 12
A7	407.90	295	⌴ Ø 14 ↧ 30 Ø 20 ↧ 12
A8	407.90	415	⌴ Ø 14 ↧ 30 Ø 20 ↧ 12
B1	42.65	40	Ø 11 ↧ 72 M12x1.25 - 6H ↧ 61
B2	42.65	140	Ø 11 ↧ 72 M12x1.25 - 6H ↧ 61
B3	42.65	330	Ø 11 ↧ 72 M12x1.25 - 6H ↧ 61
B4	42.65	430	Ø 11 ↧ 72 M12x1.25 - 6H ↧ 61
B5	377.95	40	Ø 11 ↧ 72 M12x1.25 - 6H ↧ 61
B6	377.95	140	Ø 11 ↧ 72 M12x1.25 - 6H ↧ 61
B7	377.95	330	Ø 11 ↧ 72 M12x1.25 - 6H ↧ 61
B8	377.95	430	Ø 11 ↧ 72 M12x1.25 - 6H ↧ 61
C1	0.21	0.17	

ELEMENTO SPU3	
MATERIAL	AISI 1020
MASA	51.82
VOLUMEN	0.006 m^3



ELEMENTO SPU8
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:5

ELEMENTO SPU8	
MATERIAL	AISI 1020
MASA	48.09 kg
VOLUMEN	0.01 m^3

LISTA DE AGUJEROS DE LA PIEZA SPU8			
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	12.70	60	⌴ Ø 14 ↧ 40 Ø 20 ↧ 12
A2	12.70	180	⌴ Ø 14 ↧ 40 Ø 20 ↧ 12
A3	12.70	290	⌴ Ø 14 ↧ 40 Ø 20 ↧ 12
A4	12.70	410	⌴ Ø 14 ↧ 40 Ø 20 ↧ 12
A5	458.70	60	⌴ Ø 14 ↧ 40 Ø 20 ↧ 12
A6	458.70	180	⌴ Ø 14 ↧ 40 Ø 20 ↧ 12
A7	458.70	290	⌴ Ø 14 ↧ 40 Ø 20 ↧ 12
A8	458.70	410	⌴ Ø 14 ↧ 40 Ø 20 ↧ 12
B1	38.10	55	Ø 11 ↧ 40 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B2	38.10	175	Ø 11 ↧ 40 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B3	38.10	295	Ø 11 ↧ 40 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B4	38.10	415	Ø 11 ↧ 40 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B5	433.30	55	Ø 11 ↧ 40 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B6	433.30	175	Ø 11 ↧ 40 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B7	433.30	295	Ø 11 ↧ 40 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B8	433.30	415	Ø 11 ↧ 40 M12x1.25 - 6H ↧ 24
C1	0.24	0.17	

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:
ACABADO:
REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS
NO CAMBIE LA ESCALA
REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

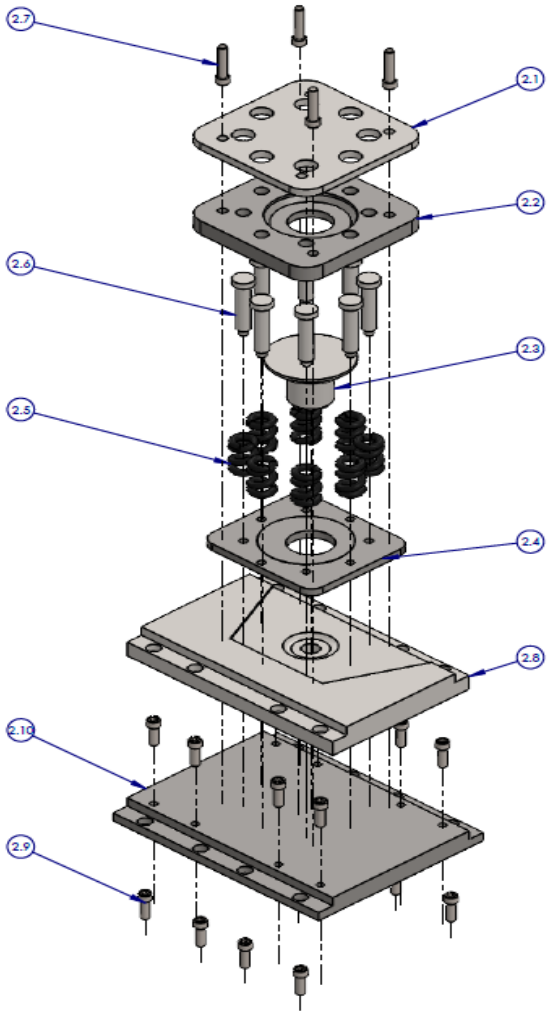
VOLUMEN T.
ÁREA TOTAL
MATERIAL:
PESO TOTAL :

Universidad Continental

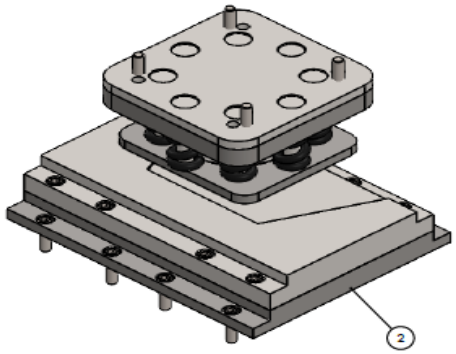
TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

N.º DE DIBUJO
Máquina troqueladora
A3

ESCALA:1:20
HOJA 6 de 22



2.PARTES QUE COMPONEN EL SISTEMA DE EMBUTIDO			
N° DE ELEMENTO	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**
2.1	SE 1	PLACA DE IMPACTO	1
2.2	SE 2	PORTA PUNZÓN	1
2.3	SE 3	PUNZÓN DE EMBUTIDO	1
2.4	SE 4	PISADOR	1
2.5	SE 5	RESORTES	8
2.6	SE 6	PERNOS DE ANCLAJE DE PISADOR	8
2.7	SE 7	PERNOS DE ANCLAJE A PLANCHA DE EMPUEJE	4
2.8	SE 8	SOPORTE INFERIOR	1
2.9	SE 9	PERNOS DE ANCLAJE	16
2.10	SE 10	ELEVADOR 2	1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

VOLUMEN T.

ÁREA TOTAL

Universidad Continental

TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

MATERIAL:

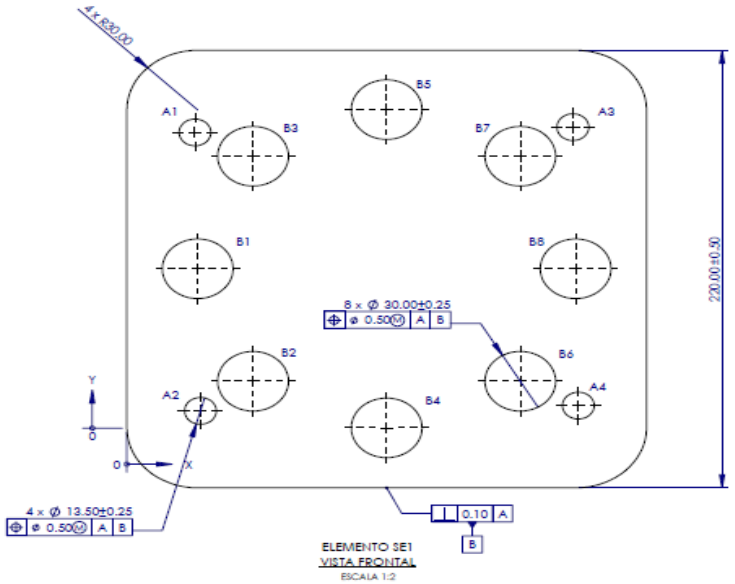
N.° DE DIBUJO
Máquina troqueladora

A3

PESO TOTAL :

ESCALA:1:20

HOJA 7 de 22

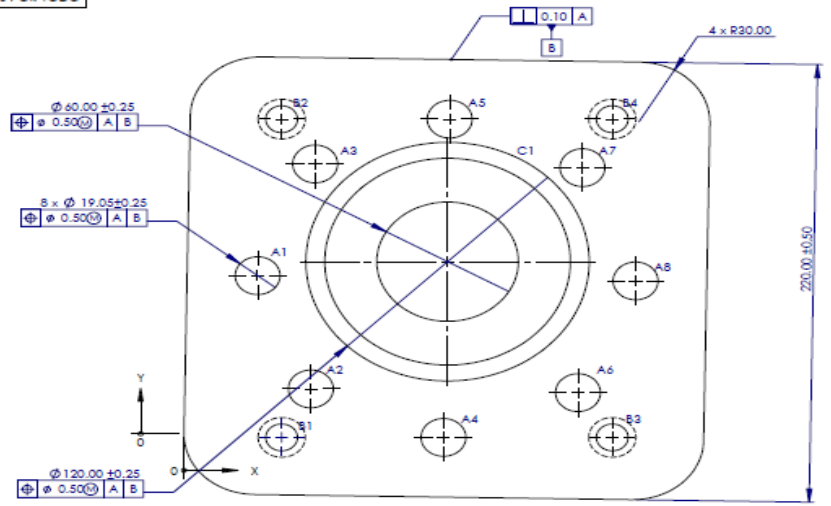


ELEMENTO SE1
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:2

LISTA DE AGUJEROS DE SE1			
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	28.86	148.67	Ø14 POR TODO
A2	31.17	8.69	Ø14 POR TODO
A3	188.83	151.31	Ø14 POR TODO
A4	191.14	11.33	Ø14 POR TODO
B1	30	80.14	Ø30 POR TODO
B2	53.43	23.57	Ø30 POR TODO
B3	53.43	136.71	Ø30 POR TODO
B4	110	0.14	Ø30 POR TODO
B5	110	160.14	Ø30 POR TODO
B6	166.57	23.57	Ø30 POR TODO
B7	166.57	136.71	Ø30 POR TODO
B8	190	80.14	Ø30 POR TODO

ELEMENTO SPU1	
MATERIAL	AISI 51B60
MASA	4.12
VOLUMEN	0.0005 m^3

ELEMENTO SPU2	
MATERIAL	AISI 1020
MASA	7.59
VOLUMEN	0.001 m^3



ELEMENTO SE2
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:2

LISTA DE AGUJEROS DE SE2			
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	31.18	79.50	Ø19 POR TODO
A2	53.67	22.55	Ø19 POR TODO
A3	55.54	135.67	Ø19 POR TODO
A4	109.85	-1.81	Ø19 POR TODO
A5	112.49	158.17	Ø19 POR TODO
A6	166.79	20.68	Ø19 POR TODO
A7	168.66	133.81	Ø19 POR TODO
A8	191.16	76.86	Ø19 POR TODO
B1	41.31	-1.83	⌴ Ø 14 ↧ 30 Ø 20 ↧ 12
B2	41.31	158.17	⌴ Ø 14 ↧ 30 Ø 20 ↧ 12
B3	181.31	-1.83	⌴ Ø 14 ↧ 30 Ø 20 ↧ 12
B4	181.31	158.17	⌴ Ø 14 ↧ 30 Ø 20 ↧ 12
C1	111.57	86.53	⌴ Ø120↧5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:
ACABADO:
REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS
NO CAMBIE LA ESCALA
REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

VOLUMEN T.
ÁREA TOTAL
PESO TOTAL :

Universidad Continental

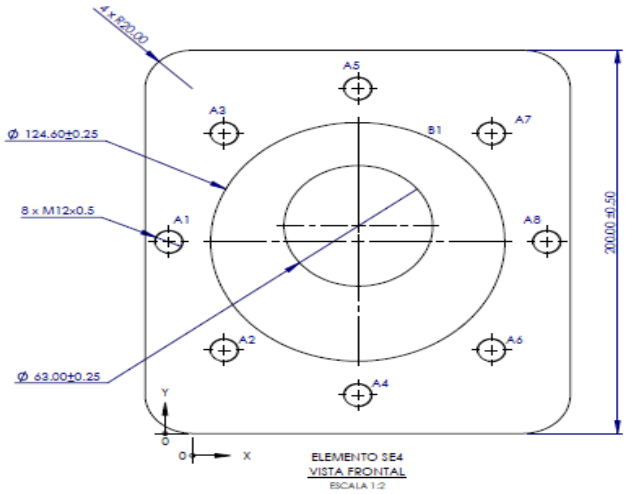
MATERIAL:

TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

N.º DE DIBUJO
Máquina troqueladora

A3

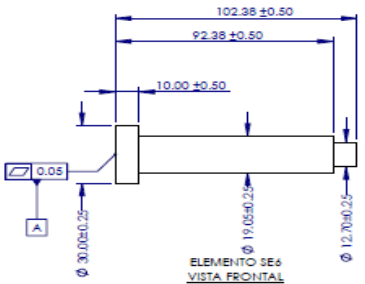
ESCALA:1:2
HOJA 8 de 22



ELEMENTO SE4
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:2

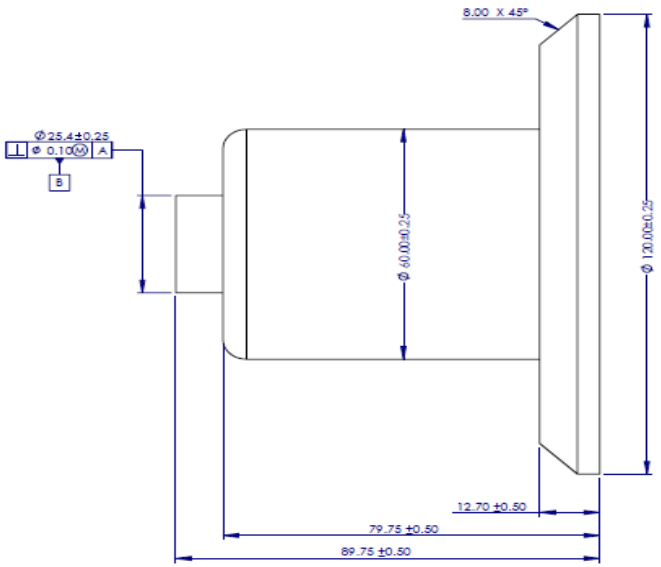
LISTA DE AGUJEROS DE LA PIEZA SE4			
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	-10	100	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 24
A2	13.43	43.43	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 24
A3	13.43	156.57	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 24
A4	70	20	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 24
A5	70	180	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 24
A6	126.57	43.43	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 24
A7	126.57	156.57	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 24
A8	150	100	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 24
B1	70	100	Ø125↧1

ELEMENTO SE4	
MATERIAL	AISI 1020
MASA	3.25
VOLUMEN	0.0004 m^3



ELEMENTO SE6
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:2

ELEMENTO SE6	
MATERIAL	AISI 51B60
MASA	0.25
VOLUMEN	0.000032 m^3



ELEMENTO SE3
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:1

ELEMENTO SE3	
MATERIAL	AISI 51B60
MASA	2.55
VOLUMEN	0.0003 m^3

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM. ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA / REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

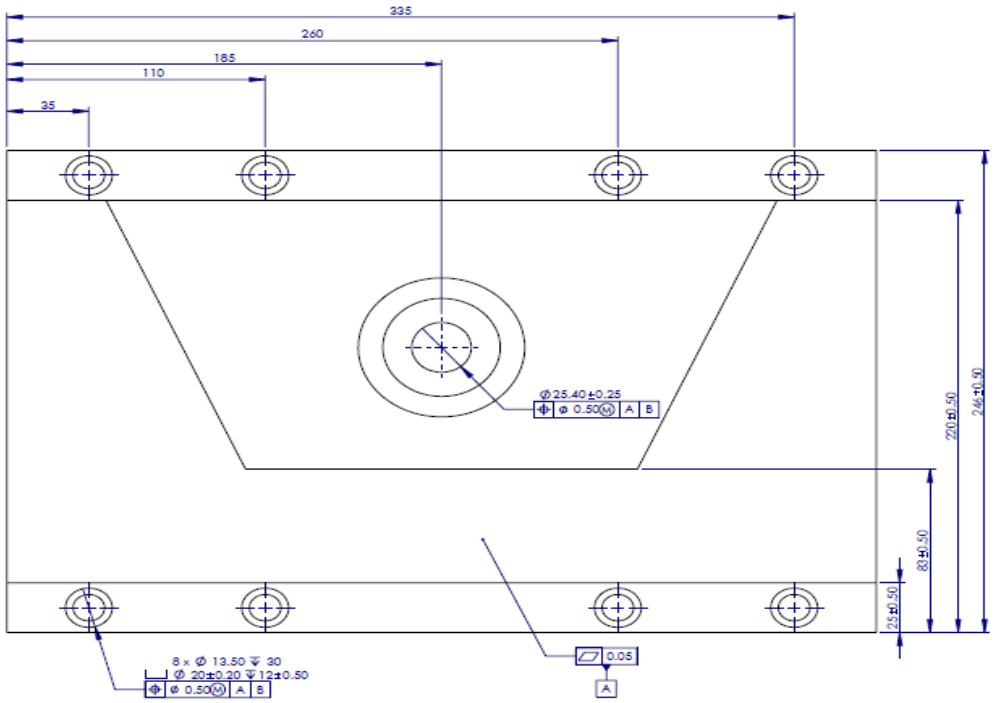
Universidad Continental

VOLUMEN T.
ÁREA TOTAL
MATERIAL:
PESO TOTAL :

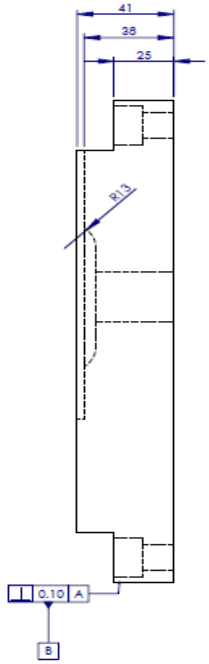
TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

N.° DE DIBUJO
Máquina troqueladora
A3

ESCALA:1:20 HOJA 9 de 22



ELEMENTO SE8
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:2



ELEMENTO SE8
VISTA LATERAL
ESCALA 1:2

ELEMENTO SE8	
MATERIAL	AISI 1020
MASA	25.66
VOLUMEN	0.0032 m^3

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

VOLUMEN T.
ÁREA TOTAL

Universidad Continental

TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

MATERIAL:

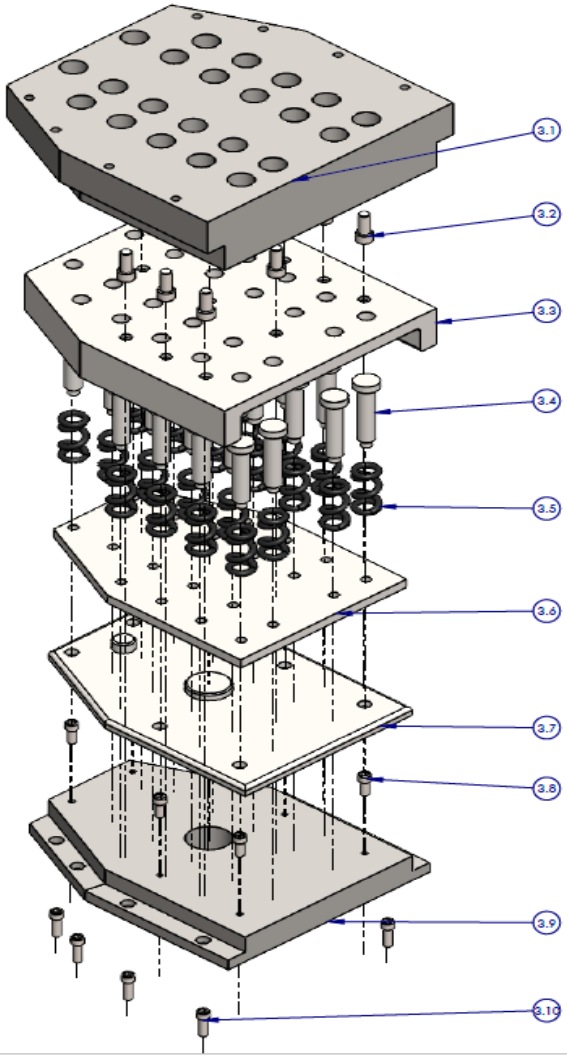
N.° DE DIBUJO
Máquina troqueladora

A3

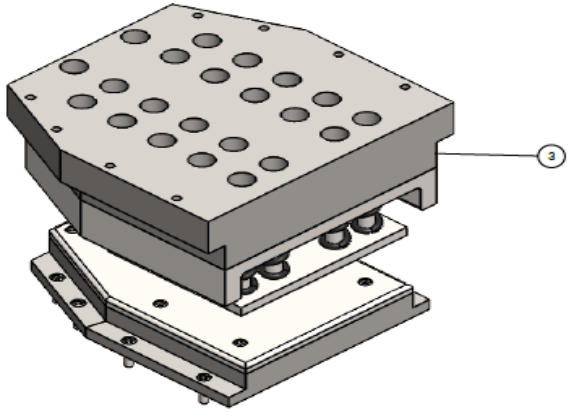
PESO TOTAL:

ESCALA: 1:20

HOJA 10 de 22



3.PARTES QUE COMPONEN EL SISTEMA DE PLEGADO (CONTORNOS)			
N° DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
3.1	SPL1	PLACA 1	1
3.2	SPL2	PERNO DE ANCLAJE DEL SISTEMA HX-SHCS 0.5-20x1.125x1.125-C	9
3.3	SPL3	PUNZÓN DE PLIEGUE	1
3.4	SPL4	PERNO DE ANCLAJE DE PISADOR	20
3.5	SPL5	RESORTE	20
3.6	SPL6	PISADOR	8
3.7	SPL7	PLANCHA PLIEGUE	4
3.8	SPL8	PERNO DE ANCLAJE DE PLANCHA DE PLIEGUE HX-SHCS 0.375-16x0.875x0.875-C	6
3.9	SPL9	ELEVADOR 3	16
3.10	SPL10	PERNO DE ANCLAJE DE ELEVADOR HX-SHCS 0.375-24x1.125x1.125-C	8



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:
ACABADO:
REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS
NO CAMBIE LA ESCALA
REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

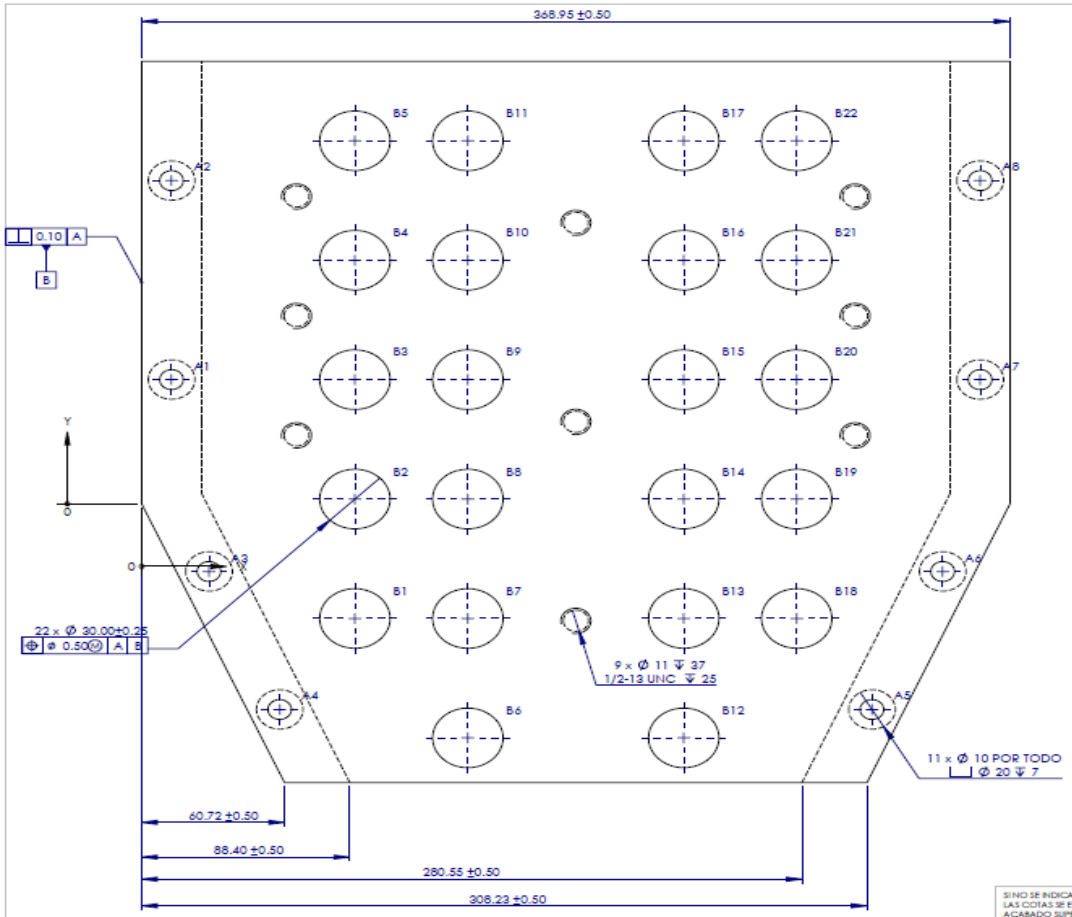
VOLUMEN T.
ÁREA TOTAL
PESO TOTAL:
MATERIAL:

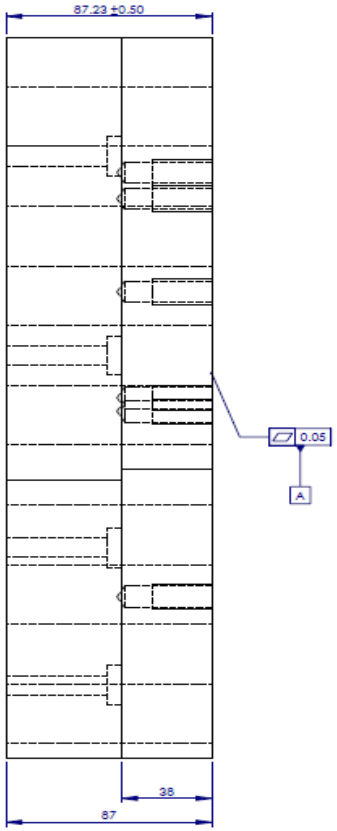
Universidad Continental

TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

N.° DE DIBUJO
Máquina troqueladora
A3

ESCALA:1:5
HOJA 11 de 22





ELEMENTO SPL1	
MATERIAL	AISI 1020
MASA	69.25
VOLUMEN	0.01 m^3

LISTA DE AGUJEROS DEL ELEMENTOS SPL1

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	12.70	62.33	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A2	12.70	162.33	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A3	28.60	-34.07	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A4	58.65	-103.41	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A5	310.29	-103.41	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A6	340.34	-34.07	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A7	356.25	62.33	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A8	356.25	162.33	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
B1	90.61	-57.67	Ø30 POR TODO
B2	90.61	2.33	Ø30 POR TODO
B3	90.61	62.33	Ø30 POR TODO
B4	90.61	122.33	Ø30 POR TODO
B5	90.61	182.33	Ø30 POR TODO
B6	138.61	-117.67	Ø30 POR TODO
B7	138.61	-57.67	Ø30 POR TODO
B8	138.61	2.33	Ø30 POR TODO
B9	138.61	62.33	Ø30 POR TODO
B10	138.61	122.33	Ø30 POR TODO
B11	138.61	182.33	Ø30 POR TODO
B12	230.34	-117.67	Ø30 POR TODO
B13	230.34	-57.67	Ø30 POR TODO
B14	230.34	2.33	Ø30 POR TODO
B15	230.34	62.33	Ø30 POR TODO
B16	230.34	122.33	Ø30 POR TODO
B17	230.34	182.33	Ø30 POR TODO
B18	278.34	-57.67	Ø30 POR TODO
B19	278.34	2.33	Ø30 POR TODO
B20	278.34	62.33	Ø30 POR TODO
B21	278.34	122.33	Ø30 POR TODO
B22	278.34	182.33	Ø30 POR TODO

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:
ACABADO:
REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS
NO CAMBIE LA ESCALA
REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

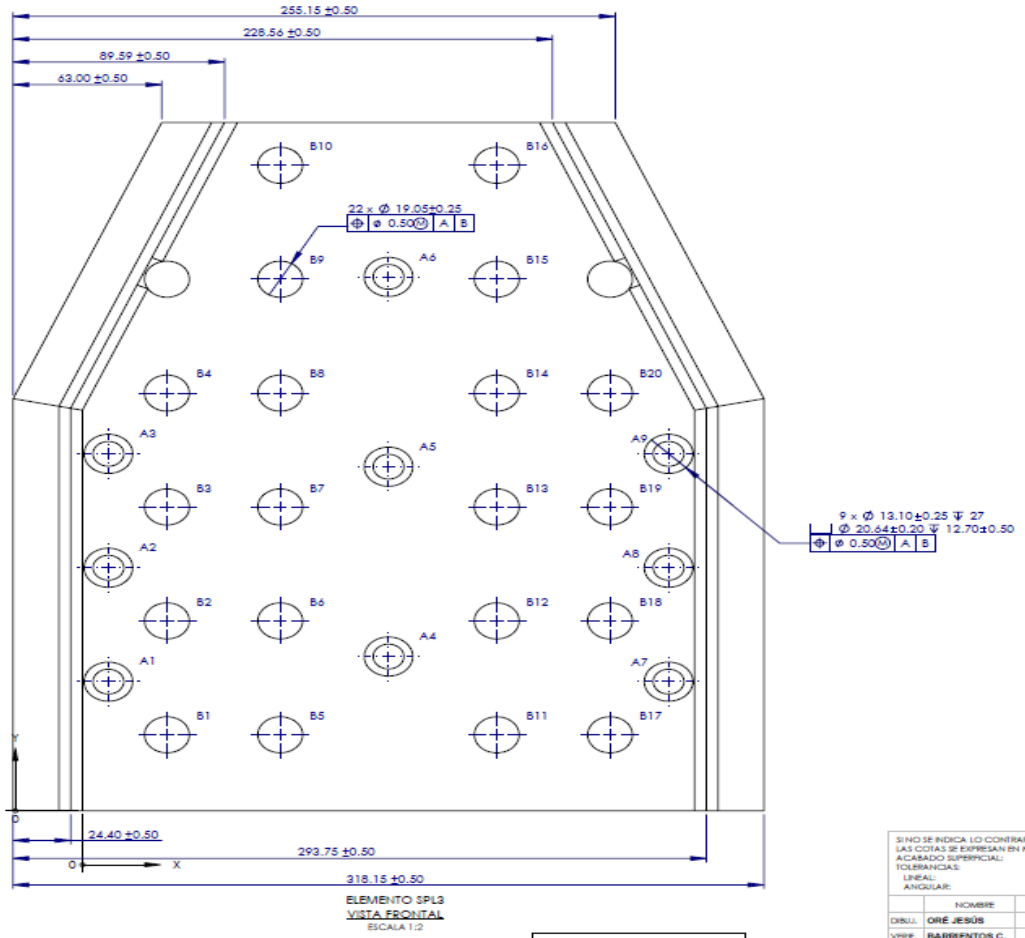
VOLUMEN T.
ÁREA TOTAL
MATERIAL:
PESO TOTAL :

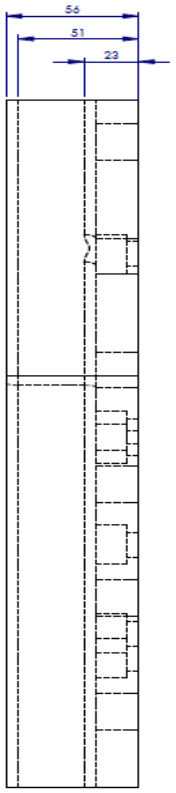
Universidad Continental

TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

N.º DE DIBUJO
Máquina troqueladora
A3

ESCALA:1:5
HOJA 12 de 22





LISTA DE AGUJEROS DEL ELEMENTO SPL3

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	11	68	⌴ Ø 13 ↧ 27 Ø 21 ↧ 13
A2	11	128	⌴ Ø 13 ↧ 27 Ø 21 ↧ 13
A3	11	188	⌴ Ø 13 ↧ 27 Ø 21 ↧ 13
A4	129.67	81.22	⌴ Ø 13 ↧ 27 Ø 21 ↧ 13
A5	129.67	181.22	⌴ Ø 13 ↧ 27 Ø 21 ↧ 13
A6	129.67	281.22	⌴ Ø 13 ↧ 27 Ø 21 ↧ 13
A7	248.35	68	⌴ Ø 13 ↧ 27 Ø 21 ↧ 13
A8	248.35	128	⌴ Ø 13 ↧ 27 Ø 21 ↧ 13
A9	248.35	188	⌴ Ø 13 ↧ 27 Ø 21 ↧ 13
B1	35.81	40	Ø 19 POR TODO
B2	35.81	100	Ø 19 POR TODO
B3	35.81	160	Ø 19 POR TODO
B4	35.81	220	Ø 19 POR TODO
B5	83.81	40	Ø 19 POR TODO
B6	83.81	100	Ø 19 POR TODO
B7	83.81	160	Ø 19 POR TODO
B8	83.81	220	Ø 19 POR TODO
B9	83.81	280	Ø 19 POR TODO
B10	83.81	340	Ø 19 POR TODO
B11	175.54	40	Ø 19 POR TODO
B12	175.54	100	Ø 19 POR TODO
B13	175.54	160	Ø 19 POR TODO
B14	175.54	220	Ø 19 POR TODO
B15	175.54	280	Ø 19 POR TODO
B16	175.54	340	Ø 19 POR TODO
B17	223.54	40	Ø 19 POR TODO
B18	223.54	100	Ø 19 POR TODO
B19	223.54	160	Ø 19 POR TODO
B20	223.54	220	Ø 19 POR TODO

ELEMENTO SE8	
MATERIAL	AISI 51B60
MASA	19.1
VOLUMEN	0.002 m^3

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA | REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

VOLUMEN T.
ÁREA TOTAL

Universidad Continental

TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

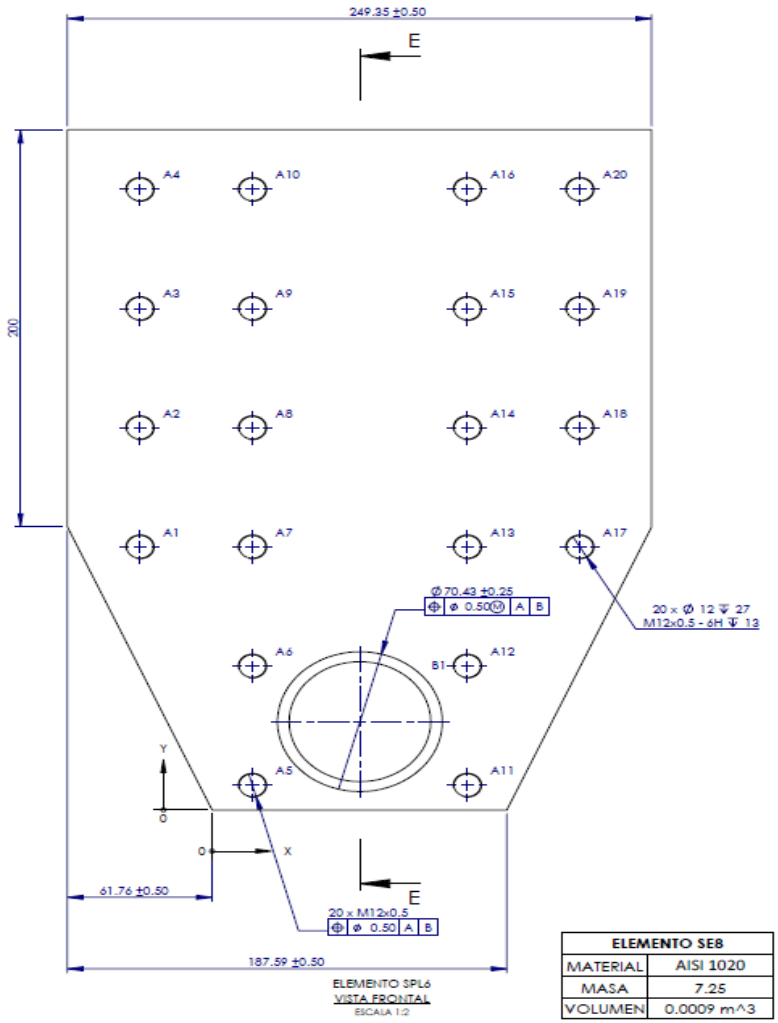
MATERIAL:

N.° DE DIBUJO
Máquina troqueladora

A3

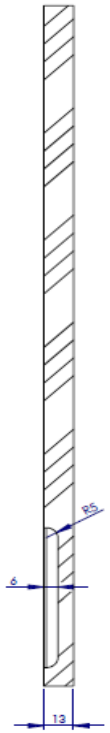
PESO TOTAL:

ESCALA: 1:5 | HOJA 13 de 22



ELEMENTO SPL6
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:2

ELEMENTO SE8	
MATERIAL	AISI 1020
MASA	7.25
VOLUMEN	0.0009 m^3



SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 2

ELEMENTO SPL6
VISTA LATERAL
ESCALA 1:2

LISTA DE AGUJEROS DEL ELEMENTO SPL6			
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	-30.76	132.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A2	-30.76	192.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A3	-30.76	252.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A4	-30.76	312.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A5	17.24	12.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A6	17.24	72.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A7	17.24	132.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A8	17.24	192.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A9	17.24	252.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A10	17.24	312.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A11	108.98	12.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A12	108.98	72.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A13	108.98	132.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A14	108.98	192.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A15	108.98	252.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A16	108.98	312.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A17	156.98	132.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A18	156.98	192.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A19	156.98	252.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
A20	156.98	312.45	Ø 12 ↧ 27 M12x0.5 - 6H ↧ 13
B1	63.11	44.45	Ø70↧1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA | REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

VOLUMEN T.
ÁREA TOTAL

Universidad Continental

MATERIAL:

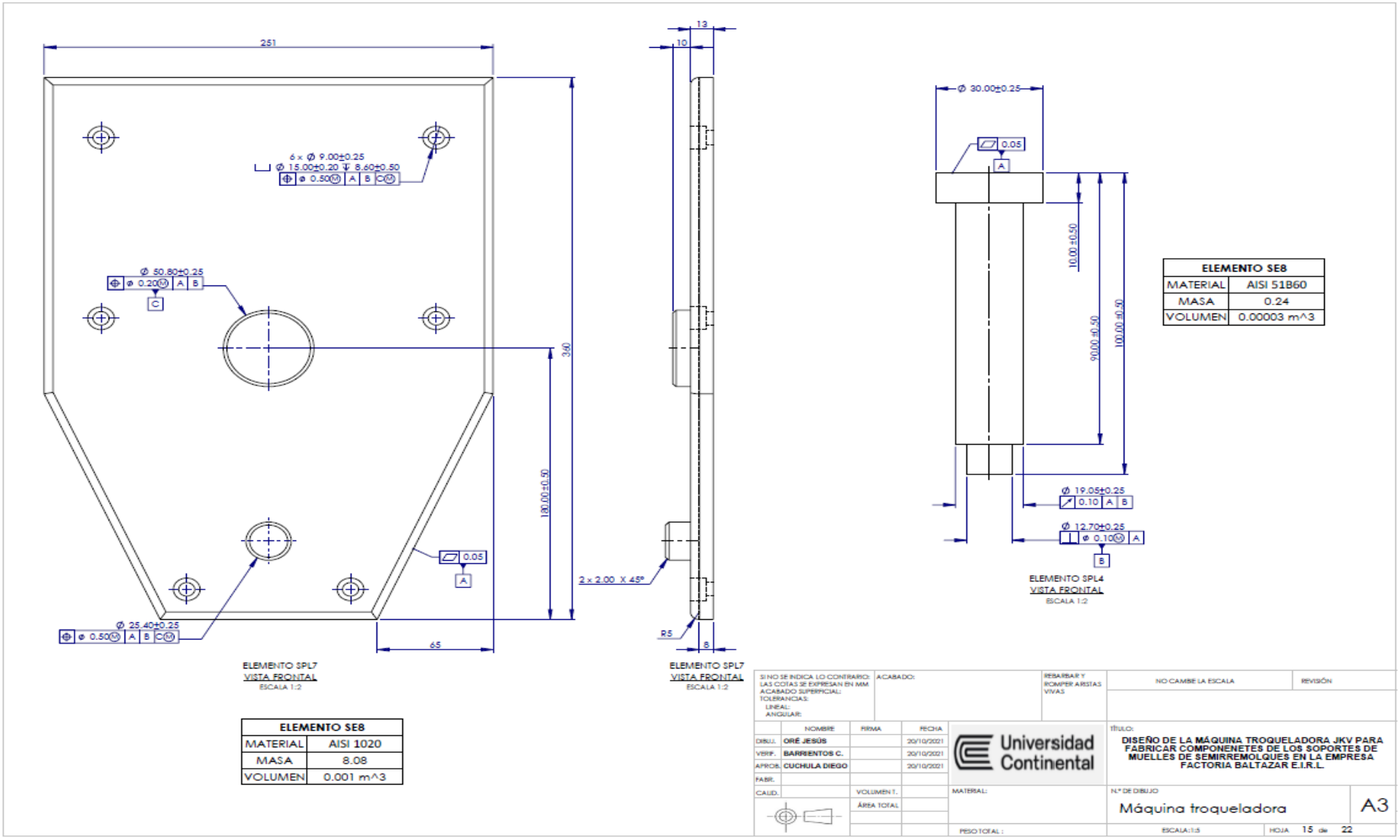
PESO TOTAL :

TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

N.° DE DIBUJO
Máquina troqueladora

A3

ESCALA: 1:5 | HOJA 14 de 22



ELEMENTO SE8	
MATERIAL	AISI 1020
MASA	8.08
VOLUMEN	0.001 m^3

ELEMENTO SE8	
MATERIAL	AISI 51B60
MASA	0.24
VOLUMEN	0.00003 m^3

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.		VOLUMEN T.	
		ÁREA TOTAL	

Universidad Continental

TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

MATERIAL:

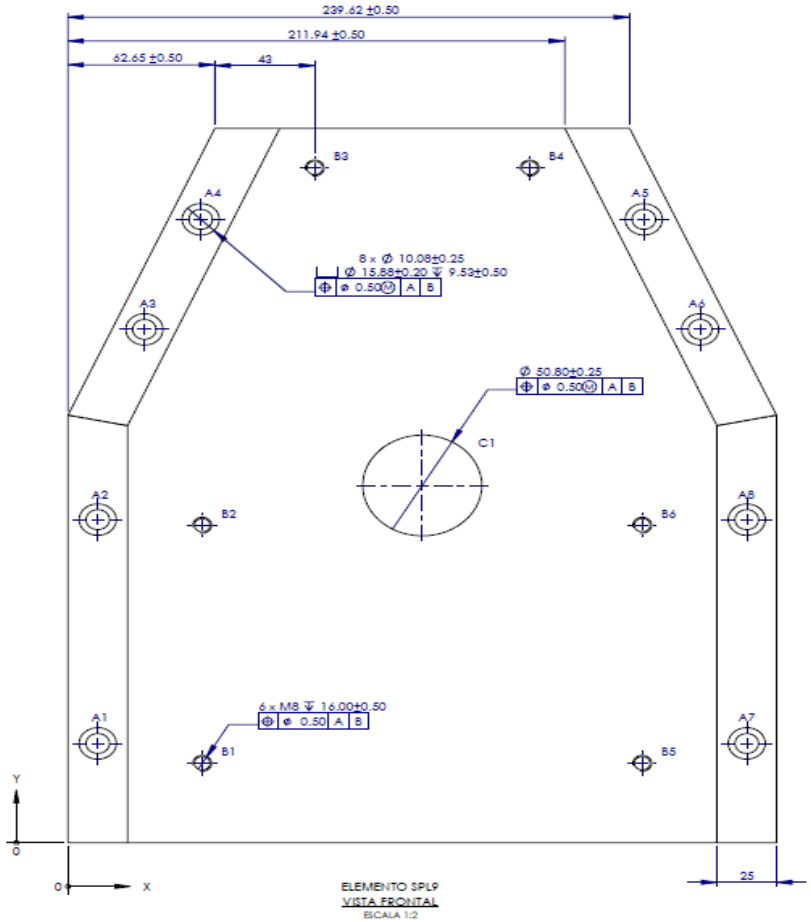
N.º DE DIBUJO
Máquina troqueladora

A3

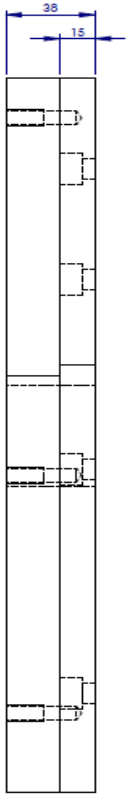
PESO TOTAL:

ESCALA:1:5

HOJA 15 de 22



ELEMENTO SPL9
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:2



ELEMENTO SPL9
VISTA LATERAL
ESCALA 1:2

LISTA DE AGUJEROS DEL ELEMENTO SPL9			
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	12.70	50	⌀ 10 ↧ 40 ⌴ ⌀ 16 ↧ 10
A2	12.70	162.79	⌀ 10 ↧ 40 ⌴ ⌀ 16 ↧ 10
A3	32.58	258.66	⌀ 10 ↧ 40 ⌴ ⌀ 16 ↧ 10
A4	56.61	314.12	⌀ 10 ↧ 40 ⌴ ⌀ 16 ↧ 10
A5	245.66	314.12	⌀ 10 ↧ 40 ⌴ ⌀ 16 ↧ 10
A6	269.69	258.66	⌀ 10 ↧ 40 ⌴ ⌀ 16 ↧ 10
A7	289.57	50	⌀ 10 ↧ 40 ⌴ ⌀ 16 ↧ 10
A8	289.57	162.79	⌀ 10 ↧ 40 ⌴ ⌀ 16 ↧ 10
B1	57.27	40	⌀ 7 ↧ 30 M8 - 6H ↧ 16
B2	57.27	160	⌀ 7 ↧ 30 M8 - 6H ↧ 16
B3	105.27	340	⌀ 7 ↧ 30 M8 - 6H ↧ 16
B4	197	340	⌀ 7 ↧ 30 M8 - 6H ↧ 16
B5	245	40	⌀ 7 ↧ 30 M8 - 6H ↧ 16
B6	245	160	⌀ 7 ↧ 30 M8 - 6H ↧ 16
C1	151.14	180	Ø51 POR TODO

ELEMENTO SE8	
MATERIAL	AISI 1020
MASA	25.76
VOLUMEN	0.0033 m^3

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA / REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

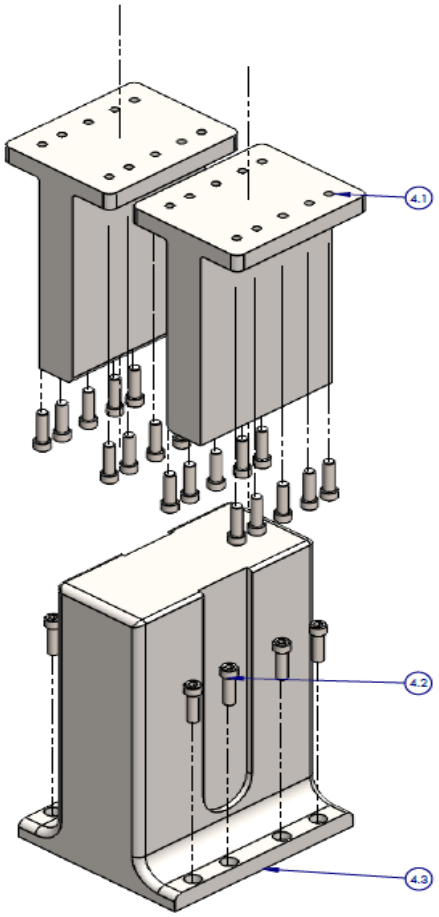
Universidad Continental

VOLUMEN 1.
ÁREA TOTAL
MATERIAL:
PESO TOTAL :

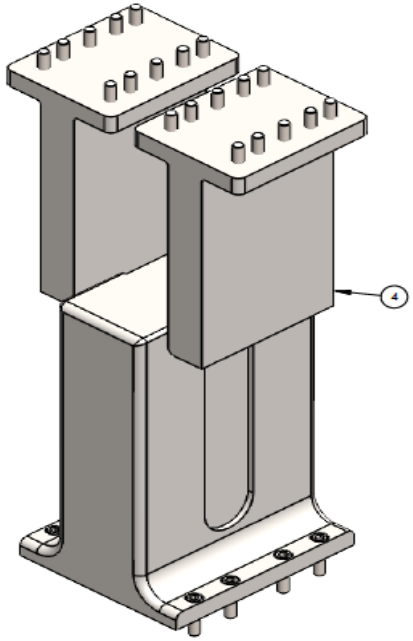
TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

N.° DE DIBUJO
Máquina troqueladora
A3

ESCALA: 1:5 HOJA 16 de 22



4.PARTES QUE COMPONEN EL SISTEMA DE PLIEGUE 2			
N° DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
4.1	SPH1	PUNZÓN SUPERIOR	2
4.2	SPH2	PERNO DE ANCLAJE DEL SISTEMA HX-SHCS 0.5-20x1.75x1.75-C	28
4.3	SPH3	PUNZÓN DE INFERIOR	1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBATIRAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA / REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBU.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.		VOLUMEN T.	
		ÁREA TOTAL	

Universidad Continental

TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

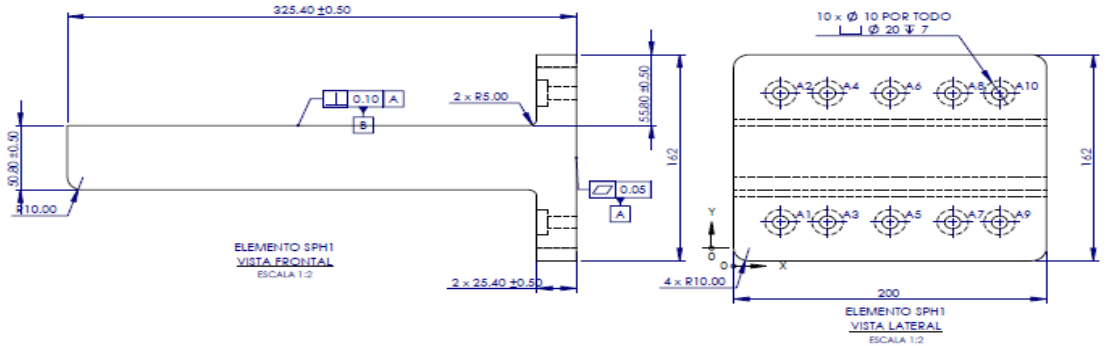
MATERIAL:

N.° DE DIBUJO
Máquina troqueladora

A3

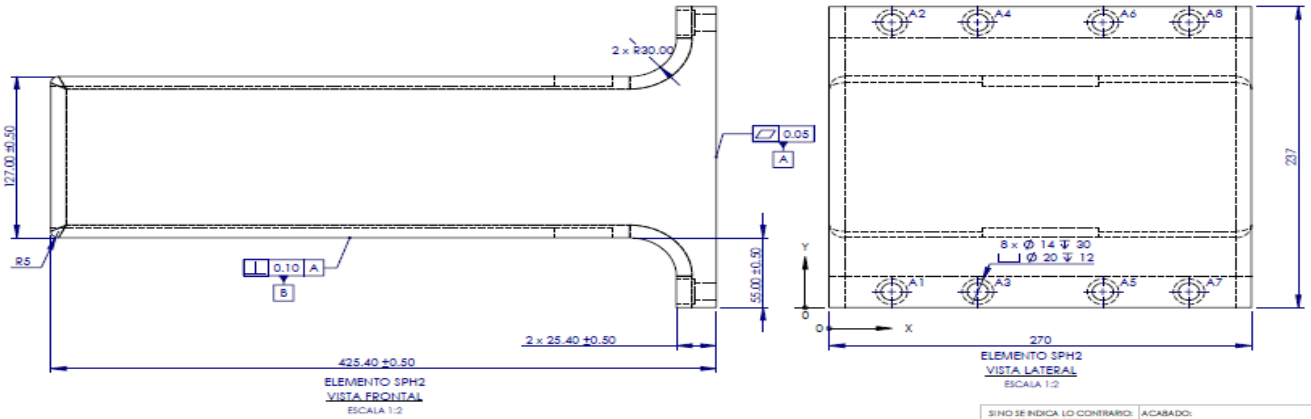
PESO TOTAL:

ESCALA:1:10 HOJA 17 de 22



LISTA DE AGUJEROS DEL ELEMENTO SPH1			
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	30	20.40	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A2	30	122	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A3	60	20.40	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A4	60	122	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A5	100	20.40	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A6	100	122	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A7	140	20.40	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A8	140	122	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A9	170	20.40	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7
A10	170	122	Ø 10 POR TODO ⌴ Ø 20 ↧ 7

ELEMENTO SPH1	
MATERIAL	AISI 51B60
MASA	29.89
VOLUMEN	0.0038 m^3



LISTA DE AGUJEROS DEL ELEMENTO SPH2			
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	40	12.50	Ø 14 ↧ 30 ⌴ Ø 20 ↧ 12
A2	40	224.50	Ø 14 ↧ 30 ⌴ Ø 20 ↧ 12
A3	95	12.50	Ø 14 ↧ 30 ⌴ Ø 20 ↧ 12
A4	95	224.50	Ø 14 ↧ 30 ⌴ Ø 20 ↧ 12
A5	175	12.50	Ø 14 ↧ 30 ⌴ Ø 20 ↧ 12
A6	175	224.50	Ø 14 ↧ 30 ⌴ Ø 20 ↧ 12
A7	230	12.50	Ø 14 ↧ 30 ⌴ Ø 20 ↧ 12
A8	230	224.50	Ø 14 ↧ 30 ⌴ Ø 20 ↧ 12

ELEMENTO SPH2	
MATERIAL	AISI 51B60
MASA	116.52
VOLUMEN	0.01 m^3

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

VOLUMEN T.
ÁREA TOTAL

Universidad Continental

TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

MATERIAL:

PESO TOTAL:

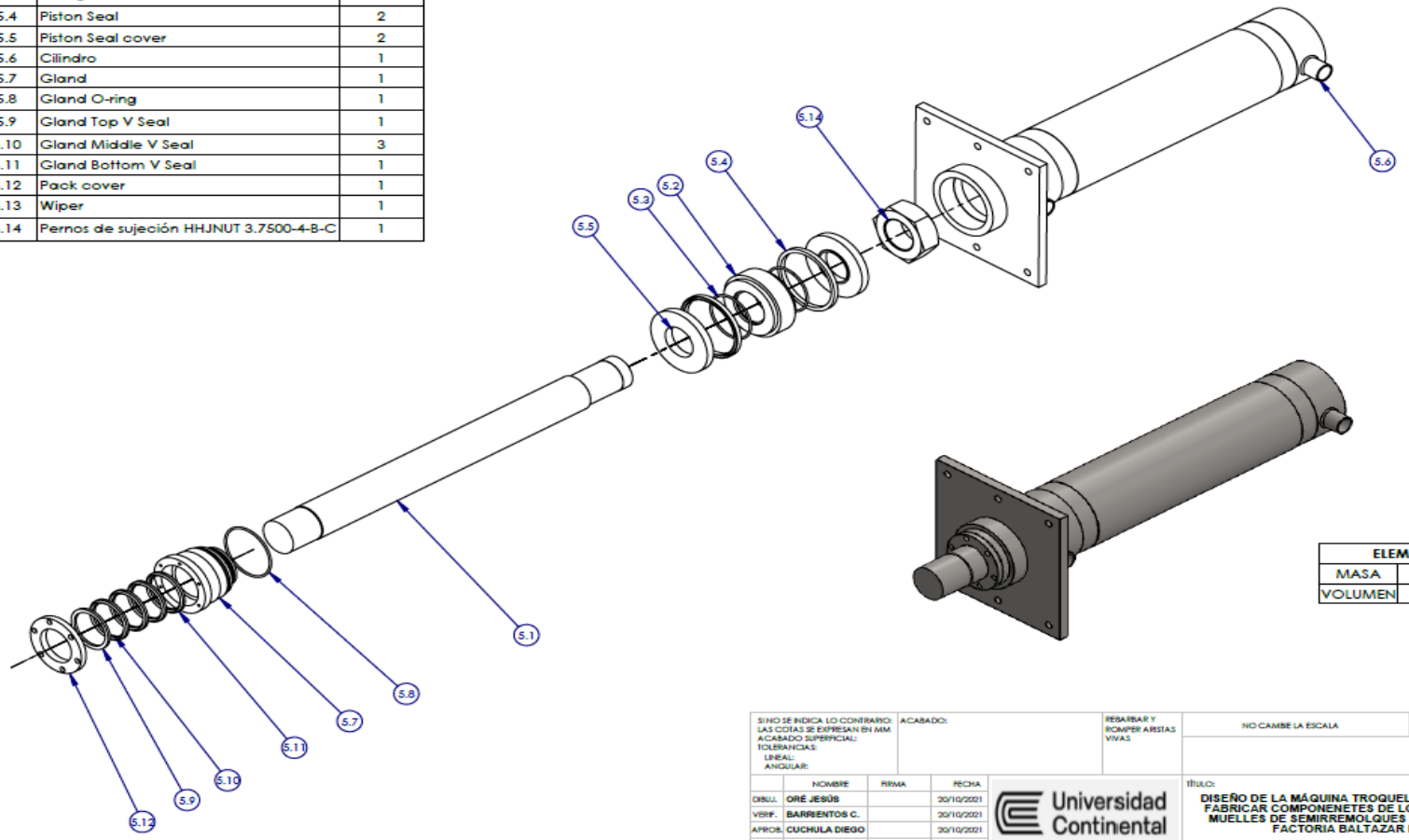
N.° DE DIBUJO
Máquina troqueladora

A3

ESCALA:1:10

HOJA 18 de 22

5.PARTES QUE COMPONENTES DEL ACTUADOR HIDRÁULICO			
N.° DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
5.1	P5.1	Rod	1
5.2	P5.2	Piston	1
5.3	P5.3	O-ring	2
5.4	P5.4	Piston Seal	2
5.5	P5.5	Piston Seal cover	2
5.6	P5.6	Cilindro	1
5.7	P5.7	Gland	1
5.8	P5.8	Gland O-ring	1
5.9	P5.9	Gland Top V Seal	1
5.10	P5.10	Gland Middle V Seal	3
5.11	P5.11	Gland Bottom V Seal	1
5.12	P5.12	Pack cover	1
5.13	P5.13	Wiper	1
5.14	P5.14	Pernos de sujeción HHJNUT 3.7500-4-B-C	1



ELEMENTO 5	
MASA	178
VOLUMEN	0.02 m^3

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM. ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA / REVISIÓN
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			
VOLUMEN T.			
ÁREA TOTAL			
MATERIAL:			
PESO TOTAL:			

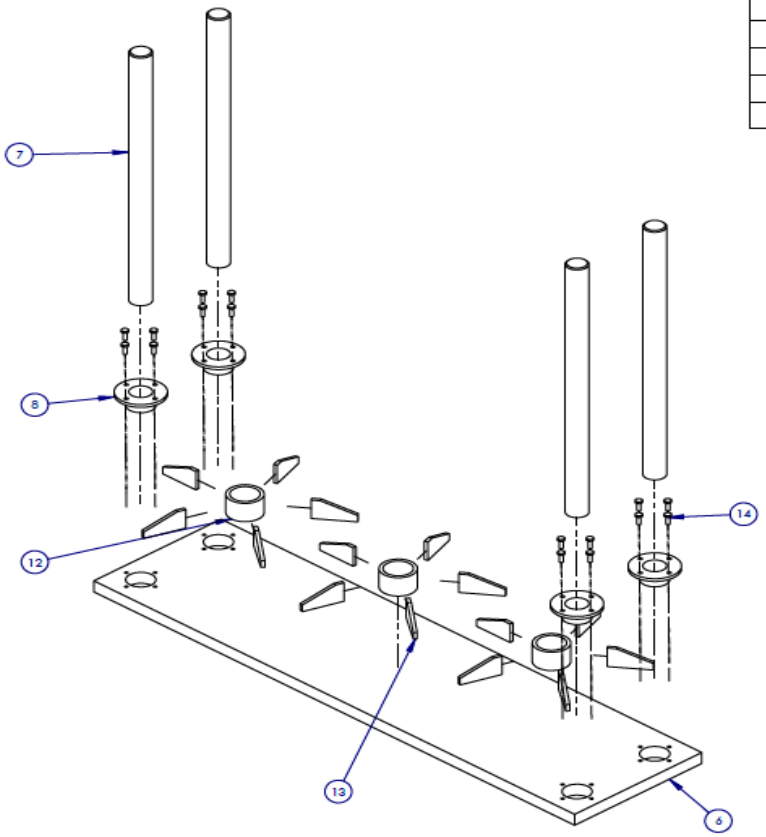
Universidad Continental

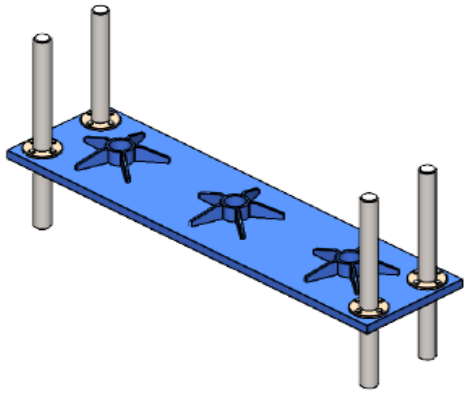
TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

N.° DE DIBUJO: Máquina troqueladora | A3

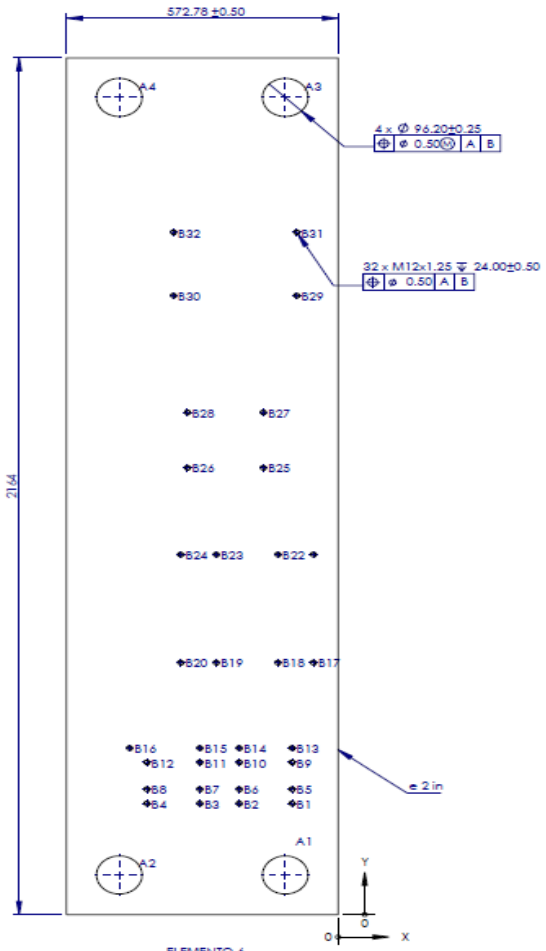
ESCALA: 1:50 | HOJA 19 de 22

PARTES QUE COMPONEN EL SISTEMA DE EMPUJE			
N° DE ELEMENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
6	PS1	PLANCHA DE EMPUJE	1
7	EG1	EJE GUIA	4
8	BB1	BOCINA DE BRONE	4
12	BA1	BOCINA DE ANCLAJE	3
13	R1	REFUERZO	15
14	PBB	PERNOS PARA BOCINA DE BRONCE HHFBOLT 0.5000-13x1.5x1.25-C	16





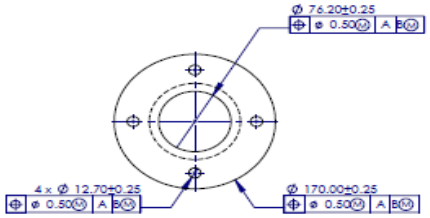
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM. ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	Universidad Continental	TÍTULO: DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021		
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021		
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021		
FABR.					
CALID.		VOLUMEN T.		MATERIAL:	N.° DE DIBUJO: Máquina troqueladora — A3
		ÁREA TOTAL			
				PESO TOTAL :	ESCALA: 1:20 — HOJA 20 de 22



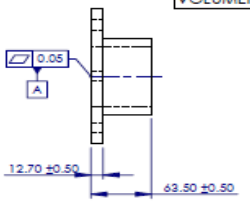
ELEMENTO 6
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:10

LISTA DE AGUJEROS DEL ELEMENTO 6			
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	-111.40	100	Ø96 POR TODO
A2	-461.39	100	Ø96 POR TODO
A3	-111.40	2064	Ø96 POR TODO
A4	-461.39	2064	Ø96 POR TODO
B1	-97.16	280.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B2	-208.76	280.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B3	-291.83	280.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B4	-403.43	280.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B5	-97.16	316.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B6	-208.76	316.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B7	-291.83	316.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B8	-403.43	316.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B9	-97.16	384.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B10	-208.76	384.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B11	-291.83	384.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B12	-403.43	384.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B13	-97.16	420.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B14	-208.76	420.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B15	-291.83	420.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B16	-499.93	420.31	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B17	-52.12	636.04	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B18	-127.12	636.04	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B19	-257.12	636.04	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B20	-332.12	636.04	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B21	-52.12	909.11	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B22	-127.12	909.11	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B23	-257.12	909.11	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B24	-332.12	909.11	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B25	-157.87	1128.20	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B26	-317.87	1128.20	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B27	-157.87	1268.20	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B28	-317.87	1268.20	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B29	-87.41	1563.10	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B30	-347.41	1563.10	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B31	-87.41	1723.10	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24
B32	-347.41	1723.10	Ø 11 ↧ 30 M12x1.25 - 6H ↧ 24

ELEMENTO 6	
MATERIAL	AISI 1020
MASA	486
VOLUMEN	0.06 m^3



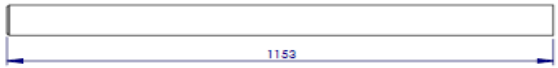
ELEMENTO 8
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:5



ELEMENTO 8
VISTA LATERAL
ESCALA 1:5

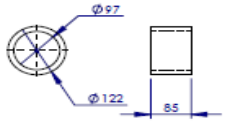
ELEMENTO 6	
MATERIAL	AISI 1020
MASA	3.18 Kg
VOLUMEN	0.00036 m^3

ELEMENTO 7
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:10



ELEMENTO 7
VISTA LATERAL
ESCALA 1:10

ELEMENTO 7	
MATERIAL	AISI 1020
MASA	40.98 Kg
VOLUMEN	0.01 m^3



ELEMENTO 12
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:10

ELEMENTO 12
VISTA LATERAL
ESCALA 1:10

ELEMENTO 12	
MATERIAL	AISI 1020
MASA	2.93 Kg
VOLUMEN	0.00032 m^3

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:
ACABADO:
REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS
NO CAMBIE LA ESCALA
REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021
FABR.			
CALID.			

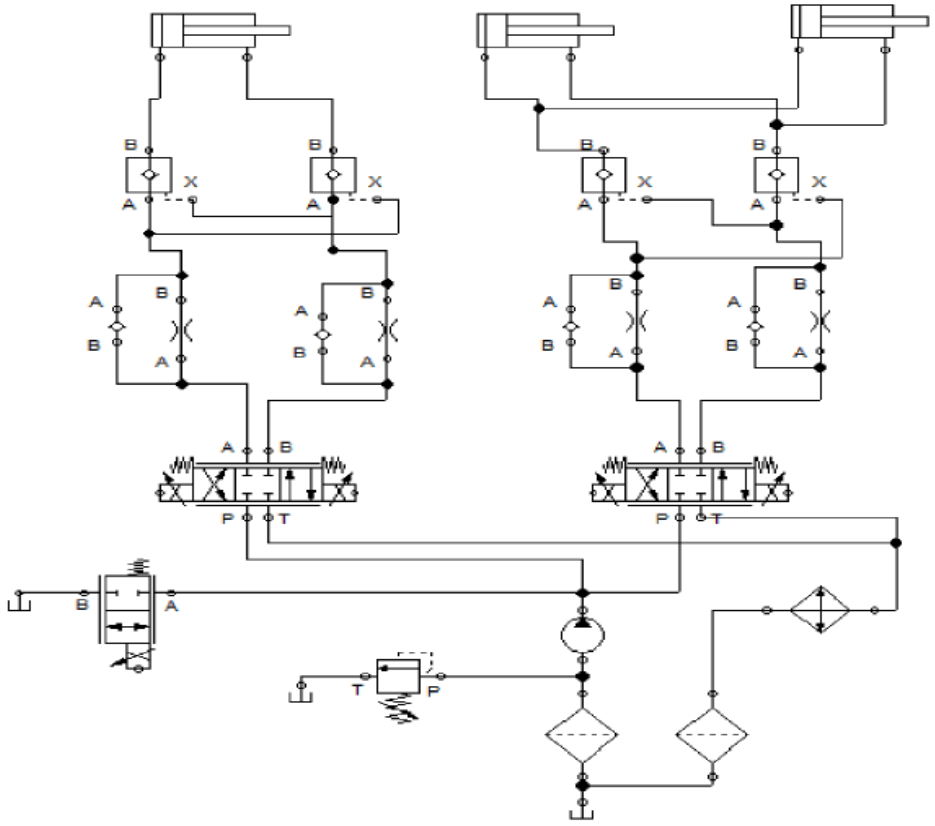
VOLUMEN T.
ÁREA TOTAL
MATERIAL:
PESO TOTAL:

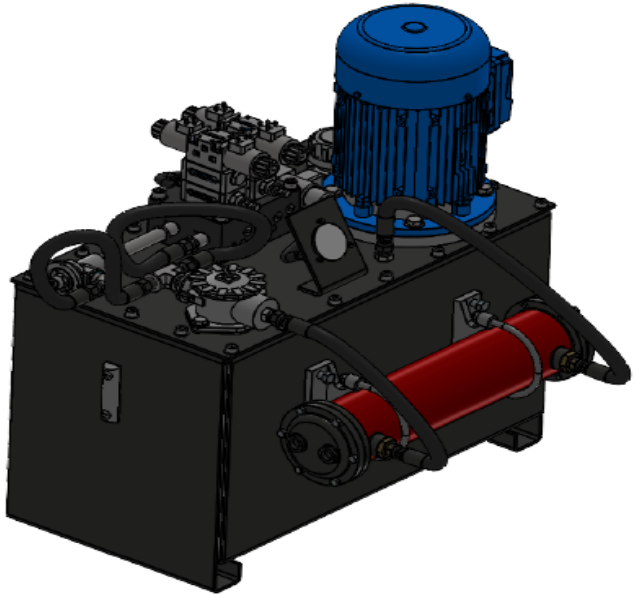
Universidad Continental

TÍTULO:
DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.

N.° DE DIBUJO
Máquina troqueladora
A3

ESCALA: 1:20
HOJA 21 de 22





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM. ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	Universidad Continental	TÍTULO: DISEÑO DE LA MÁQUINA TROQUELADORA JKV PARA FABRICAR COMPONENETES DE LOS SOPORTES DE MUELLES DE SEMIRREMOLQUES EN LA EMPRESA FACTORIA BALTAZAR E.I.R.L.
DIBUJ.	ORÉ JESÚS		20/10/2021		
VERIF.	BARRIENTOS C.		20/10/2021		
APROB.	CUCHULA DIEGO		20/10/2021		
FABR.					
CALID.		VOLUMEN T.		MATERIAL:	N.º DE DIBUJO: Máquina troqueladora — A3
		ÁREA TOTAL		PESO TOTAL:	ESCALA: 1:20 — HOJA 22 de 22