

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE
METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA
EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA**

CAMILO ANDRES JIMENEZ

JOSE LUIS AMAYA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2013

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE
METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA
EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA**

CAMILO ANDRES JIMENEZ

JOSE LUIS AMAYA

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Director

ISNARDO GONZALEZ JAIMES

Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2013

DEDICATORIA

A mi madre y abuela quienes con mucho esfuerzo me han colaborado y apoyado día a día en cada uno de los proyectos que he emprendido; a mis amigos y todas las personas que de una u otra forma han contribuido en mi formación tanto intelectual como personal.

CAMILO ANDRÉS JIMENEZ

A mis padres quienes han hecho posible este logro

JOSE LUIS AMAYA

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente porque gracias a Él se han dado todas y cada una de las bendiciones que he recibido, entre ellas mi vida; al profesor Isnardo González por aportar incondicionalmente parte del conocimiento que él ha adquirido para la formación de profesionales que hacen y harán parte del desarrollo de mi país, al personal de Penagos Hermanos que gracias a su colaboración se logró culminar con éxito el proyecto.

CAMILO ANDRES JIMENEZ

A Dios quien ha sido mi guía en estos cinco años de esfuerzo, y quien me ha dado las fuerzas cuando desfallezco, a mis padres quienes me han dado todo su apoyo, y me han dado su orientación en los momentos de duda, a mis hermanos quienes me acompañan en la distancia.

Al profesor Isnardo González quien con su esfuerzo y colaboración hizo posible la culminación de este proyecto, al profesor Fabio Gonzales y la ingeniera Claudia M. Gómez quienes nos facilitaron el ingreso a la empresa PENAGOS HERMANOS y nos orientaron en lo necesario, a mis compañeros quienes con sus consejos aportaron a mi formación y por ultimo a los operarios de la empresa PENAGOS HERMANOS los cuales hicieron todo lo posible por aportarnos toda su colaboración.

JOSE LUIS AMAYA

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	22
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA.....	24
1.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	24
1.2 MISION.....	26
1.3 VISION.....	26
1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	27
1.5 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS.....	27
1.6 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE GRADO.....	29
1.6.1 Objetivo general	29
1.6.2 Objetivo específicos	29
1.7 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL PROYECTO.....	30
2. FUNDAMENTACION TEORICA	32
2.1 PROCESOS DE MANUFACTURA	32
2.1.1 Operaciones de procesamiento.....	33
2.1.2 Operaciones de ensamble.....	34
2.1.2.1 Procesos de unión permanente	35
2.1.2.2 Tipos de procesos de soldadura	36
2.1.2.3 Procesos de soldadura en PENAGOS HERMANOS & CIA	37
2.1.3 Trabajo metálico de laminas.....	41
2.1.3.1 Operaciones de corte.....	42
2.1.3.2 Operaciones de doblado	45
2.2 LINEAS DE PRODUCCION.....	46
2.2.1 Variaciones de productos	46

2.2.2	Líneas de ensamble manual.....	47
2.2.3	Métodos de transporte de trabajo.....	50
2.2.3.1	Criterios generales para la elección del sistema de transporte	50
2.2.3.2	Transporte sobre superficies sin carriles.....	52
2.2.4	Almacén de dispositivos y/o herramientas de trabajo.....	57
2.2.5	Planificación de almacenamientos	59
2.3	FILOSOFIA DE 5's	60
3.	MANUFACTURA EN PENAGOS.....	63
3.1	PENAGOS COMO EMPRESA MANUFACTURERA	63
3.2	DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN.....	63
3.3	SECCIÓN DE METALISTERÍA Y SOLDADURA	64
3.3.1	Maquinaria y herramientas.....	64
3.3.1.1	Dispositivos de fijación y ensamble.....	65
3.3.2	Descripción de los procesos realizados en la sección.....	66
3.3.3	Análisis 5's	67
4.	LAYOUT DE LOS DISPOSITIVOS DE LA SECCION DE METALISTEIRA Y SOLDADURA.....	70
4.1	CODIFICACIÓN E INVENTARIO DE DISPOSITIVOS	71
4.1.1	Estructura del código	71
4.1.2	Aplicación del código a PENAGOS	72
4.1.3	Ejemplo de aplicación.....	75
4.2	CREACION DE LA BASE DE DATOS DE LOS DISPOSITIVOS	77
4.3	DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA DE LOS DISPOSITIVOS	81
4.3.1	Formato para el control de préstamo de dispositivos	81

4.4	PROPUESTA DE REDISTRIBUCION DE LA SECCION DE METALISTERIA.....	82
4.5	DISEÑO DEL ALMACEN DE DISPOSITIVOS.....	84
4.5.1	Diagrama ABC.....	84
4.5.2	Diseño de la estantería para los dispositivos.....	89
5.	DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PARA LOS DISPOSITIVOS.....	101
5.1	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE	101
5.2	DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL VEHÍCULO TRANSPORTADOR	102
5.3	DISEÑO DEL SISTEMA MECANICO	105
5.3.1	Diseño tornillo de potencia.	105
5.3.2	Análisis dinámico del tornillo de potencia	117
5.3.3	Selección del motor del vehiculo	120
5.3.4	Selección de transmisión de potencia	121
5.3.5	Selección cuña tornillo de potencia	124
5.3.6	Selección de rodamientos y chumaceras del tornillo de potencia ..	126
5.3.6.1	Rodamiento parte superior.....	126
5.3.6.2	Rodamiento parte inferior.....	128
5.4	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA	130
5.4.1	Diseño carro porta-horquillas.....	130
5.4.2	Análisis CAE carro porta-horquillas	139
5.4.3	Diseño del mástil	143
5.4.4	Selección de rodamientos carro porta-horquillas.....	145
5.4.5	Diseño de la estructura de almacenaje del vehículo	148
5.4.6	Análisis de equilibrio del vehículo.....	150

5.5	DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO	158
5.5.1	Selección batería.....	158
5.5.2	Selección inversor de corriente	167
6.	DESPULPadora CLASIFICADORA DE VERDES DCV-306	170
6.1	DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA DCV-306.....	170
6.2	ANALISIS DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA REALIZADOS EN LA SECCION DE METALISTERIA, SOLDADURA Y LOS DISPOSITIVOS UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE LA MAQUINA DCV-306	171
6.3	OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	173
6.4	MEJORAS PROPUESTAS	176
6.4.1	Hoja de ruta de la máquina DCV-306	177
6.4.2	Rediseño de dispositivos	181
6.5	CALCULO DE LA EFICIENCIA DE LA LINEA PARA LA MAQUINA DCV-306.....	195
6.6	CREACION DEL PLAN DE REQUERIMIENTOS DE ENSAMBLE PARA LA MAQUINA DCV-306.....	197
7.	CONCLUSIONES	205
	BIBLIOGRAFIA.....	207
	ANEXOS.....	208

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Instalaciones de la empresa	24
Figura 2. Organigrama de la empresa	27
Figura 3. Despulpadora de café DCV-306	30
Figura 4. Clasificación de los procesos de manufactura.....	33
Figura 5. Definición de manufactura como un proceso técnico.....	34
Figura 6. Soldadura por arco eléctrico.....	38
Figura 7. Soldadura MIG	40
Figura 8. Soldadura por resistencia.....	41
Figura 9. Cizallado o corte de una lámina.....	43
Figura 10. Operación de cizallado	44
Figura 11. (a) Operación de punzonado y (b) perforado.....	44
Figura 12. (a) Doblado en V y (b) doblado de bordes.....	46
Figura 13. Línea de ensamble manual	48
Figura 14. Tipos de carretilla	55
Figura 15. Curva ABC.....	58
Figura 16. Organigrama departamento de producción.....	64
Figura 17. a) Codificación dispositivo y (b) dispositivo compartido	72
Figura 18. Familia desgranadoras de maíz.....	74
Figura 19. Maquina PP-12 y un dispositivo asociado a ella.....	76
Figura 20. Maquina PP-9 y un dispositivo asociado a ella.....	77
Figura 21. Vista inicial base de datos	78
Figura 22. Formato base de datos de dispositivos	79
Figura 23. Unidades vendidas años 2011 y 2012.....	85
Figura 24. Diagrama ABC maquinaria agrícola	86
Figura 25. Diagrama ABC familia picapastos.....	87
Figura 26. Diagrama ABC maquinaria café.....	88

Figura 27. Límites recomendados de la masa en función de la frecuencia de levantamiento	89
Figura 28. Dispositivos modulares.....	90
Figura 29 Análisis CAE estante general, fuerza aplicada y malla.	92
Figura 30. Análisis CAE estante general, esfuerzo máximo.....	92
Figura 31. Análisis CAE estante general, desplazamiento máximo.....	93
Figura 32. Análisis CAE estante general, factor de seguridad.	93
Figura 33. Análisis CAE lamina estante general, fuerza aplicada y malla.	94
Figura 34. Análisis CAE lamina estante general, esfuerzo máximo.....	95
Figura 35. Análisis CAE estante general, desplazamiento máximo.....	95
Figura 36. Análisis CAE estante general, factor de seguridad.	96
Figura 37. Ensamble elementos de la estructura.....	97
Figura 38. Análisis CAE elemento 1, fuerza aplicada y malla.....	98
Figura 39. Análisis CAE estante general, esfuerzo máximo.....	98
Figura 40. Análisis CAE estante general, desplazamiento máximo.....	99
Figura 41. Análisis CAE estante general, factor de seguridad.	99
Figura 42. Dispositivo de mayor peso.	101
Figura 43. Partes del vehículo transportador.....	103
Figura 44. Geometría tornillo de potencia.	106
Figura 45. Propiedades de diseño para los aceros al carbón y aleados.	113
Figura 46. Grafica velocidades críticas de descenso.	114
Figura 47. Análisis CAE tornillo de potencia, fuerza aplicada y malla	115
Figura 48. Análisis CAE cresta del tornillo de potencia, esfuerzo máximo	115
Figura 49. Análisis CAE del tornillo de potencia, desplazamiento máximo.....	116
Figura 50. Análisis CAE del tornillo de potencia, factor de seguridad	116
Figura 51. Análisis CAE tornillo. Daño.....	118
Figura 52. Análisis CAE tornillo. Vida	118
Figura 53. Análisis CAE tornillo. Factor de carga.....	119
Figura 54. Dimensiones principales sprocket 25B320 y 25B34	124
Figura 55. Dimensiones básicas rodamiento montado en chumacera UPE204D1.....	127
Figura 56. Especificaciones rodamiento NTN.....	128

Figura 57. Dimensiones principales rodamiento 4T-30304A.....	128
Figura 58. Dimensiones montaje rodamiento 4T-30304A	130
Figura 59. Ensamble elementos del carro porta-horquillas.....	131
Figura 60. Análisis CAE elemento 1, esfuerzo máximo.	135
Figura 61. Análisis CAE elemento 1, desplazamiento máximo.	136
Figura 62. Análisis CAE elemento 1, factor de seguridad.....	136
Figura 63. Peso y centro de gravedad elemento 1.....	137
Figura 64. Diagrama de fuerzas producidas por el peso del dispositivo y el elemento 1.....	138
Figura 65. Análisis CAE carro porta-horquillas, fuerza aplicada y malla	140
Figura 66. Análisis CAE carro porta-horquillas, esfuerzo máximo.....	140
Figura 67. Análisis CAE carro porta-horquillas, desplazamiento máximo.....	141
Figura 68. Análisis CAE carro porta-horquillas, factor de seguridad.	141
Figura 69. Peso carro porta-horquillas.	142
Figura 70. Análisis CAE mástil, fuerza aplicada y malla.....	143
Figura 71. Análisis CAE mástil, esfuerzo máximo.	144
Figura 72. Análisis CAE mástil, desplazamiento máximo.	144
Figura 73. Análisis CAE mástil, factor de seguridad.	145
Figura 74. Carro porta-horquillas y mástil.	146
Figura 75. Especificaciones rodamiento NTN.....	146
Figura 76. Dimensiones principales rodamiento 6407.....	147
Figura 77. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, fuerza aplicada y malla.	148
Figura 78. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, esfuerzo máximo.....	149
Figura 79. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, desplazamiento máximo.	149
Figura 80. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, factor de seguridad.....	150
Figura 81. Análisis de equilibrio de un montacargas.....	151
Figura 82. Análisis de equilibrio del vehículo.....	152
Figura 83. Ubicación contrapeso en el vehículo.....	153

Figura 84. Análisis CAE estructura de almacenaje, fuerza aplicada y malla. ...	154
Figura 85. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, esfuerzo máximo.....	154
Figura 86. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, desplazamiento máximo.....	155
Figura 87. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, factor de seguridad.....	155
Figura 88. Capacidad de la batería vs. Temperatura.....	160
Figura 89. Características de descarga de corriente constante de la batería MT1233HR	166
Figura 90. Inversor de corriente DC/AC	167
Figura 91. Tipos de onda de un inversor	168
Figura 92. Desmucilagador lavador DX-2	170
Figura 93. AMEF proceso de ensamble en piso de la DCV-306.....	175
Figura 94. Sistemas DCV-306.....	177
Figura 95. Componentes criba de clasificación	178
Figura 96. Formato de reporte de actividades	179
Figura 97. Caracterización torno AFM 1000	180
Figura 98. Secuencia de operaciones general.....	181
Figura 99. Secuencia detallada de operaciones.....	181
Figuras 100. Dispositivo de fijación de dedos	184
Figura 101. Propuesta dispositivo fijación dedos al rotor	185
Figura 102. Mecanismo de resorte y apriete del dispositivo de fijación de dedos.....	186
Figura 103. Análisis CAE abrazadera, esfuerzo máximo	189
Figura 104. Análisis CAE abrazadera, desplazamiento máximo.....	189
Figura 105. Análisis CAE abrazadera, factor de seguridad	190
Figura 106. Características geométricas del tornillo SAE GRADO 5.....	191
Figura 107. Dispositivo de armado de estructura laterales de tolva	193
Figura 108. Dispositivo armado de estructura laterales de tolva con mejora..	194
Figura 109. Dispositivo estructura lateral tolva acoplado al vehiculo	194
Figura 110. Utilización del dispositivo lateral tolva y base motor	195

Figura 111. Componentes generales DCV-306.....	198
Figura 112. Requerimientos de ensamble DCV-306.....	199
Figura 113. Componentes subensambles P1 y P2	200
Figura 114. Componentes subensambles S8 y S9	201
Figura 115. Perchero y bastidor.....	201
Figura 116. Componentes despulpadora 306	202
Figura117. Rotor y canastas.....	203
Figura118. Estructura DX-2.....	204

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Portafolio de productos.....	28
Tabla 2. Pasos 5's.....	60
Tabla 3. Maquinas sección metalistería y soldadura.....	65
Tabla 4. Resultado análisis 5's.....	68
Tabla 5. Familias de máquinas.....	73
Tabla 6. Abreviaturas para las familias de máquinas.....	74
Tabla 7. Letra asignada a los dispositivos compartidos.....	75
Tabla 8. Numero de dispositivos.....	80
Tabla 9. Formato préstamo dispositivos.....	82
Tabla 10. Maquinaria agrícola.....	85
Tabla 11. Familia picapastos.....	86
Tabla 12. Maquinaria café.....	87
Tabla 13. Dimensiones tornillo de potencia.....	106
Tabla 14. Dimensiones principales roscas ACME.....	107
Tabla 15. Cálculo de los torques necesarios y eficiencia del tornillo.....	108
Tabla 16. Cálculo de los esfuerzos en el tornillo.....	111
Tabla 17. Parametros selección motor.....	120
Tabla 18. Especificaciones motor SITI.....	124
Tabla 19. Parámetros de selección transmisión de potencia.....	121
Tabla 20. Cálculo de piñón conducido, longitud y fuerza de la cadena.....	122
Tabla 21. Tamaños de cuñas.....	124
Tabla 22. Cálculo de los esfuerzos en la cuña.....	125
Tabla 23. Cálculo vida nominal rodamiento 6204.....	127
Tabla 24. Cálculo vida nominal rodamiento 4T-30304A.....	129
Tabla 25. Análisis de esfuerzo del elemento.....	132
Tabla 26. Iteración factor de seguridad elemento 1.....	134
Tabla 27. Cálculo vida nominal rodamiento 6407.....	147

Tabla 28. Pesos y centros de gravedad de los elementos del vehículo	152
Tabla 29. Especificaciones ruedas Blicke	157
Tabla 30. Descarga máxima recomendable para diferentes tipos de baterías y carga total almacenable durante la vida de la batería en múltiples de C_{20}	162
Tabla 31. Especificaciones baterías MTEK	165
Tabla 32. Especificaciones batería MT12260HR	166
Tabla 33. Especificaciones inversores Enoower	169
Tabla 34. Especificaciones inversor SSN600W-12	169
Tabla 35. Formato hoja de ruta DCV-306.....	178
Tabla 36. Rangos de valor	182
Tabla 37. Evaluación del dispositivo para puentear dedos del rotor	183
Tabla 38. Evaluación del dispositivo estructura lateral de la tolva y base motor	183
Tabla 39. Diseño del resorte.....	186
Tabla 40. Materiales utilizados en resortes.....	188
Tabla 41. Coeficiente calculo Sut	188
Tabla 42. Longitudes de rosca para tornillos.....	191
Tabla 43. Propiedades mecánicas tornillos.....	192
Tabla 44. Eficiencia línea de ensamble DCV-306.....	196
Tabla 45. Tiempo de producción promedio DCV-306.....	197

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. PORTAFOLIO PRODUCTOS PENAGOS HERMANOS.....	209
ANEXO B. TABLAS PARA EL DISEÑO DEL VEHICULO.....	215
ANEXO C. LISTA DE CHEQUEO 5'S.....	219
ANEXO D. PLANOS SECCION METALISTERIA	221
ANEXO E. COMPONENTES DCV-306	224
ANEXO F. HOJA DE RUTA DCV-306	226
ANEXO G. CARACTERIZACION MAQUINAS EMPLEADAS EN LA PRODUCCION DE LA DCV-306	262
ANEXO H. SECUENCIA DE OPERACIONES DCV-306.....	282
ANEXO I. TABLAS DE EVALUACION PARA MEJORA DISPOSITIVOS	286
ANEXO J. TABLAS Y FIGURAS PARA EL DISEÑO DEL COMPONENTES DE LOS DISPOSITIVOS PROPUESTOS.....	288
ANEXO K. PLANOS VEHICULO	289
ANEXO L. PLANOS DISPOSITIVOS.....	309
ANEXO M.REQUERIMIENTOS DE ENSAMBLE DCV-306.....	328

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA.

AUTOR: CAMILO ANDRES JIMENEZ
JOSE LUIS AMAYA **

PALABRAS CLAVE:

Seiri, Seiton, Seiso, hoja de ruta, redistribución, despulpadora clasificadora de verdes DCV-306

DESCRIPCIÓN:

En este trabajo de grado se centra en dos aspectos. El primero de ellos basado en las 3 primeras fases de filosofía de las 5's (Seiri, Seiton, Seiso), mediante el cual se hacen unas propuestas de mejoras para el manejo y organización de los dispositivos de fijación y ensamble de la sección de metalistería y soldadura de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA, concretamente se implementa una base de datos, un sistema de codificación, el establecimiento de formatos para los dispositivos y por último se plantea una propuesta de un vehículo elevador de carga, cuyo objetivo principal es el levantamiento mediante pallets de dispositivos cuyo peso sobrepasa los 25 [kg]. Posteriormente se realiza una redistribución en general de la sección de metalistería y soldadura, eliminando de esta todos los elementos innecesarios para los procesos y actividades llevados a cabo en la sección.

El segundo aspecto aborda la máquina Despulpadora Clasificadora de Verdes DCV-306, a la cual se le analiza la producción de la misma, de este análisis se plantean unas oportunidades de mejora de las cuales se realiza una hoja de ruta para los componentes y/o piezas de la DCV-306, el rediseño de algunos dispositivos y el plan de requerimientos de ensamble de la máquina.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Ing. Isnardo González Jaimes.

ABSTRACT

TITLE: IMPROVEMENT PROPOSAL FOR SECTIONS METALISTERIA, WELDING AND MANUFACTURING ENGINEERING COMPANY PENAGOS HERMANOS & CIA.

AUTHOR: CAMILO ANDRES JIMENEZ
JOSE LUIS AMAYA**

KEYWORDS: Seiri, Seiton, Seiso, roadmap, layout, Pulper green sorter DCV-306.

DESCRIPTION:

In this paper grade focuses on two aspects. The first one based on the first 3 phases of philosophy of the 5's (Seiri, Seiton, Seiso), by which improvements make some proposals for the management and organization of fasteners and assembly section metalworking and welding company PENAGOS HERMANOS, specifically implementing a database, a coding system, the establishment of formats for devices and finally we present a proposal of a forklift vehicle, whose main objective is the removal by pallets weighing devices exceeds 25 [kg]. Later a general redistribution of metalwork and welding section, eliminating all unnecessary objects to the processes and activities carried out in the section.

The second aspect deals with the Greens Grader Pulping machine DCV-306, which analyzes the production is the same, this analysis poses some opportunities for improvement which performs a roadmap for the components and / or parts DCV-306, redesigning some devices and assembly plan requirements of the machine.

** Faculty of Physicomechanical Engineering. Mechanical Engineering School. Director: Ing Jaimes González Isnardo

INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas se enfrentan a mercados cada vez más competitivos que les demandan grandes esfuerzos en productividad y desarrollo de tal manera que garanticen su permanencia en el mercado. Conforme a lo anterior PENAGOS HERMANOS se ha interesado en desarrollar un plan de mejora en el área productiva que le permite atender las exigencias más arduas con un tiempo de respuesta competente, por medio de la implementación de técnicas del valor que le permitan crear un sistema de manufactura más productivo.

Los tiempos muertos y de ubicación en los procesos productivos es uno de los desperdicios más frecuentes dentro de las organizaciones, y aunque existen herramientas para su reducción, las organizaciones generalmente no las usan por desconocimiento o por resistencia al cambio. Los tiempos muertos generan altos costos dentro de la operación y provoca que la productividad no sea la esperada, sin embargo algunas veces estos costos son absorbidos por otras situaciones diferentes al proceso productivo. De ahí uno de los propósitos de este trabajo de grado, que mediante la aplicación de la filosofía de 5's, se analizarán y propondrá una serie de mejoras en la sección de metalistería y soldadura, partiendo de la organización de los dispositivos de fijación y ensamble, que son utilizados con gran frecuencia en los procesos de manufactura de la sección.

Por último se analizara en particular la producción de la máquina despulpadora clasificadora de verdes DCV-306, del estudio se plantearan oportunidades de mejora y se desarrollarán algunas enfocadas a la parte organizacional de la producción y mejora de tiempos como herramientas para mejorar la productividad de la empresa.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA

PENAGOS HERMANOS es una empresa del sector metalmecánico y dedicada a la manufactura y comercialización de maquinaria agrícola, equipos para café, trituradores de desechos y equipo de conexión de gas domiciliario. Fundada desde 1892 en la ciudad de Bucaramanga, con 120 años de experiencia, durante los cuales ha podido consolidar su experiencia y presencia, que se distinguen por ofrecer al mercado nacional e internacional la maquinaria necesaria para llevar a cabo cada uno de sus procesos y cultivos.

Figura 1. Instalaciones de la empresa



Fuente: Autores

1.1 RESEÑA HISTÓRICA

En Mayo de 1892 los hermanos Mariano y Eugenio Penagos llegaron desde España a Santander y constituyeron una sociedad colectiva cuyo objeto principal era “El Estudio, Promoción y Ejecución de Proyectos Industriales”. Desde un pequeño taller, los PENAGOS iniciaron la fabricación de maquinaria especialmente para el sector agrícola. Comenzaron a producir picapastos,

trapiches, motores hidráulicos Pelton entre otros. Hoy es extraño encontrar una hacienda que haya contado o cuente con maquinaria fabricada por los PENAGOS.

En los años cuarenta, se abrieron las exportaciones de Maquinaria PENAGOS. Los países de América Latina comenzaron a utilizar las máquinas santandereanas y para los campesinos y hacendados la maquinaria PENAGOS era sinónimo de durabilidad y calidad.

En 1962 los PENAGOS viendo la necesidad de penetrar nuevos mercados y producir nuevas líneas, fusionaron su rama metal-mecánica en una sociedad que se llamó FUNDICIONES Y MAQUINAS S.A.

Debido a la alta especialización que los PENAGOS estaban llevando a las empresas a comienzos de la década de los 70 se fundó PENAGOS HERMANOS & CÍA.LTDA., para dedicarla exclusivamente a la fabricación de la maquinaria agrícola, pilar central de las industrias PENAGOS. Se adquirieron tecnologías de Italia y Brasil para modernizar la línea de maquinaria agrícola, especialmente en molinos para procesar granos y alimentos y en las desgranadoras de cereales, pero tal vez lo más satisfactorio en desarrollo tecnológico ha sido la participación de los PENAGOS en el sector del café, revolucionando por completo los sistemas tradicionales de beneficio húmedo del café, recibiendo por ello el reconocimiento de importantes entidades nacionales e internacionales.

Hoy en día estas máquinas son utilizadas con éxito en la gran mayoría de los países productores de Centroamérica, Grupo Andino y también en algunos países lejanos y exóticos de África, Asia y la Polinesia.

En la década de los 90 y con la vinculación de Mariano al sector del gas, los PENAGOS empezaron a fabricar los accesorios para gas mientras la compañía TECUN LTDA. se dedicaba a la comercialización, especialmente con las gaseras más importantes del país.

Hoy PENAGOS HERMANOS orgullosamente es una empresa reconocida a nivel mundial, y durante su trayectoria ha sido galardonada con: el Premio Nacional de Exportaciones en 1994, Premio Nacional a la Innovación Tecnológica Empresarial en 1995, premio de Ecología Planeta Azul en 1996-1997. En agosto de 2007 recibe la certificación ISO 9001 para el diseño, producción y comercialización de equipos agropecuarios, agroindustriales. Producción y comercialización de accesorios para la instalación de gas domiciliario, en septiembre del 2008 World BASC5 Organization, INC. otorga la certificación N°COLBAG00010-3 y en diciembre de 2011 fue elegida como la ganadora en la categoría Esfuerzo Exportador en los Premios Portafolio 2011.

1.2 MISION

Ofrecer soluciones integrales para incrementar la productividad y competitividad del empresario agroindustrial.

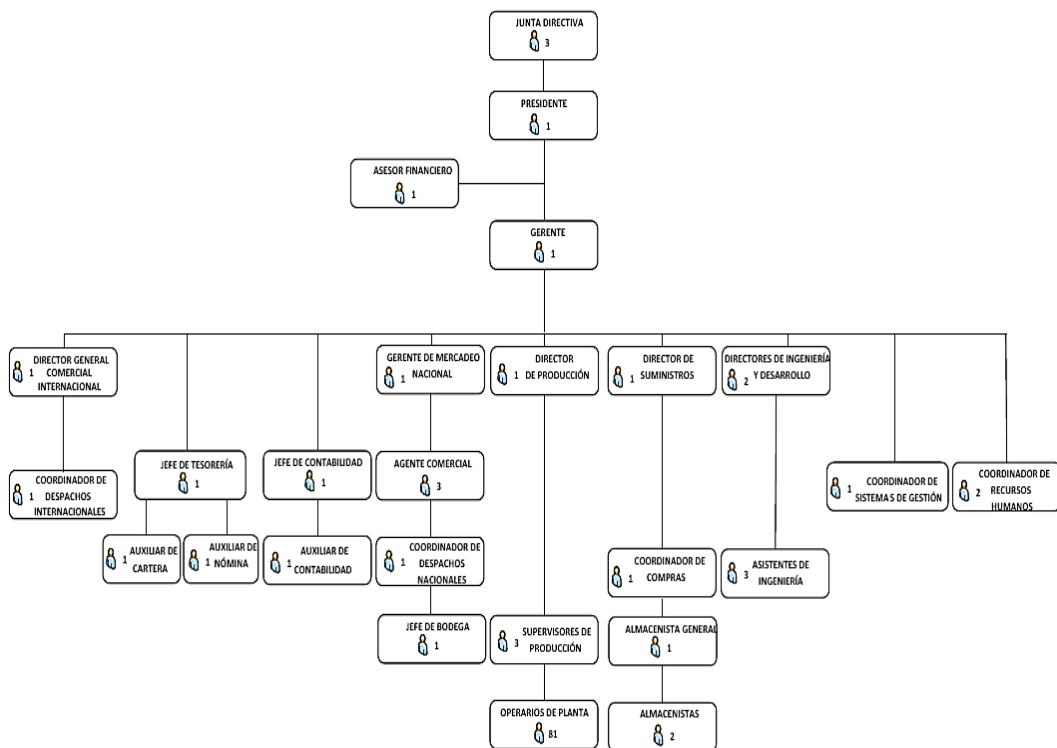
1.3 VISION

En el año 2020, PENAGOS HERMANOS & CIA. será la primera opción de compra de su mercado potencial, en por lo menos tres sectores agroindustriales.

1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

PENAGOS HERMANOS actualmente está constituido por 107 empleados de los cuales 25 pertenecen al área administrativa y 82 laboran en el área operativa donde algunos están vinculados por contrato directo o a través de cooperativas. En la figura 2 se presenta el organigrama de la empresa¹.

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: Manual integrado de gestión de la calidad. PENAGOS HERMANOS

1.5 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS

PENAGOS HERMANOS, a través de los años ha ido aumentando y mejorando su catálogo de productos enfocándose en las necesidades de sus clientes por esta razón cuenta con diferentes líneas de productos de acuerdo a la función

¹Manual integrado de gestión de Calidad. PENAGOS HERMANOS & CIA

que desempeñan. En la tabla 1 se puede observar el listado de los productos fabricados en PENAGOS HERMANOS. La descripción detallada de cada uno de los productos se encuentra en el anexo A.

Tabla 1. Portafolio de productos

LÍNEA	FAMILIA	REFERENCIAS		
EQUIPOS PARA CAFÉ	UNIDAD DE COMPACTA DE BENEFICIO ECOLÓGICO	UCBE 1500	ECOLINE 400	DELVA 40S
		UCBE 2500	ECOLINE 400Z	DELVA 50S
		UCBE 5000	ECOLINE400ZS	DELVA 5000
		UCBE 7500	ECOLINE 800Z	DELVA 7500
		UCBE 10000	ECOLINE400ZS	DELVA 10000
		UCBE 20000	ECOLINE1600	DX-4I
	ROBUSTA	ROBUSTA WR1	ROBUSTA WR2	ROBUSTA WR3
DESPULPADORAS HORIZONTALES	DH-2	DH-4		
MAQUINARIA AGRÍCOLA	TRITURADORES DE DESECHOS VEGETALES	TDV24	TDV 24AR	TDV 24BT
		TRP11	TP 32	
	PICAPASTOS	P7M	PP600	PP9MV
		PP9MR	PP10	
	MOLINOS	MDP60	TP32	
	DESGRANADORES	DM10	DM2	DM20
		DM20T	DC4000	
	PICADORA ENSILADORA	PE1200	PE1200T	PE900
		PE800	PK300	PK100
	TRAPICHES	TH6	TH8	TH10
		TH12	TH16	TH16M
TH20ML		TV122		
ACCESORIOS GAS	CONECTOR CURVO	CU 1/2"	CU 3/8"	
	CONECTOR MEDIDOR	CM 1/2"	CMB 1/2"	CMP 1/2"
		CM 1/2" CC		
	ELEVADOR	EMD 1/2" IPS/M	EMD 1/2" CTS	EMD 3/4" IPS/M
		EM 1/2"		
	UNION UNIVERSAL	U 3/4"	U 1/2"	U 3/8"
		U 1/2" MH		

Fuente: Autores

1.6 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE GRADO

1.6.1 Objetivo general

Fortalecer los vínculos Universidad-Empresa, a través de la generación de proyectos de grado en la modalidad de investigación, para la resolución del problema de manejo de dispositivos de fijación y ensamble de piezas, y de la producción de la despulpadora de café DCV-306 en la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA, aportando soluciones desde el campo del conocimiento técnico y científico a las necesidades del sector industrial en aras de contribuir con el desarrollo del mismo en la región cumpliendo con parte de la misión de la Universidad Industrial de Santander.

1.6.2 Objetivos específicos

- ✓ Proponer una redistribución (layout) de los dispositivos utilizados en las maquinas fabricadas referenciadas en la tabla 1 por la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA, incluyendo un sistema de transporte, la creación de un almacén, codificación y documentación para la ubicación de los mismos en el almacén con el fin de disminuir los tiempos de transporte y mejorar el flujo de proceso que contribuyan a aumentar la utilización de los recursos de la empresa.
- ✓ Rediseñar los dispositivos que actualmente se utilizan en la sección de metalistería y soldadura para la producción de la máquina DCV-306, con el fin de mejorar la maniobrabilidad y la disminución de los tiempos de fabricación y ensamblaje.

Figura 3. Despulpadora de café DCV-306



Fuente: www.penagos.com

- ✓ Elaborar la hoja de ruta con la secuencia optimizada de operaciones para la fabricación, paso a paso incluyendo tiempos, costos y manejo de recursos para la Despulpadora de café DCV-306.
- ✓ Planificar los requerimientos para el ensamble de la maquina DCV-306, que incluyen los dispositivos de ensamblaje, las piezas, y el secuenciamiento del montaje.

1.7 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL PROYECTO

El alcance del proyecto es proponer un programa de mejoramiento del sistema de manufactura a través de la aplicación de herramientas de valor para la creación de flujo continuo, redistribución de planta, reducción de tiempos de respuesta, creación de un sistema de transporte y almacén de dispositivos de fijación y ensamble, organización de sitios de trabajo, creación de herramientas de control para la producción como es la creación de una base de datos para

los dispositivos, y otras herramientas menores, que a su vez serán apropiadas en la sección de metalistería y soldadura de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA.

Se iniciará efectuando un diagnóstico con el fin de conocer las falencias que posee el proceso productivo y determinar de manera general las condiciones actuales de la empresa; una vez identificados los problemas que presentan, se estudiará cada uno de ellos para así tener bases que permitirán construir un plan de mejoramiento y proporcionar una solución posible, evitando que estas falencias sigan perjudicando a la empresa y poder tomar las medidas necesarias para que no se vuelvan a presentar.

El proyecto culmina con las propuestas de mejora, de tal forma que la empresa cuente con opciones de mejoramiento que puedan ser utilizadas como base para la toma de decisiones con respecto a la producción, teniendo en cuenta que las propuestas de mejora deben continuar, generándose y desarrollándose en la empresa, aunque el proyecto haya finalizado.

2. FUNDAMENTACION TEORICA

En este capítulo se presentan los diferentes conceptos y aspectos teóricos acerca de las operaciones de manufactura con la finalidad de concretar las bases científicas en el desarrollo de este proyecto en búsqueda del objetivo principal del manejo de dispositivos de fijación y ensamble de piezas en la sección de metalistería y soldadura de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA.

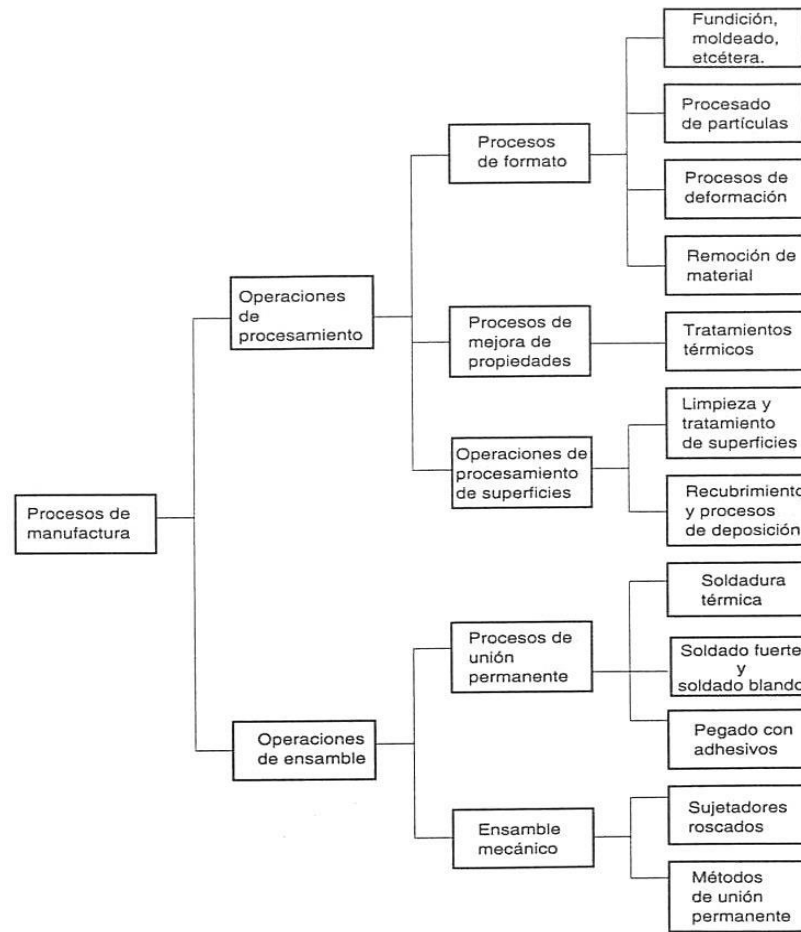
2.1 PROCESOS DE MANUFACTURA

Los procesos de manufactura se dividen en dos tipos básicos: 1) las operaciones del proceso y 2) las del ensamblado. Una operación del proceso hace que el material de trabajo pase de un estado de acabado a otro más avanzado que está más cerca del producto final que se desea. Se agrega valor cambiando la geometría, las propiedades o la apariencia del material de inicio.

En general, las operaciones del proceso se ejecutan sobre partes directas del trabajo, pero en algunas también son aplicables a artículos ensamblados. Una operación de ensamblado llamada ensamble, subensamble o algún otro termino que se refiere al proceso de unión (por ejemplo, un ensamble soldado, se denomina soldadura).En la figura 4 se presenta una clasificación de procesos de manufactura².

² Referencia tomada de GROOVER, MIKEL P. Fundamentos de la manufactura moderna 3 ed. México: Prentice Hall, p 10.

Figura 4. Clasificación de los procesos de manufactura

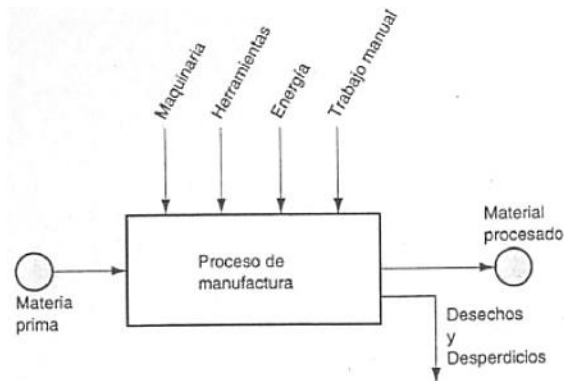


Fuente: GROOVER, Mikel P. Fundamentos de manufactura moderna
3ed. Cap. 1, p. 11

2.1.1 Operaciones de procesamiento

Una operación de procesamiento utiliza energía para modificar la forma, las propiedades físicas o la apariencia de una pieza, a fin de agregar valor al material. Las formas de la energía incluyen la mecánica, térmica, eléctrica y química. La energía se aplica en forma controlada por medio de maquinaria y herramientas. En la figura 5 se ilustra un modelo general de operación de procesamiento.

Figura 5. Definición de manufactura como un proceso técnico.



Fuente: GROOVER, Mikel P. Fundamentos de manufactura moderna
3ed. Cap. 1, p. 4

Se distinguen tres categorías de operaciones de procesamiento³: 1) operaciones de formado, 2) operaciones de mejoramiento de una propiedad, 3) operaciones de procesamiento de una superficie. Las operaciones de formado alteran la geometría del material inicial de trabajo por medio de varios métodos. Los procesos comunes de formado incluyen al moldeado, la forja y el maquinado. Las operaciones de mejoramiento de una propiedad agregan valor al material con la mejora de sus propiedades físicas sin cambio de la forma. El ejemplo más común es el tratamiento térmico. Las operaciones de procesamiento de una superficie se ejecutan para limpiar, tratar, recubrir o depositar material sobre la superficie exterior del trabajado.

2.1.2 Operaciones de ensamble

El segundo tipo básico de operaciones de manufactura es el ensamblado, en el que dos o más piezas separadas se unen para formar una entidad nueva. Dichos componentes se conectan ya sea de forma permanente o semipermanente. Los procesos de unión permanente incluyen la soldadura

³ Referencia tomada de GROOVER, MIKEL P. Fundamentos de la manufactura moderna 3 ed. México: Prentice Hall, p 12.

homogénea, soldadura fuerte, soldadura blanda y unión mediante adhesivos. Forman una unión de componentes que no puede separarse con facilidad. Los métodos de ensamble mecánico existen para sujetar dos o más partes en una pieza que se puede desarmar a conveniencia. El uso de tornillos o remaches y otros sujetadores mecánicos, son métodos tradicionales importantes en esta categoría.

2.1.2.1 Procesos de unión permanente

La soldadura es un proceso de unión de materiales en el cual se funden las superficies de contacto de dos o más piezas mediante la aplicación conveniente de calor y/o presión. Puede ser con y sin aporte de material a las piezas unidas, donde el material de aporte es de igual o diferente tipo a las partes a unir. Es importante tener en cuenta que la soldadura cambia la estructura física de los materiales que se sueldan, debido a que cambia alguna de las propiedades de los materiales que se están uniendo.

La soldadura es un proceso relativamente nuevo. Su importancia comercial y tecnológica se deriva de lo siguiente.

- ✓ La unión soldada puede ser más fuerte que los materiales originales, si se usa un material de relleno que tenga propiedades de resistencia superiores a las de los materiales originales y se emplean las técnicas de soldadura adecuadas.
- ✓ Por lo general, la soldadura es la forma más económica de unir componentes, en términos de uso de materiales y costos de fabricación. Los métodos de ensamble alternativos requieren alteraciones más complejas (por ejemplo, el taladrado de orificios) y la adición de sujetadores.

Aunque la soldadura tiene muchas ventajas, también tiene ciertas limitaciones y desventajas.

- ✓ La mayoría de operaciones de soldadura se realizan en forma manual y son caras en términos de costos de mano de obra. Muchas operaciones de soldadura se consideran especiales y la mano de obra para realizar estas operaciones puede llegar a ser escasa.
- ✓ Como la soldadura logra una unión permanente entre los componentes, no permite un desensamble adecuado. Si se requiere un desensamble ocasional para reparación o mantenimiento, no debe usarse la soldadura como método de ensamble.
- ✓ La unión soldada puede tener ciertos defectos de calidad que son difíciles de detectar y que pueden reducir la resistencia de la unión.

2.1.2.2 Tipos de procesos de soldadura

La American Welding Society⁴ ha catalogado más de 50 tipos diferentes de operaciones de soldadura que utilizan diversos tipos o combinaciones de energía para proporcionar la energía requerida. Los procesos de soldadura pueden dividirse en dos grupos principales: 1) soldadura por fusión y 2) soldadura de estado sólido.

La soldadura por fusión usa calor para fundir los metales base; en muchas de las operaciones se agrega un metal de relleno a la combinación fundida para facilitar el proceso y proporcionar volumen y resistencia a la unión soldada. La soldadura por fusión puede organizarse en los siguientes grupos generales (las iniciales entre paréntesis son designaciones en inglés, de la American Welding Society):

⁴American Welding Society. Operaciones de soldadura [en línea]: <<http://www.aws.org/w/a/>>

- ✓ Soldadura con arco (AW)
- ✓ Soldadura por resistencia (RW)
- ✓ Soldadura con oxígeno y gas combustible (OFW)

La soldadura de estado sólido se refiere a los procesos de unión en los cuales la fusión proviene solo de la aplicación de presión o de una combinación de presión y calor. En los procesos de estado sólido no se utiliza un material de relleno. Algunos procesos representativos de soldadura en este grupo son los siguientes.

- ✓ Soldadura por difusión (DFW)
- ✓ Soldadura por fricción (FRW)
- ✓ Soldadura ultrasónica (USW)

A continuación se abordara en detalle los procesos de soldadura que actualmente se emplean en la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA.

2.1.2.3 Procesos de soldadura en PENAGOS HERMANOS & CIA

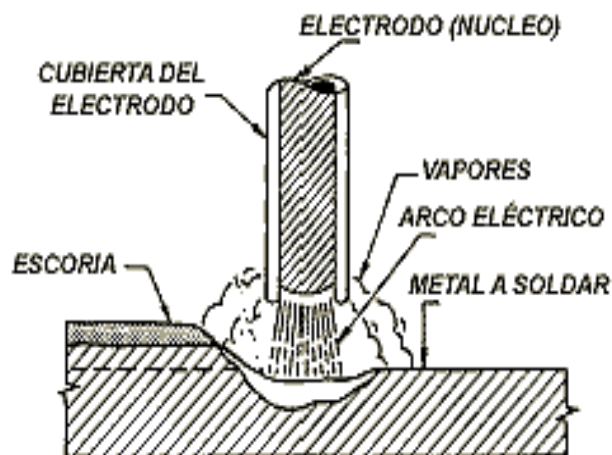
➤ Procesos de AW (soldadura con arco), electrodos consumibles.

Como el nombre lo sugiere, es un arco eléctrico que se establece entre las partes a soldar y un electrodo metálico. La energía eléctrica, convertida en calor, genera una temperatura en el arco cerca de 5500 grados centígrados (10000 °F), causando la fundición de los metales y después la unión.

El proceso se realiza mediante un arco eléctrico que es mantenido entre la punta de un electrodo cubierto y la pieza a trabajar (ver figura 6). Las gotas de metal derretido son transferidas a través del arco y son convertidas en un cordón de soldadura. Un escudo protector de gases es producido por la

sublimación del material fundente que cubre el electrodo. Además la escoria derretida flota sobre el cordón de soldadura donde protege el metal soldado aislándolo de la atmósfera durante la solidificación. Esta escoria también ayuda a darle forma al cordón de soldadura especialmente en soldadura vertical y sobre cabeza. La escoria debe ser removida completamente después de cada cordón.

Figura 6. Soldadura por arco eléctrico



Fuente: <http://es.wikipedia.org>

El proceso es mayormente usado para soldar aceros de bajo carbono en trabajos metálicos estructurales, fabricación de maquinaria e industrias en general. A pesar de lo relativamente lento del proceso, por el recambio de electrodos y la remoción de la escoria, se mantiene como una de las técnicas más flexibles y sus ventajas en áreas de acceso restringido son notables.

El equipo de soldadura por arco eléctrico puede variar en tamaño y complejidad, siendo la diferencia principal del proceso de crear el arco, el método usado para separar la atmósfera o crearla y el material consumible empleado para ser aportado al proceso.

Entre los procesos de arco eléctrico se incluyen:

- ✓ MMA/SMAW (Manual Metal Arc/ Shielded Metal Arc Welding): Conocido como soldadura manual de electrodo recubierto.
- ✓ GMAW (Gas Metal Arc Welding) o también conocido como MIG (Metal Inert Gas).
- ✓ SAW (Submerged Arc Welding): Sistema de alta deposición por arco eléctrico sumergido en fundentes sólidos (en polvo).
- ✓ GTAW (gas tungsten arc welding) o Soldadura TIG (tungsten inert gas).

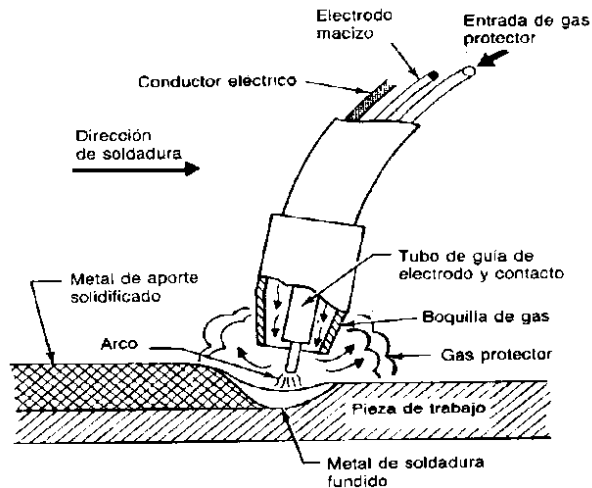
➤ **Soldadura MIG**

La Soldadura con arco eléctrico y gas, es un proceso en el cual el electrodo es un alambre metálico desnudo consumible y la protección se proporciona inundando el arco eléctrico con un gas. El alambre desnudo se alimenta en forma continua y automática desde una bobina a través de una pistola de soldadura como se ilustra en la figura 7. El grosor del alambre usado (1/32 de pulgada hasta ¼ de pulgada de diámetro) en la soldadura MIG depende de las partes a unir y la velocidad con que se realice la soldadura.

La protección se realiza por medio de un gas o la mezcla de gases, entre los cuales encontramos: argón, helio y bióxido de carbono. La combinación de alambre de electrodo desnudo y los gases protectores eliminan el recubrimiento de escoria en la gota de la soldadura y, por tanto, evitan la necesidad del esmerilado y limpieza manual de la escoria. La soldadura MIG se usa en operaciones de fabricación para soldar diversos metales ferrosos y no ferrosos. Tiene una ventaja importante la soldadura MIG sobre la TIG, debido a

que la primera ahorra tiempo ya que el alambre de soldadura es continuo, mientras que en TIG, utiliza electrodos revestidos, los cuales no son continuos.

Figura 7. Soldadura MIG

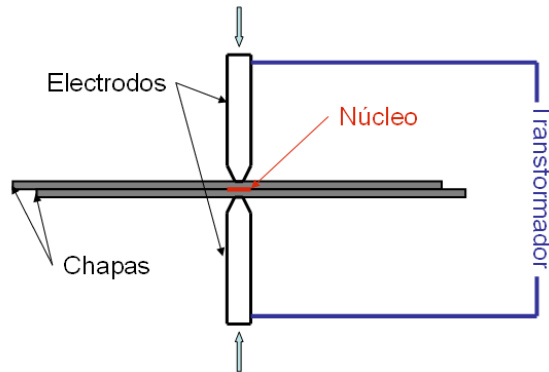


Fuente: <http://es.wikipedia.org>

➤ Soldadura por resistencia (Puntos)

Se realiza por el calentamiento que experimentan los metales debido a su resistencia al flujo de una corriente eléctrica (efecto Joule). Los electrodos se aplican a la superficie de las dos piezas: se colocan en una pinza a presión (ver Figura 8), y se hace pasar por ellas una fuerte corriente eléctrica durante un corto lapso de tiempo. La zona de unión de las dos piezas, como es la que mayor resistencia eléctrica ofrece, se calienta y se funde quedando pegadas en un pequeño “punto”.

Figura 8. Soldadura por resistencia



Fuente: <http://es.wikipedia.org>

2.1.3 Trabajo metálico de laminas

El trabajo metálico de láminas incluye operaciones de corte y formado realizadas sobre laminas delgadas de metal. Los espesores del material típicos están entre 1/64 [in] y 1/4 [in]. Cuando el espesor excede de 1/4 [in] se llama placa en lugar de lámina. Las piezas de lámina de metal por su alta resistencia, buena precisión dimensional, buen acabado superficial y bajo costo relativo. Se pueden diseñar operaciones de producción masiva de lámina para grandes cantidades de componentes que se requieran en muchos productos.

La mayoría de las operaciones con láminas metálicas se ejecutan en máquinas herramientas llamadas prensas. Las herramientas que se utilizan para realizar el trabajo en láminas se llaman punzón y troquel. La mayoría de los procesos con láminas metálicas se realizan a temperatura ambiente (trabajo enfriado)⁵, excepto cuando el material es grueso, frágil o la deformación es significativa. Estos son los casos usuales de trabajo en tibio (a 0.3 Tm) más que trabajo en caliente. Las tres grandes categorías de los procesos con láminas metálicas

⁵Trabajo en frío: Se refiere al trabajo a temperatura ambiente o menor. Este trabajo ocurre al aplicar un esfuerzo mayor que la resistencia de fluencia original de metal, produciendo a la vez una deformación. Tomado de: Conformado de metales. Escuela colombiana de ingeniería [en línea]: <http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/1578_conformado.pdf>

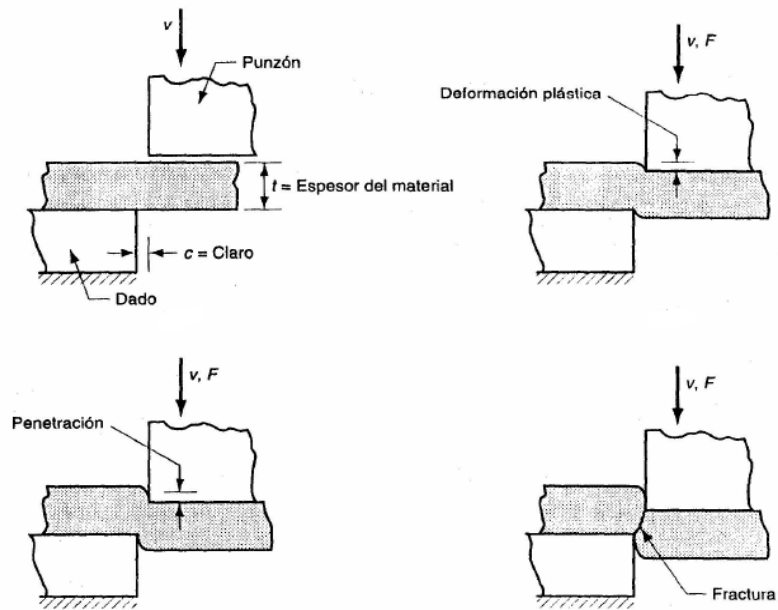
son: 1) corte, 2) doblado y 3) embutido. El corte se usa para separar láminas grandes en piezas menores, para cortar un perímetro o hacer agujeros en una parte. El doblado y el embutido se usan para transformar láminas de metal en partes de forma especial.

Las herramientas que se usan para realizar el trabajo con láminas se llaman punzón y dado, la mayoría de las operaciones con lámina metálica se ejecutan en máquinas herramientas llamadas prensas. Se usa el término prensa de troquelado para distinguir estas prensas de las prensas de forjado y extrusión. Los productos hechos de lámina se llaman troquelados o estampados. Para facilitar la producción en masa, las láminas de metal se introducen en la prensas frecuentemente en forma de tiras o rollos.

2.1.3.1 Operaciones de corte

El corte de lámina se realiza por una acción de cizalla entre dos bordes afilados de corte. La acción de cizalla se describe en la figura 9, donde el borde superior de corte (el punzón) se mueve hacia abajo sobrepasando el borde estacionario inferior de corte (el troquel). Cuando el punzón empieza a empujar el trabajo, ocurre una deformación plástica en la superficie de la lámina conforme este se mueve hacia abajo, ocurre la penetración, en la cual comprime la lámina y corta el metal. A medida que el punzón continúa su viaje dentro del trabajo, se inicia la fractura del material de trabajo entre los dos bordes de corte. Si el claro entre el punzón y el dado es correcto, las dos líneas de fractura se encuentran y el resultado es una separación limpia del material de trabajo en dos piezas.

Figura 9. Cizallado o corte de una lámina.



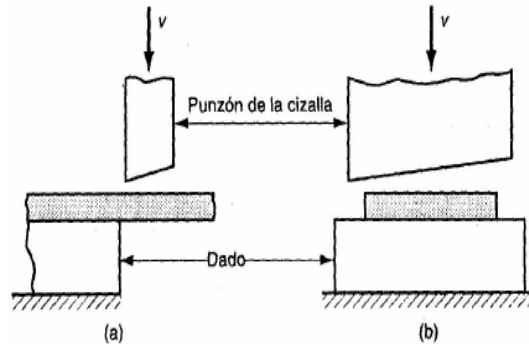
Fuente: GROOVER, Mikel P. Fundamentos de manufactura moderna
3ed. Cap. 20, p. 442

➤ Cizallado, punzonado y perforado

El cizallado, punzonado y perforado son las tres operaciones de corte que se pueden desarrollar en una prensa.

El cizallado es la operación de corte de una lámina de metal a lo largo de una línea recta entre dos bordes de corte como se muestra en la figura 10(a). El cizallado se usa típicamente para reducir grandes láminas a secciones más pequeñas para operaciones posteriores de prensado. Se ejecuta en una máquina llamada cizalla de potencia o cizalla recta. La cuchilla superior de la cizalla de potencia está frecuentemente sesgada, como se muestra en la figura 10(b), para reducir la fuerza requerida de corte.

Figura 10. Operación de cizallado

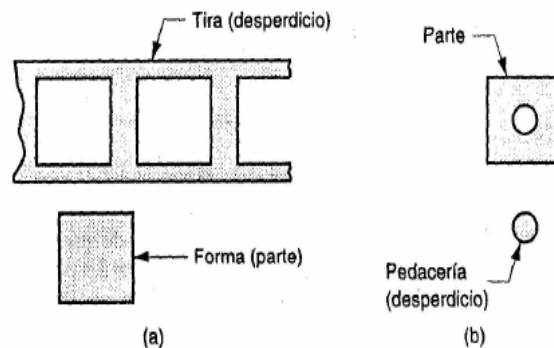


Fuente: GROOVER, Mikel P. Fundamentos de manufactura moderna 3ed. Cap. 20, p. 443

➤ Punzonado y perforado

El punzonado implica el corte de una lámina de metal a lo largo de una línea cerrada en un solo paso para separar la pieza del material circundante, como se muestra en la figura 11(a). La parte que se corta es el producto deseado en la operación y se designa como la parte o pieza deseada. El perforado es muy similar al punzonado, excepto que la pieza que se corta se desecha y se llama pedacería. El material remanente es la parte deseada. La distinción se ilustra en la figura 11(b).

Figura 11. (a) Operación de punzonado y (b) perforado



Fuente: GROOVER, Mikel P. Fundamentos de manufactura moderna 3ed. Cap. 20, p. 443

2.1.3.2 Operaciones de doblado

En el trabajo de láminas metálicas, el doblado se define como la deformación del metal alrededor de un recto. Durante la operación de doblado, el metal dentro del plano neutral se comprime, mientras que el metal por fuera del plano neutral se estira.

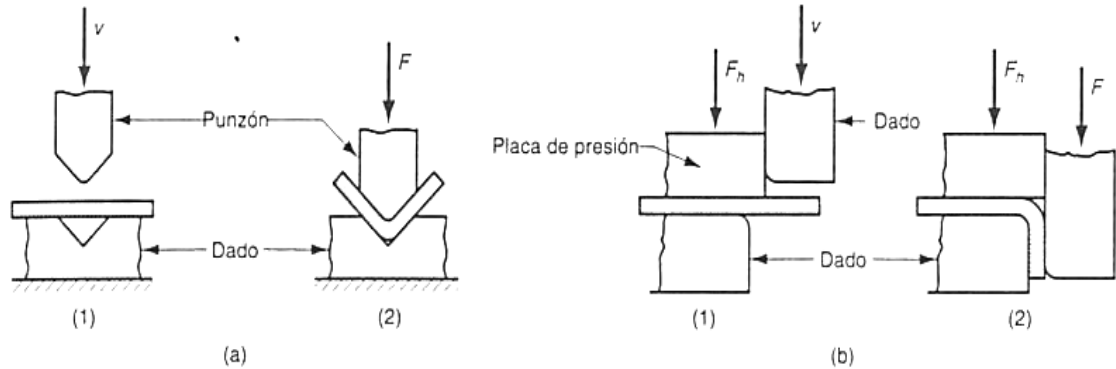
➤ Doblado en V y doblado de bordes

Las operaciones de doblado se realizan como herramienta de trabajo diversos tipos de punzones y troqueles. Los dos métodos de doblado más comunes y sus herramientas asociadas son el doblado en V, ejecutado con un troquel y el doblado de bordes, ejecutado con un troquel deslizante.

En el doblado en V, la lámina de metal se dobla entre un punzón y un troquel en forma de V, los ángulos incluidos, que fluctúan desde los muy obtusos hasta los muy agudos. El doblado en V se usa por lo general para operaciones de baja producción y se realiza frecuentemente en una prensa de cortina.

El doblado de bordes involucra una carga en voladizo sobre la lámina de metal. Se usa una placa de presión que aplica una fuerza de sujeción para sujetar la base de la pieza contra el troquel, mientras el punzón fuerza la pieza volada para doblarla sobre el borde de un troquel.

Figura 12. (a) Doblado en V y (b) doblado de bordes



Fuente: GROOVER, Mikel P. Fundamentos de manufactura moderna

2.2 LINEAS DE PRODUCCION

Las líneas de producción son una clase importante en los sistemas de manufactura cuando deben hacerse grandes cantidades de productos idénticos o similares. Están diseñados para situaciones donde el trabajo total que debe realizarse en la pieza o producto consiste en muchos pasos separados. Entre los ejemplos están los productos ensamblados (por ejemplo, los automóviles y los aparatos eléctricos), así como las piezas maquinadas que se producen en forma masiva, en las cuales se requieren múltiples operaciones de maquinado. En una línea de producción, el trabajo total se divide en tareas pequeñas y se asignan trabajadores o máquinas para realizar actividades con gran eficiencia⁶.

2.2.1 Variaciones de productos

Las líneas de producción se diseñan para afrontar las variaciones en los modelos de los productos, siempre y cuando las diferencias entre ellos no sean

⁶ Referencia tomada de GROOVER, MIKEL P. Fundamentos de la manufactura moderna 3 ed. México: Prentice Hall, Cap. 41 Líneas de producción.

demasiado grandes. Pueden definirse tres tipos de líneas⁷: 1) de modelo único, 2) de modelo por lotes y 3) de modelo mixto.

Una línea de modelo único produce solo un modelo y no hay variaciones en él. Las líneas de modelo por lotes y de modo mixto es el manejado por la empresa se diseñan para producir dos o más modelos del producto en la misma línea, pero usan diferentes enfoques para enfrentar las variaciones.

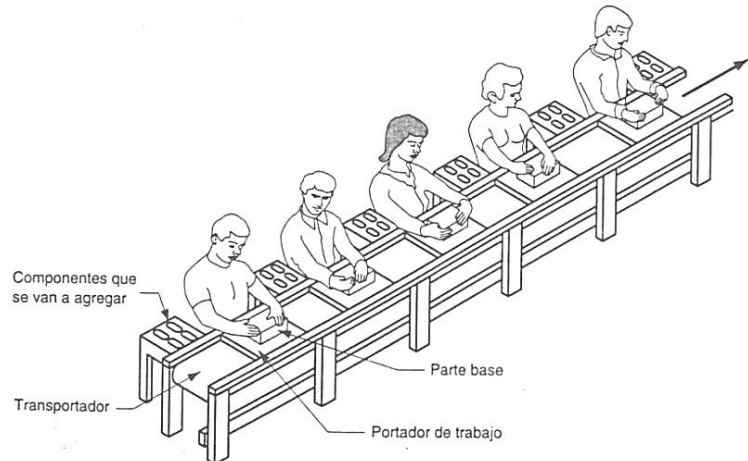
Una línea de modelo por lotes produce cada modelo en lotes. Las estaciones de trabajo se configuran para producir la cantidad deseada del primer modelo y después se reconfiguran para producir la cantidad requerida para el modelo siguiente. Con frecuencia, los productos ensamblados usan este enfoque cuando la demanda de cada producto es media. En este caso, la economía favorece el uso de una línea de producción para varios productos en vez de usar líneas separadas para cada modelo.

2.2.2 Líneas de ensamble manual

Consiste en múltiples estaciones de trabajo ordenadas en forma secuencial en las cuales los trabajadores humanos ejecutan operaciones de ensamble, como en la figura 13. La pieza base viaja por las estaciones de trabajo, donde los trabajadores realizan tareas que construyen el producto en forma progresiva. En cada estación se agregan componentes a la pieza base hasta que todo el contenido de trabajo se ha terminado cuando el producto sale de la estación final.

⁷ Referencia tomada de GROOVER, MIKEL P. Fundamentos de la manufactura moderna 3 ed. México: Prentice Hall, Cap. 41 Líneas de producción.

Figura 13. Línea de ensamble manual



Fuente: GROOVER, Mikel P. Fundamentos de manufactura moderna

A continuación se mostrarán algunas ecuaciones que describen las líneas de producción y que más adelante se utilizarán como elemento de evaluación en este proyecto.

Primero el mejoramiento de la eficiencia de la línea, la cual se define como:

$$\varepsilon_{\text{línea}} = \frac{T_c}{T_p} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde T_p es el tiempo de producción promedio el cual tiene unidades $\left[\frac{\text{min}}{\text{unidad}} \right]$ y T_c el cual es el tiempo de ciclo este es un valor menor a T_p debido a pérdidas inherentes al proceso de producción debidas a fallas mecánicas y eléctricas, en donde T_p está definido de la siguiente forma:

$$T_p = \frac{60}{R_p} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde R_p está definida como la velocidad de producción promedio real y tiene unidades $\left[\frac{\text{unidades}}{\text{hora}}\right]$, además R_p está definida de la siguiente forma:

$$R_p = \frac{D_a}{50 * S_w * H_{sh}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde, D_a está definido como la demanda anual del producto en $\left[\frac{\text{unidades}}{\text{año}}\right]$, S_w es el número de turnos en $\left[\frac{\text{turnos}}{\text{semana}}\right]$, y H_{sh} la cual representa las horas totales de un turno en $\left[\frac{\text{horas}}{\text{turno}}\right]$, así que reordenando las ecuaciones 1, 2, 3 obtenemos:

$$\frac{60 * \varepsilon}{T_c} = \frac{D_a}{50 * S_w * H_{sh}} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde se puede observar (ε directamente proporcional con D_a) que mejorando la eficiencia de la línea se podrá optimizar la producción anual de piezas. Ahora se analizara la mejora de la eficiencia de balanceo la cual se define de la siguiente manera:

$$\varepsilon_b = \frac{T_{wc}}{w * T_s} \quad \text{Ecuación 5}$$

En donde T_{wc} , es el tiempo total de contenido de trabajo, el cual es la suma de los tiempos de trabajo en cada uno de los puestos de trabajo. w , es el número de trabajadores en la línea de producción y T_s , es el tiempo de servicio más largo, estas expresiones se asocian así:

$$w_{min} \geq \frac{T_{wc}}{T_c} \rightarrow w \text{ [numero entero]}$$

$$T_s = \text{MAX}(T_{si}) \text{ para } i = 1, 2, \dots, n$$

$$[n = \text{puestos de trabajo}]$$

$$T_c = T_s + T_r$$

Ecuación 6

En donde T_r son tiempos muertos de reubicación, los cuales están presentes en las líneas de producción de modelo por lotes el cual maneja la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA en la producción de la despulpadora de café DCV-306, y sus otros productos agrícolas.

2.2.3 Métodos de transporte de trabajo

Existen distintas formas de mover las unidades de trabajo de una estación a la siguiente. Las dos categorías básicas son manual y mecanizada. Los métodos manuales implican pasar las unidades de trabajo entre las estaciones en forma manual y se asocian con las líneas de ensamble manual. En algunos casos, el producto de cada estación se recopila en una caja o una charola de carga, esto puede dar una cantidad significativa de inventario dentro de los procesos. Los métodos mecanizados, por lo general, usan sistemas mecánicos de potencia para mover unidades de trabajo a lo largo de la línea de producción.

Actualmente en PENAGOS HERMANOS se transportan las herramientas, dispositivos de fijación y ensamble y piezas de manera manual por parte de los operarios, los cuales muchas veces recurren a otros operarios para el levantamiento de cargas pesadas.

2.2.3.1 Criterios generales para la elección del sistema de transporte

Siendo tan variado el uso y la aplicación de los equipos para el transporte de cargas, es natural que se realice un análisis para determinar el equipo adecuado para cada situación, para lo cual es necesario tener en cuenta una serie de factores:

Los factores a tener en cuenta son:

- ✓ Técnicos
- ✓ Económicos
- ✓ Financieros
- ✓ Legales
- ✓ Seguridad – Normas generales y Normas particulares
- ✓ Incidencia ambiental

➤ **Factores técnicos**

- a) La clase de movimiento: Puede ser horizontal, vertical o inclinado.
- b) La cantidad de material que se desea transportar por unidad de tiempo: en esta estimación hay que tener en cuenta si conviene calcular por el peso o por el volumen del material.
- c) Sistema de alimentación del material: o sea el sistema por el cual llega el material o la carga al transportador.
- d) Sistema de descarga material: como y donde debe descargarse y los medios con que se cuentan para el manejo del material descargado.
- e) Clase de servicio que debe brindar el equipo, es decir si el servicio será continuo o intermitente.
- f) Detalles característicos del material a transportar: materiales inflamables, explosivos, comestibles, venenosos, tóxicos, volátiles, etc. que afecten a los seres humanos, animales o plantas o equipos.

➤ **Factores Económicos, financieros y legales**

- a) Costo de adquisición del equipo.
- b) Costo de mantenimiento y funcionamiento.

El trabajo con aparatos a mano no resultan económico en general, solo cuando se lo requiere poco tiempo durante la jornada; en caso contrario los jornales importan más que el interés de amortización del equipo y los gastos operativos.

➤ **Factores de seguridad**

En cuanto a la seguridad, se deberán tener en cuenta las normas generales, que son comunes a todos los sistemas de transporte, y las normas particulares las cuales son especificadas para cada caso.

2.2.3.2 Transporte sobre superficies sin carriles

Generalidades:

- ✓ Carretillas
- ✓ Camiones
- ✓ Tractores
- ✓ Máquinas de movimiento de suelo
- ✓ Auto elevadores

➤ **Carretillas**

Pueden ser accionadas en forma:

- ✓ Manual
- ✓ Eléctrica
- ✓ Hidráulica
- ✓ Mecánica
- ✓ Combinados

Entre ellas hay distintos tipos, dependiendo su elección de:

- ✓ Costo
- ✓ Cargas a transportar (peso total y peso unitario)
- ✓ Distancia a transportar el material
- ✓ Estado del piso
- ✓ Tipo de producto a transportar

➤ **Carretillas Manuales**

Las carretillas manuales se pueden clasificar en función de:

- ✓ Numero de ruedas
- ✓ Numero de ejes
- ✓ Numero de ruedas fijas y ruedas orientables
- ✓ Tipo de ruedas (según el material de fabricación)
- ✓ Con o sin suspensión

- ✓ Ruedas simples o múltiples

➤ **Carretilla de una o dos ruedas**

La única rueda está ubicada en la parte delantera, luego de la carga y más atrás, las barras donde es tomada por el operario. Teniendo en cuenta que parte de la carga es soportada por el conductor, se debe tratar de que la resultante del centro de gravedad de la carga, pase por el eje de la rueda, o bien se encuentre lo más cerca posible de este, para disminuir el esfuerzo humano. Este tipo de carretillas se utiliza para pequeñas distancias y pequeñas cargas pero no es aconsejable, aun en estas condiciones para servicio continuo.

➤ **Carretilla de tres o cuatro ruedas**

En este tipo de carretillas, el esfuerzo humano solo se requiere para empujar la carretilla, pero no para elevar la carga. La carga debe estar centrada con respecto a las ruedas porque en caso contrario la carretilla puede volcarse.

Las ruedas pueden ser:

- ✓ Las tres orientables
- ✓ Dos fijas colocadas sobre un mismo eje y la tercera y/o cuarta orientable, colocada sobre el eje trasero.

Figura 14. Tipos de carretilla



Fuente: www.encyclopedia.us.es/index.php/Transporte_en_la_industria

➤ **Clasificación de las carretillas según su trayectoria**

Pueden ser

- ✓ Transportadoras o tractoras
- ✓ Elevadoras
- ✓ Apiladoras (combinadas)

➤ **Transportadoras o tractoras**

Como su nombre lo indica, solamente están preparadas para el transporte de cargas en trayectorias paralelas al piso donde circulan. En esta trayectoria puede ser inclinada por ser así el piso, pero no quiere decir que la carretilla puede trasladarse normalmente, según una trayectoria distinta a la horizontal, acorde a lo anterior pueden ser:

- ✓ Con plataforma autotransportada
- ✓ Con elemento para arrastre (gancho)

➤ **Elevadoras**

Están previstas para transportar cargas en trayectorias solo vertical. Son poco comunes. Cuando el problema es trasladar cargas en trayectoria solo vertical se recurre a montacargas, ascensores, elevadores, etc., según sea la carga a transportar y que estudiaremos más adelante.

➤ **Combinadas**

Se utilizan cuando hay que trasladar cargas en sentido horizontal y vertical a la vez. Reciben el nombre de apiladoras.

➤ **Carretillas eléctricas**

En función del elemento tractor, se pueden clasificar en:

- ✓ Traslación manual: la fuerza electromotriz, se utiliza para elevar o descender la carga, luego el operario la traslada empujando la carretilla.
- ✓ Traslación eléctrica: Pueden ser con plataforma de carga y de arrastre

Las carretillas eléctricas constan de 3 o 4 ruedas en dos ejes, de los cuales uno o los dos pueden ser motrices.

➤ **Ventajas**

- ✓ No producen gases de combustión, por lo tanto no contaminan el ambiente
- ✓ Poco gasto de mantenimiento
- ✓ Pocas partes en movimiento

- ✓ Mucha elasticidad del motor
- ✓ Fácil manejo

➤ **Desventajas**

- ✓ Autonomía Limitada
- ✓ Mayor costo inicial

➤ **Características**

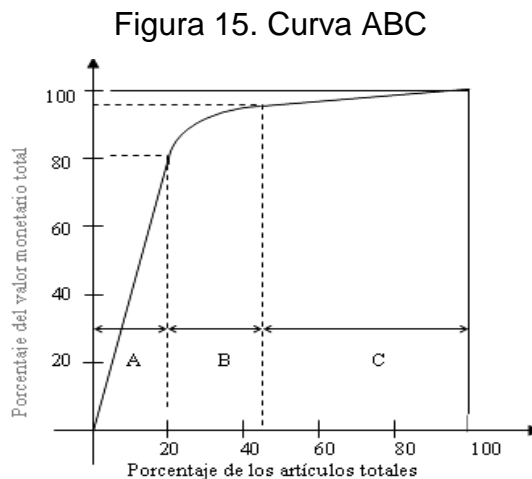
- ✓ Autonomía: 50 a 60 horas sin recargar la batería
- ✓ Velocidad de trabajo: 10 a 15 km/h
- ✓ Carga máxima: Para carretillas normales de orden de los 1000 kg

2.2.4 Almacén de dispositivos y/o herramientas de trabajo

Para poder hablar de un almacén, en primer lugar se deberá definir su concepto: un almacén básicamente es un espacio, recinto, edificio, o instalación donde se suele guardar la mercancía, pero al mismo tiempo puede hacer otras funciones, como por ejemplo el acondicionamiento de productos determinados, hacer recambios (tanto para el mantenimiento como para la existencia técnica), etc., más profundamente se diría que el término almacén viene derivado del árabe (almaizan) y es una casa o edificio donde se guardan géneros de cualquier clase. A continuación se definirán los siguientes términos:

ABC: Es un método de almacenamiento que consiste en dividir un conjunto de referencias de materiales en grupos.

- ✓ A: 20% que representa el 80% del almacén que se mueve. Está en la parte más accesible.
- ✓ B: 30% mueve un 10% del almacén.
- ✓ C: 50% sólo mueve el 10% del almacén.



Fuente: www.dav.sceu.frba.utn.edu.ar

Alveolo o compartimiento: Huecos donde entran los pallets o se depositan los materiales de la misma clase.

Ciclo Combinado: Son una serie de operaciones que sufre un artículo desde que llega al almacén hasta que se deposita en su alveolo. Forma de moverlo.

Ciclo Simple: Es cada una de las partes en las que se divide el Ciclo Combinado.

Inventario: Operación que permite saber la cantidad y emplazamiento del material.

2.2.5 Planificación de almacenamientos

A continuación se colocan los criterios a tener en cuenta para este aspecto

1. Uso efectivo del tiempo.

- ✓ Usar al máximo el cubo (forma de almacenaje), siempre que sea posible ya que es la mejor.

2. Acceso rápido a los ítems.

- ✓ Ítems: productos almacenados.
- ✓ Se tiene que almacenar de manera adecuada (A, B, C) del más uso al menos uso.

3. Facilidad para el manejo de materiales.

- ✓ Se necesitaran que los materiales puedan ser movidos con gran facilidad.
- ✓ No por ahorrar un trozo de espacio se moverá mejor, se tendrá en cuenta la manera de mover los materiales (toro, carretilla).
- ✓ El almacén y área colindante deben estar perfectamente coordinados.

4. Identificación positiva.

- ✓ No haya ninguna duda de que los materiales estén perfectamente identificados.
- ✓ Es absolutamente vital para un almacén medio o grande.

5. Orden.

- ✓ No debe haber nunca nada fuera de su sitio y un sitio para cada cosa.
- ✓ Facilitar la buena marcha del almacén.

2.3 FILOSOFIA DE 5's

Las 5's son una metodología de trabajo, originada en Japón, donde la perfección en todos los aspectos ha conseguido altos niveles de eficiencia y competitividad, reconocidos mundialmente. Esta metodología se basa en 5 principios, de cinco concepto-palabras japonesas que comienzan con la letra "S".

Tabla 2. Pasos 5's

1	Seiri	Clasificar
2	Seiton	Organizar
3	Seiso	Limpiar
4	Seiketsu	Estandarizar
5	Shitsuke	Disciplina

Fuente: Autores

✓ Clasificar (Seiri)

El propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de mantenimiento u otras actividades cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio, donar, transferir o eliminar. Los beneficios que se consiguen clasificando y eliminando lo superfluo son mayor espacio, se controla mejor los inventarios, se elimina el despilfarro y se evita accidentes.

✓ Organizar (Seiton)

Se trata de colocar los elementos de trabajo en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y devolverlos a su lugar original. Permite ubicar materiales, herramientas, documentos de forma rápida. Esto tiene un

efecto positivo en los clientes, ya que les da la impresión de que las cosas se hacen bien. En la oficina permite el control visual de las carpetas eliminando la pérdida de tiempo de acceso a la información.

✓ Limpiar (Seiso)

Esta fase tiene como objetivo incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y lograr mantener todo en el debido orden. Esto se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

✓ Estandarizar (Seiketsu)

En esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado, aplicando estándares a la práctica de las tres primeras "S". Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones. Se trata de estabilizar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas precedentes, con un mejoramiento y una evolución de la limpieza, ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente, con lo cual se hace un balance de esta etapa y se obtiene una reflexión acerca de los elementos encontrados para poder darle una solución.

✓ Disciplina (Shitsuke)

La práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados. En lo que se refiere a la implantación de las 5 S, la disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las cuatro primeras "S" se deteriora rápidamente.

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de las otras "S". Existe en la mente y en la voluntad de las personas, solo la conducta demuestra su presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

3. MANUFACTURA EN PENAGOS

3.1 PENAGOS COMO EMPRESA MANUFACTURERA

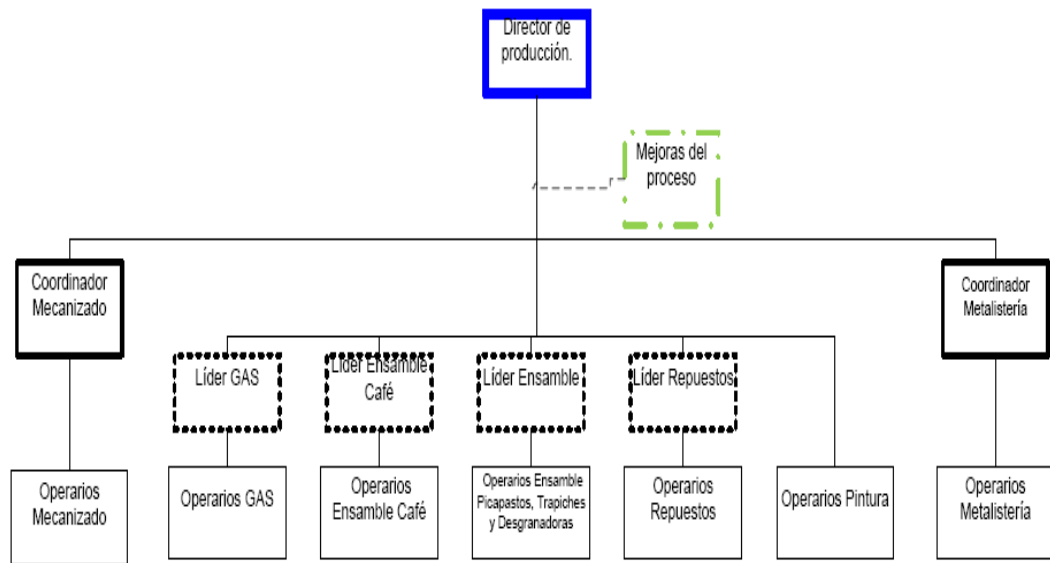
PENAGOS HERMANOS & CIA, es una empresa santandereana, que lleva más de 120 años trabajando por la industria agrícola, inicialmente, como empresa de fundición y en los últimos 70 años, como empresa manufacturera para la industrialización y desarrollo de la agricultura con productos como trapiches, picapastos, desgranadoras de maíz y en los últimos 40 años las despulpadoras y desmucilagadoras de café. Estos productos han sido los pioneros en la exportación de maquinaria agrícola en Colombia y en la sección de café, son los más especializados en Latinoamérica y de mayores avances en el ámbito de ingeniería agrícola para el desarrollo y mejoramiento de la calidad de exportación del país como lo es el café.

En la actualidad, el interés de la empresa, es mejorar el sistema de producción y manufactura y por esto el control de calidad viene a ser prioridad en el desarrollo y mejoramiento de sus productos y la exportación de los mismos.

3.2 DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

Su función principal es fabricar los productos atendiendo la demanda y las ordenes expedidas por el departamento comercial. Su estructura se puede ver en la figura 16.

Figura 16. Organigrama departamento de producción.



Fuente: Autores

3.3 SECCIÓN DE METALISTERÍA Y SOLDADURA

La sección de Metalistería trabaja un turno, de 6:30 am a 2:30 pm con aproximadamente 24 operarios repartidos en los diferentes puestos de trabajo, y ocasionalmente un turno en la noche que va desde las 2:00 pm hasta 10:00 pm con aproximadamente 8 operarios en el proceso de soldadura.

3.3.1 Maquinaria y herramientas.

La mayoría de máquinas de la sección son accionadas manualmente y necesitan la atención permanente del operario para producir. Las máquinas existentes son las que se enuncian en la tabla 3.

De las máquinas expuestas en la tabla 3, la única automática es la mesa de corte por plasma CNC. Las primeras 4 máquinas (Cizalla, Plasma manual, Plasma CNC y Cizalla universal) son utilizadas para labores de corte. La cizalla universal y la troqueladora son utilizadas para hacer perforaciones y

troquelado. La dobladora y cilindradora realizan pliegues y dobleces curvos o rectos dependiendo de lo que se necesite y los equipos de soldadura se utilizan para armar las piezas y estructuras de los productos.

Tabla 3. Maquinas sección metalistería y soldadura.

Nombre de la máquina	Cantidad
Cizalla	1
Mesa de corte por plasma Manual	1
Mesa de corte por plasma CNC	1
Cizalla Universal	1
Dobladora	1
Troqueladora	1
Cilindradora	1
Equipo de soldadura de punto	1
Equipo de soldadura MIG	8
Equipo de soldadura por arco eléctrico	7

Fuente: Autores

3.3.1.1 Dispositivos de fijación y ensamble.

La mayoría de las operaciones de soldadura requiere un trabajo intenso. Por ejemplo, la soldadura con arco eléctrico la realiza un trabajador calificado, llamado soldador, quien controla manualmente la trayectoria o colocación de la soldadura para unir piezas individuales en una unidad más grande.

En las operaciones de fábrica donde se realiza la soldadura en forma manual, con frecuencia el soldador trabaja con un segundo trabajador, llamado

ajustador. El trabajo del ajustador es ordenar los componentes individuales para el soldador antes de practicar la soldadura. Se usan sujetadores y posicionadores de soldadura para ayudar en esta función. Un sujetador de soldadura es un dispositivo para asegurar y sostener los componentes en una posición fija para la soldadura. Esta instalación se fabrica sobre pedido para la forma particular de la soldadura y, por lo tanto, tiene una justificación económica en base al modelo de producción por lotes que maneja la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA.

3.3.2 Descripción de los procesos realizados en la sección

Como se ha mencionado anteriormente allí llegan tres tipos de materia prima: láminas, platinas y ángulos de distintos calibres. Estos son almacenados en estantes especiales y están situados cerca a los puestos de trabajo donde inicia el proceso. El proceso inicia con las operaciones de corte y dependiendo de las características de la materia prima se envían a distintos puestos de trabajo así:

- ✓ Las láminas de calibre inferior a 3 mm se cortan en la Cizalla, las láminas de mayor calibre se cortan en el plasma manual o CNC dependiendo de la precisión y geometría de la pieza.
- ✓ En la mesa de corte por plasma CNC se realizan los cortes más complejos y de mayor demanda y en la mesa de corte por plasma manual se realizan cortes de menor complejidad y menor demanda.
- ✓ Las platinas y ángulos se cortan en la Cizalla universal y solo en casos especiales cuando se necesitan cortes muy complejos se llevan a la mesa de corte CNC.

Las piezas cortadas pueden ser punzonadas y/o troqueladas según lo requerido. Estas operaciones pueden realizarse en la cizalla universal o en la troqueladora la diferencia radica en que esta tiene capacidad para hacer troquelados de gran complejidad sobre piezas de grandes espesores mientras que la Cizalla Universal solo realiza perforaciones pequeñas. Las piezas que no requieran perforaciones o hayan sido perforadas son llevadas a la Dobladora dependiendo del pliegue que sea necesario, en la dobladora se realizan pliegues rectos mientras que en la cilindradora se hacen pliegues curvos.

Por último todas las piezas una vez cumplen su secuencia en esta celda de producción, se trasladan al proceso de soldadura, allí se arman las estructuras de los productos. Las estructuras que necesiten mayor consistencia se realizan con los equipos de soldadura eléctrica de lo contrario son armadas con soldadura MIG. Al finalizar el proceso de soldadura las estructuras son enviadas a la sección de pintura y así finaliza el macroproceso de la sección de metalistería.

3.3.3 Análisis 5´s

En la empresa ya se han hecho esfuerzos por la implementación de la cultura 5´s, a pesar de ello la evolución ha sido muy lenta y se ha visto truncada por otros proyectos que hacen que los altos directivos le resten importancia a las actividades 5´s. No obstante la vinculación de estudiantes mediante trabajos de grado ha impulsado esta cultura que poco a poco ha involucrado activamente a los operarios formando conciencia de la gran magnitud que tiene la implantación de esta cultura.

Para llevar a cabo el análisis de las 5S`s y verificar el cumplimiento de cada una de ellas se realizó un diagnóstico de la cultura organizacional mediante la

aplicación de una lista de chequeo (ver anexo C). A través de esta herramienta se hicieron una serie de preguntas relacionadas con cada paso de la filosofía a personas al interior de la empresa (trabajadores) las cuales respondieron de acuerdo a lo que se percibe en la sección de metalistería diariamente. El uso de la lista de chequeo de cinco puntos permite conocer el porcentaje de cumplimiento que está presentando cada una de las 5S's, en los procesos que generan más impacto dentro de la empresa.

De aquella valoración y análisis se obtuvieron los resultados que se encuentran en la tabla 4.

Tabla 4. Resultado análisis 5's

	Puntaje obtenido	Puntaje máximo	% de cumplimiento
Seiri	18	40	45%
Seiton	22	45	49%
Seiso	20	45	44%
Seiketsu	24	50	49%
Shitsuke	26	45	58%

Fuente: Autores

Como se evidencia en la anterior tabla en materia de limpieza y clasificación esta sección se encuentra en condiciones lamentables con un 44% y 45% respectivamente, asimismo la organización y la estandarización están en niveles muy bajos lo cual significa que aún hace falta mucho trabajo de concientización y dedicación sobre el tema. De estos resultados se ve la necesidad de mejorar la sección mediante la reorganización de la misma teniendo en cuenta, los espacios necesarios para un buen manejo de herramientas y dispositivos los cuales representan una muy buena parte de los problemas ya que son un gran número de los cuales no se posee ningún

registro como un código que los identifique o una base de datos donde se almacene la información de los mismos. Además algunos dispositivos presentan grandes dimensiones y son de gran peso lo cual dificulta su movilización a través de la sección de metalistería de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA.

A continuación se desarrollaran dos propuestas de solución para el manejo de los dispositivos de sujeción y ensamble en la sección (capítulos 4 y 5).

4. LAYOUT DE LOS DISPOSITIVOS DE LA SECCION DE METALISTEIRA Y SOLDADURA

Para PENAGOS HERMANOS que cuenta con un gran portafolio de productos con muchas piezas es muy difícil encontrar la manera de distribuir sus equipos de tal forma que el flujo sea continuo para todas las piezas y no existan retrocesos. Por otra parte la gran variedad de piezas implica que existan más tiempos de preparación y cambio de herramientas.

Las anteriores características hacen de la Filosofía de 5's, en la fase Seiri una herramienta idónea para analizar y proponer distribuciones de los dispositivos, y la sección en general. La fase Seiton se utilizara con el fin de aprovechar las similitudes en los procesos de manufactura donde intervienen los dispositivos de fijación y ensamble contribuyendo de esta manera a disminuir la incidencia de los tiempos de preparación, el exceso de transportes, complejidad de procesamiento, y como consecuencia de todo esto mejora en la limpieza de la sección.

En el área de metalistería existen dos procesos diferentes. El primero va dirigido al procesamiento de lámina y el segundo consiste en armado y soldadura de estructuras. El primer proceso de metalistería es denominado UNIDAD DE APOYO, nombre que surge por la cooperativa que labora allí: APOMET (Apoyo a Metalistería). La redistribución que se propone para esta sección se realizará para el proceso de soldadura la cual está constituida de varios módulos de soldadura, los cuales son de fácil reubicación y no para la unidad de apoyo para la cual se necesitaría de un estudio más a fondo abordando temas como el flujo de piezas y materia prima en los puestos de trabajo lo cual está fuera del alcance del proyecto.

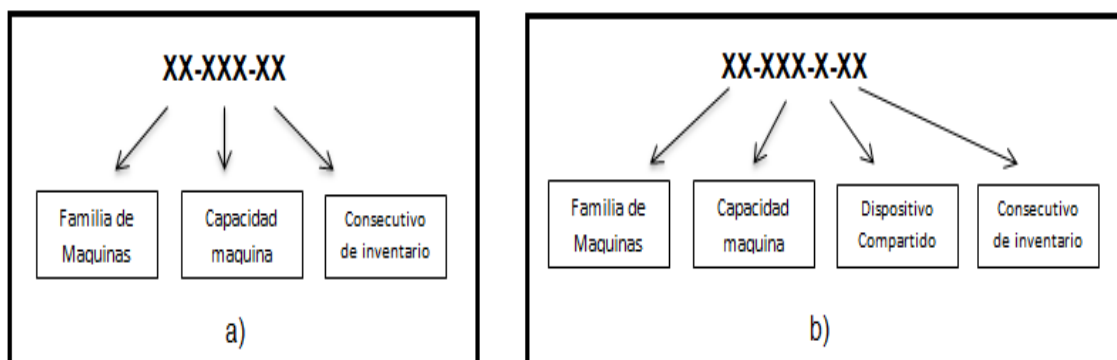
4.1 CODIFICACIÓN E INVENTARIO DE DISPOSITIVOS

En el desarrollo de la base de datos para la empresa PENAGOSHERMANOS se vio la necesidad de realizar un completo inventario e implementar un sistema de codificación e identificación de los dispositivos utilizados en la sección de metalistería para la realización de los productos ofrecidos por la empresa. En él se realizó un diseño de codificación alfanumérico, que consta de máximo 8 caracteres, como se presenta en la figura 17 y se fundamenta de la siguiente forma.

4.1.1 Estructura del código

- ✓ Los primeros dos dígitos son letras las cuales indican la familia de productos a la cual pertenece el dispositivo.
- ✓ Los siguientes tres dígitos indican el modelo y/o capacidad de la maquina referenciada por los 2 dígitos anteriores. Si los dispositivos son compartidos se referenciara la máquina de menor capacidad y/o modelo.
- ✓ El siguiente digito corresponde a una letra la cual indica si el dispositivo es compartido con otra máquina dentro de su misma familia. La no presencia de este digito indica que el dispositivo no es compartido.
- ✓ Los siguientes dos dígitos es un consecutivos indicando el número del dispositivo en inventario.

Figura 17. a) Codificación dispositivo y (b) dispositivo compartido



Fuente: Autores

4.1.2 Aplicación del código a PENAGOS

De acuerdo a las consideraciones planteadas anteriormente, el sistema de decodificación para los dispositivos en la sección de metalistería de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA se realizó de la siguiente manera.

Se tomaron las familias de máquinas ya existentes (ver figura 18), las cuales están organizadas de acuerdo a la función principal que desempeñan y que a su vez están subdivididas en dos líneas de maquinaria (café y agrícola), con las que actualmente se trabaja en PENAGOS HERMANOS (ver tabla 5) y se le asignó a cada familia un código basado en una abreviación de la misma (ver tabla 6).

➤ Criterios de abreviatura para el código

La abreviación de las primeras dos letras que identifican a las máquinas se establecen de la siguiente forma:

- ✓ Si es una sola palabra se toman las dos primeras letras.
- ✓ Si son dos o más palabras se toman las letras iniciales de las dos primeras palabras.

Tabla 5. Familias de máquinas

NOMBRE FAMILIA	PICAPASTOS	PICADOR DE HOJA DE PALMA	PICADORAS ENSILADORAS	MOLINOS DE DISCOS	TRAPICHES	TRITURADORES PICADORES	TRITURADORAS DE DESECHOS VEGETALES	DESGRANADORAS DE MAIZ
MAQUINAS	PP-7M	PK-300	PE-800	MDP-60	TV-122	TP-32	TDV-24	DM-2
	PP-7R		PE-1200		TH-6	TP-24	TRP-11	DM-10
	P7-PLUS	-	-	-	-	TP-8	-	DM-20
	PP-9	-	-	-	-	-	-	DC-4000
	PP-10	-	-	-	-	-	-	-
	PP-12	-	-	-	-	-	-	-
	PP-600	-	-	-	-	-	-	-
	PP-300	-	-	-	-	-	-	-

	NOMBRE FAMILIA	DESPULPADORAS HORIZONTALES (café)	ECOLINES	DELVAS (Lavadores de café)	DESMUCILAGINADOR DE CAFÉ	UNIDAD COMPACTA DE BENEFICIO ECOLOGICO	DESPULPADORAS CLASIFICADORAS DE VERDES
LINEA CAFÉ	MAQUINAS	DH-2	ECO-400	DELVA-1500	DX-2	UCBE- 500	DCV 183
		DH-4	ECO-800	DELVA-2500	DX-4	UCBE-1500- TCI	DCV 306
		DH-6	-	DELVA-5000	MEGAWASHER	UCBE-2500	
			-	DELVA-7500	DX-F2	UCBE-5000	
		-	-	DELVA -40s		UCBE-7500	
		-	-	DELVA-50s		UCBE-10000	
		-	-	DELVA-253			
		-	-	DELVA -255			

Fuente: Autores

Figura 18. Familia desgranadoras de maíz



Fuente: www.penagos.com

Tabla 6. Abreviaturas para las familias de máquinas.

FAMILIA	NOMBRE FAMILIA	Código
1	PICAPASTOS	PP
2	PICADOR DE HOJA DE PALMA	PK
3	PICADORAS ENSILADORAS	PE
4	MOLINOS DE DISCOS	MD
5	TRAPICHES	TC
6	TRITURADORES PICADORES	TP
7	DESGRANADORAS DE MAIZ	DM
8	DESPULPADA HORIZONTAL	DH
9	TRITURADORAS PICADORAS	TP
10	ECOLINES	EC
11	DELVAS (desmucilagador)	DV
12	LAVADORES DE CAFÉ	DX
13	UNIDAD COMPACTA DE BENEFICIO ECOLOGICO	UC
14	DESPULPADORAS CLASIFICADORAS DE VERDES	DC

Fuente: Autores

El sexto dígito del código es opcional y solo se mostrara cuando el dispositivo es compartido por una o varias máquinas dentro de su misma familia. Este dígito obedece a las siguientes características:

- ✓ Si el dispositivo es compartido por una o varias máquinas se referenciara en los tres dígitos anteriores el modelo de menor capacidad.
- ✓ La letra se estableció de acuerdo a las configuraciones posibles detectadas en el proceso de recolección de información de los dispositivos y se visualiza en la tabla 7.

Tabla 7. Letra asignada a los dispositivos compartidos.

FAMILIA	NOMBRE FAMILIA	MAQUINAS	LETRA
1	PICAPASTOS	PP-9; PP-12	P
8	DESPULPADORA HORIZONTAL	TH-2; TH-4; TH-6	H
		TH-2; TH-4	F
		TH-2; TH-6	G
		TH-4; TH-6	I
11	DELVAS (desmucilagador de café DX)	DX-2; DX-4	L
		DX-4; MEGAWASHER	M
		DX-2; DX-4; MEGAWASHER	N
12	LAVADORES DE CAFÉ	DELVA-40s; DELVA-50s	V
13	UNIDAD COMPACTA DE BENEFICIO ECOLOGICO	UC-1500; UC-2500	A
		UC-5000; UC; 7500	B
		UC-1500; UC-2500; UC-5000; UC-7500	C

Fuente: Autores

4.1.3 Ejemplo de aplicación

A continuación se mostrara un ejemplo de codificación establecido por los autores en la empresa PENAGOS HERMANOS Y CIA.

➤ **Dispositivo no compartido**

Código: PP-12-03

PP: Pertenece a la familia de Pica pastos

12: Modelo y/o capacidad maquina

03: Número del dispositivo en inventario

Figura 19. Maquina PP-12 y un dispositivo asociado a ella



Fuente: Autores

➤ **Dispositivo compartido**

Código: PP-9-P-13

PP: Pertenece a la familia de Pica pastos

9: Referenciado al menor modelo y/o capacidad maquina con la que se comparte el dispositivo

13: Número del dispositivo en inventario

P: Simboliza que el dispositivo es compartido dentro de su familia.

Figura 20. Maquina PP-9 y un dispositivo asociado a ella.



Fuente: Autores

4.2 CREACION DE LA BASE DE DATOS DE LOS DISPOSITIVOS

Hoy en día, en un mundo globalizado, de alta incertidumbre y competitivo, la gestión de la información se convierte en una forma de marcar la diferencia y hacer ventaja competitiva. En este sentido, simples formatos y registros son calificados como herramientas básicas de recopilación de información. Por otro lado, es relevante señalar que las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación hacen más sencillo la incorporación de bases de datos, que hacen posible llevar acabo tanto procesos de mejoramiento internos como de inteligencia competitiva.

El propósito fundamental al hacer una base de datos es poder extraer información de la misma. Y como una de las maneras de extraer información de un ordenador es por medio de la impresión; se diseñó un formato para hacer presentaciones de grupos de datos listos para imprimir, el cual sería de gran utilidad para el operario a la hora de conocer cierta información acerca de los dispositivos a utilizar en las operaciones de manufactura.

El proceso de selección y recopilación de la información de los dispositivos inicia justo después de definir cuáles eran los aspectos y detalles de la información que se quería mostrar en la base de datos.

Se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:




- ✓ Fotografías reales de los dispositivos
- ✓ Información básica acerca de los dispositivos
- ✓ Uso o aplicación del dispositivo
- ✓ Información acerca de los planos en los que interviene el dispositivo

Figura 21. Vista inicial base de datos

		REGISTRO DE INVENTARIOS			MAQUINAS COMPARTIDAS
#	Codigo Disp.	Nombre dispositivo	Numero de pieza/disp.	PP-12	
1	PP-12-01	BALANCIN	1		
2	PP-12-02	TOLVA	1		
3	PP-12-03	PERCHERO	1		
4	PP-12-04	APOYO BALANCIN	1		
5	PP-12-05	BUJE PIÑA	1		
6	PP-12-06	UNIDAD RECOLECTORA P-12	2		
7	PP-12-07	ANGULOS VARIOS	3		
8	PP-12-08	BASTIDOR	1		
9	PP-12-09	PATAS	1		
10	PP-9-P-11	MANUBRIO	1		X
11	PP-9-P-12	PLATINA PERCHERO	1		X
12	PP-9-P-13	ANGULOS BASE MOTOR	1		X
13	PP-9-P-14	PALANCA REVERSIBLE	2		X
14	PP-9-P-15	VISAGRAS	1		X
15	PP-9-P-16	PLANTILLA UNIDAD RECOLECTORA	1		X
16	PP-9-P-17	PLANTILLA APOYO BALANCIN	1		X
17	PP-9-P-18	PERNO BALANCIN	1		X
18	PP-9-P-19	GUIAS CARTER	1		X
19	PP-9-P-20	CARTER	1		X
20	PP-9-20	UNIDAD RECOLECTORA P9	8		
21	PP-9-21	TOLVA	1		
TOTAL PIEZAS/DISP.			32		10

Fuente: Autores

Figura 22. Formato base de datos de dispositivos

		ESTANDARIZACIÓN DE DISPOSITIVOS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DEL PORTAFOLIO DE LA EMPRESA PENAGOS	fecha evaluación: 03 de enero del 2013
Tipo de maquinaria: MAQUINARIA AGRICOLA		Nombre dispositivo: UNIDAD RECOLECTORA P9	
Maquina(s): PICAPASTOS PP-9			
Imagen Maquina(s):		Imagen Dispositivo(s):	
 <p style="text-align: center;">PP-9</p>			
Aplicación: Cilindrado y armado de bastidor			
Volumen aprox [cm ³]: Unidad= 960		Peso [kg]: 40	
Codigo dispositivo: PP-9-20		Codigo Planos:	
Observaciones: 2 PIEZAS PRINCIPALES, UNA PRENSA Y 6 ACCESORIOS DE SUJECCION			

Fuente: Autores

En total se encontraron cerca de 589 dispositivos (ver tabla 8), de los cuales algunos están conformados por más de una pieza, como mordazas u otro tipo de elementos de sujeción.

Tabla 8. Numero de dispositivos

FAMILIA	MAQUINAS	# DISPOSITIVOS	# PIEZAS
Picapastos	PP-7M	32	35
Picapastos	PP-7R	9	10
Picapastos	P7-PLUS	13	20
Picapastos	PP-9 Y PP-12	21	32
Picapastos	PP-10	33	42
Picapastos	PP-600	8	14
Picapastos	PP-300	4	5
Picadora hoja palma	PK-300	15	17
Trapiches	TC-6	11	13
Trapiches	TC-122	8	8
Picadoras Ensiladoras	PE-800	16	20
Picadoras Ensiladoras	PE-1200	29	48
Molinos	MDP-60	13	23
Trituradores Picadores	TP-8	7	10
Trituradores Picadores	TP-24	13	22
Trituradores Picadores	TP-32	24	52
Trituradores Picadores	TP-CLN	11	21
Desgranadoras	DM-2	7	14
Desgranadoras	DM-10	12	14
Desgranadoras	DM-20	30	34
Desgranadoras	DC-4000	17	19
Trituradoras de desechos v.	TD-11	6	6
Trituradoras de desechos v.	TD-24 ^a	14	19
Trituradoras de desechos v.	TD-24B	13	20
ECOLINE	EC-400 ; EC-800	28	38
UCBE	UC-50	23	28
UCBE	UC-150 ; UC-250	38	50
UCBE	UC-TCI	7	9
UCBE	UC-500 y UC-750	10	11
UCBE	UC-150 ; UC-250 ; UC-500 ; UC-750	2	2
UCBE	UC-100	2	2
Despulpadoras Horizontales	DH-2 ; DH-4 ; DH- 6	25	28
Delvas (desmucilagador)	DV-40s ; DV-50s	11	12
Delvas (desmucilagador)	150-250-500-750	17	33
Delvas (desmucilagador)	DX-2 ; DX4 ; MEGAWASHER	21	25
Lavadores de café	DX-F2	6	6
DCV	DC-183	13	14
DCV	DC-306	20	20
TOTAL		589	796

Fuente: Autores

4.3 DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA DE LOS DISPOSITIVOS

En una empresa que desea controlar y asegurar la ejecución operativa de la planta, se debe registrar los activos en documentos que indiquen en todo momento el estado de los mismos. En la planta de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA, inicialmente no se cuenta con ningún registro de los dispositivos que se manejan, lo cual crea un ambiente propicio para la pérdida de los mismos, incurriendo en pérdidas de tiempo, aumento de inventario de productos en proceso e incumplimiento en fechas de entrega y demás. Para la solución de estos problemas se diseñó una serie de formatos donde se pudiese registrar datos acerca de la utilización de los dispositivos para la cual se utilizó el paquete de software de Microsoft Office.

4.3.1 Formato para el control de préstamo de dispositivos

El objetivo principal de este formato es comprometer a los operarios en el buen uso y administración de los dispositivos ya que por medio de este formato se puede controlar y por ende ejercer una mejor gestión sobre el flujo de los mismos en la planta. Además en el almacén no se lleva control alguno lo cual representa una “No conformidad” en las auditorías internas del sistema de gestión de la calidad.


Las casillas que componen este formato son las siguientes:

- ✓ Nombre del dispositivo: Nombre del dispositivo que ha sido prestado.
- ✓ Nombre del operario: Nombre de quien pide prestada el dispositivo.
- ✓ Fecha préstamo: Fecha en la que se presta la herramienta.
- ✓ Fecha de entrega: Fecha en que la herramienta se devuelve al almacén.

- ✓ Código: código del dispositivo

En la tabla 5 se muestra el formato de control sobre el préstamo de dispositivos.

Tabla 9. Formato préstamo dispositivos.

		FORMATO PRESTAMOS DISPOSITIVOS		Hoja #:	De:
		Elaboro:		Fecha:	
		Aprobo:		Cod. Formato:	
#	Fecha Prestamo	Codigo Disp	Nombre Disp.	Operario	Fecha Entrega
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

Fuente: Autores

4.4 PROPUESTA DE REDISTRIBUCION DE LA SECCION DE METALISTERIA

Teniendo las familias determinadas, la base de datos y el sistema de codificación se procede a evaluar los espacios necesarios para la ubicación de los dispositivos lo cual se realizó de la siguiente manera:

- a) Se tomaron las dimensiones de la actual zona de almacenamiento de los dispositivos y mediante la recopilación que se hizo en la base de datos acerca de los volúmenes de los dispositivos, se realizó un dimensionamiento de estantería necesaria que albergara los mismos.
- b) Las dimensiones de la estantería y el almacén en general se tuvo en cuenta un sobredimensionamiento del 30% para efectos de la posible creación de nuevos dispositivos para la sección. También se tuvo en cuenta el espacio necesario para un sistema de transporte el cual permitirá la fácil remoción de los dispositivos hacia los puestos de trabajo.
- c) Por último se analizó la sección en general para estudiarlos requerimientos de espacio de los puestos de trabajos, herramientas, zona de ensamblaje, pasillos de transporte y además, la utilización de los mismos de tal manera de no generar mayores cambios en la sección, garantizando de esta forma el flujo continuo de los procesos.

Sin embargo es necesario enunciar las siguientes limitaciones que se presentan para realizar la redistribución:

- ✓ Se debe mantener la infraestructura actual de la sección.
- ✓ Algunas instalaciones eléctricas no se pueden mover por lo cual los respectivos equipos conectados a ellas tampoco pueden ser fácilmente removidos.

Acorde a lo anterior se diseñó la propuesta de redistribución de la sección de metalistería y soldadura en la empresa PENAGOS HERMANOS, a la cual se le realizaron los siguientes cambios:

- ✓ Partiendo del análisis inicial de 5's realizado en la sección, se creó el área proyectada para el almacén de dispositivos, realizado esto se procedió a remover todos los objetos que no generan un valor agregado a los procesos llevado a cabo en la sección, tales como piezas y/o componentes defectuosos que aún permanecen en los puestos de trabajo y las herramientas que ya no son utilizadas.

- ✓ Posteriormente se reorganizaron los puestos de trabajo, ubicándolos de tal manera que se aprovecharan mejor los espacios, teniendo en cuenta el orden previamente establecido, el espacio necesario para cada uno y la correcta ubicación de los equipos. En total se reubicaron 7 puestos de soldadura y un puesto de prensa manual.

- ✓ Se aprovechó la organización para incluir un puesto de esmerilado y pulido en la sección, ya que este se encontraba lejano a los puestos de trabajo y se estaba incurriendo innecesariamente en excesos de transporte ocasionando demoras en los procesos y el aumento de tiempos muertos.

Los planos de la sección se encuentran en el anexo D.

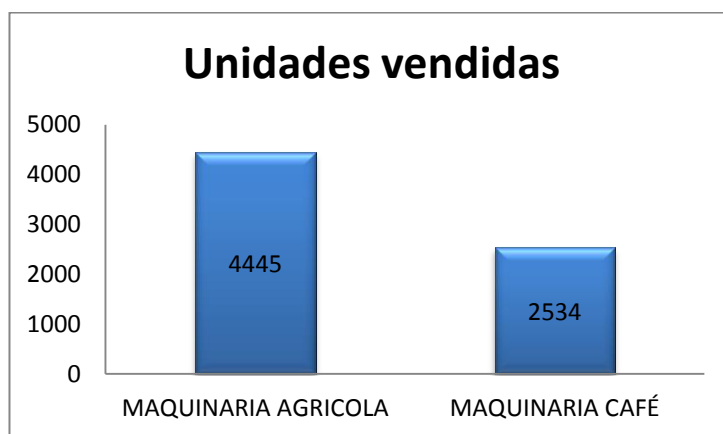
4.5 DISEÑO DEL ALMACEN DE DISPOSITIVOS

4.5.1 Diagrama ABC

Para determinar en forma lógica y consecuente la forma de organizar los dispositivos en el almacén se realizó un diagrama ABC de los productos fabricados por la empresa, en el que se toma como base un histórico de los

años 2011 y 2012 para establecer la importancia y la tendencia de los productos fabricados y de esta manera asegurar una mejor ubicación para los dispositivos que intervienen en los procesos de manufactura llevados a cabo en la sección de metalistería.

Figura 23. Unidades vendidas años 2011 y 2012



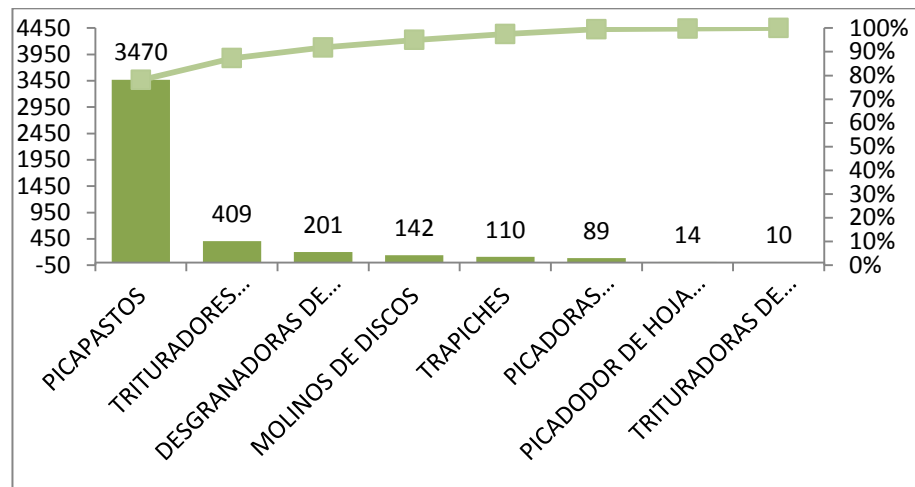
Fuente: Autores

Tabla 10. Maquinaria agrícola

FAMILIAS	Unidades vendidas	% RELATIVO	% ACUMULADO
PICAPASTOS	3470	78%	78%
TRITURADORES PICADORES	409	9%	87%
DESGRANADORAS DE MAIZ	201	5%	92%
MOLINOS DE DISCOS	142	3%	95%
TRAPICHES	110	2%	97%
PICADORAS ENSILADORAS	89	2%	99%
PICADODOR DE HOJA DE PALMA	14	0%	100%
TRITURADORAS DE DESECHOS VEGETALES	10	0%	100%
TOTAL	4445		

Fuente: Autores

Figura 24. Diagrama ABC maquinaria agrícola



Fuente: Autores

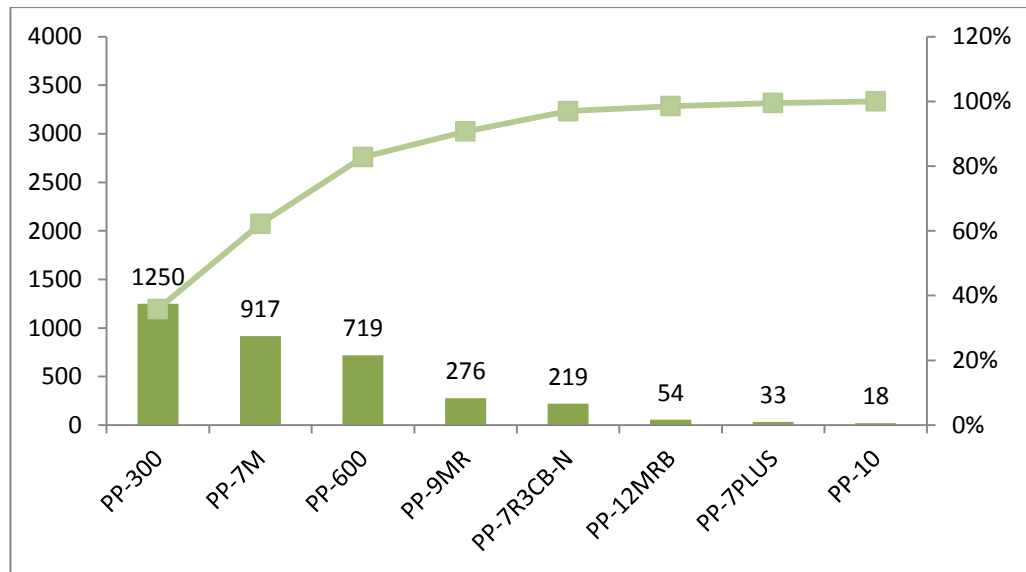
Acorde a los graficos anteriores, se puede observar que las familias más representativas en cuanto a producción son las picapastos y las trituradoras picadoras con cerca del 87% del total de la producción de la línea agrícola de la empresa, lo cual hace preveer que los dispositivos más utilizados son los de esas familias y por ende deberan tener prelación a la hora de ubicarlos dentro del almacén. A continuación se muestra el diagrama detallado de las maquinas perteneciente a la familias de las picapastos.

Tabla 11. Familia picapastos

MAQUINA	Unidades vendidas	% RELATIVO	% ACUMULADO
PP-300	1250	36%	36%
PP-7M	917	26%	62%
PP-600	719	21%	83%
PP-9MR	276	8%	91%
PP-7R	219	6%	97%
PP-12MRB	54	2%	99%
PP-7PLUS	33	1%	99%
PP-10	18	1%	100%

Fuente: Autores

Figura 25. Diagrama ABC familia picapastos



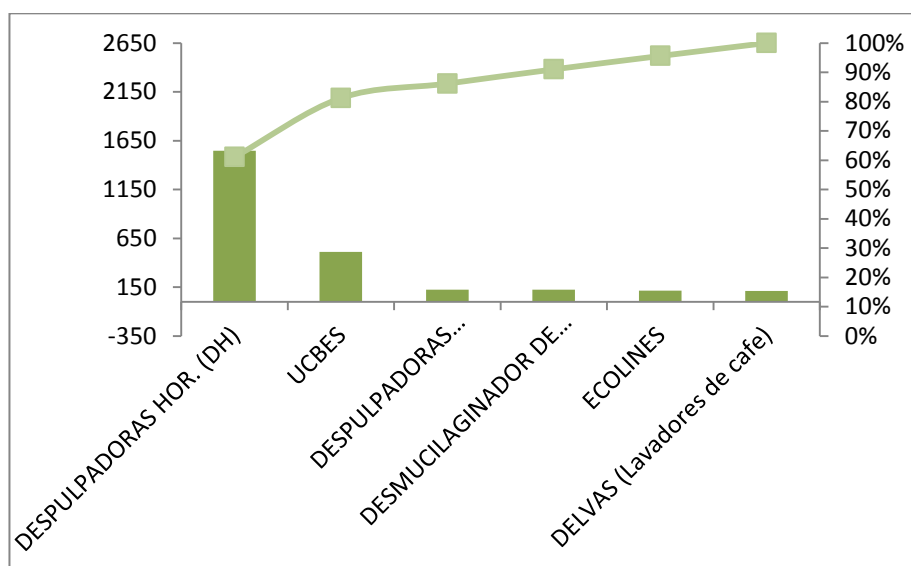
Fuente: Autores

Tabla 12. Maquinaria café

FAMILIAS	Unidades vendidas	% RELATIVO	% ACUMULADO
DESPULPADORAS HORIZONTALES (café)	1548	61%	61%
UNIDAD COMPACTA DE BENEFICIO ECOLOGICO (UCBES)	510	20%	81%
DESPULPADORAS CLASIFICADORAS DE VERDES	125	5%	86%
DESMUCILAGINADOR DE CAFÉ (DX)	123	5%	91%
ECOLINES	116	5%	96%
DELVAS (Lavadores de café)	112	4%	100%
TOTAL	2534		

Fuente: Autores

Figura 26. Diagrama ABC maquinaria café



Fuente: Autores

De acuerdo con los diagramas ABC y haciendo un análisis se llega a la conclusión que los productos de mayor importancia para la empresa son las siguientes;

Línea agrícola

- ✓ Picapastos, trituradores picadores y desgranadores de maíz.

Línea de café

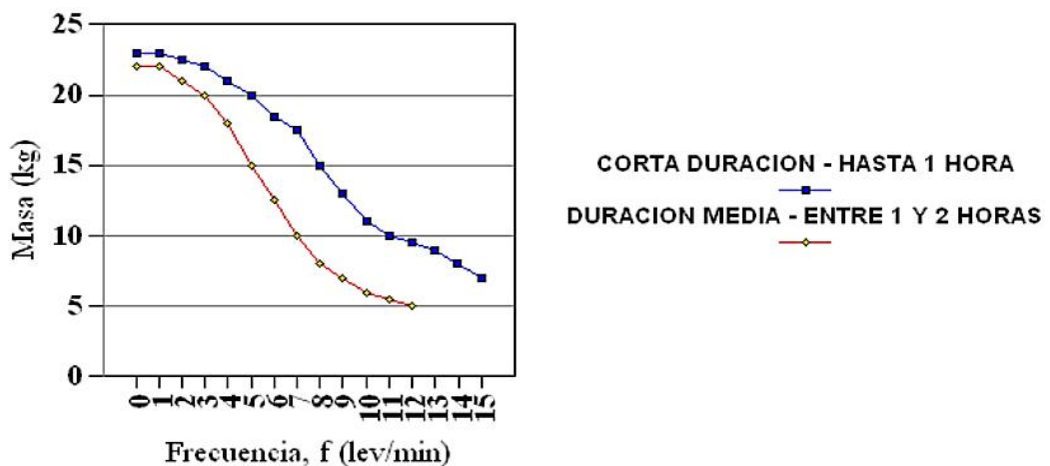
- ✓ Despulpadoras horizontales y las UCBES (unidades compactas de beneficio ecológico)

4.5.2 Diseño de la estantería para los dispositivos

Para el diseño de la estantería se tomaron los datos de los volúmenes de los dispositivos de fijación y ensamble previamente almacenados en la base de datos. Con estos datos se hizo de un estimativo acerca del dimensionamiento de la estantería en general con un sobredimensionamiento del 25 % de margen de seguridad para futuras inclusiones de dispositivos. (Ver plano anexo D)

Del análisis hecho en el ítem 4.5, se podrán ordenar los dispositivos de acuerdo a la utilización de los mismos, pero se necesitara definir otros aspectos para facilitar el acceso a los mismos tales como el peso, ya que la mayoría de ellos son de acero y algunos sobrepasan lo dispuesto en la norma ISO 11228-1:2003, que se basa en el manejo manual de cargas, en la cual se establece el peso máximo a levantar por parte de un operario y la frecuencia de levantamiento de los mismos (figura 27).

Figura 27. Límites recomendados de la masa en función de la frecuencia de levantamiento



Fuente: <http://www.semec.org.mx/archivos/congreso11/Pres09.pdf>

Acorde a lo anterior se ubicaran en la parte inferior de los estantes los dispositivos cuyo peso sobrepase los 25 kg. Estos serán montados encima de pallets de madera, las cuales son fabricadas en la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA gracias a su elevado volumen de exportación de maquinaria. Para la remoción de los dispositivos de la estantería y posterior transporte hacia los puestos de trabajo se contara con un sistema elevador de cargas, el cual se analizara en detalle en el capítulo 5.

Otro aspecto importante para tener en cuenta para la ubicación de los dispositivos, es el volumen, ya que algunos son módulos utilizados en el ensamble de estructuras (ver figura 28) los cuales presentan dimensiones de hasta 2m de longitud. En total se contabilizaron 16 dispositivos modulares. Para estos dispositivos se diseñaron una estantería especial de acuerdo a los requerimientos de los mismos.

Figura 28. Dispositivos modulares



Fuente: Autores

Para la creación de la estantería se tomaron en cuenta los siguientes aspectos.

- ✓ Minimizar los costos de los materiales, tratando en lo posible de reutilizar lo existente en la empresa.
- ✓ Diseñar una estantería cuyos procesos para su manufactura puedan ser desarrollados por la empresa.

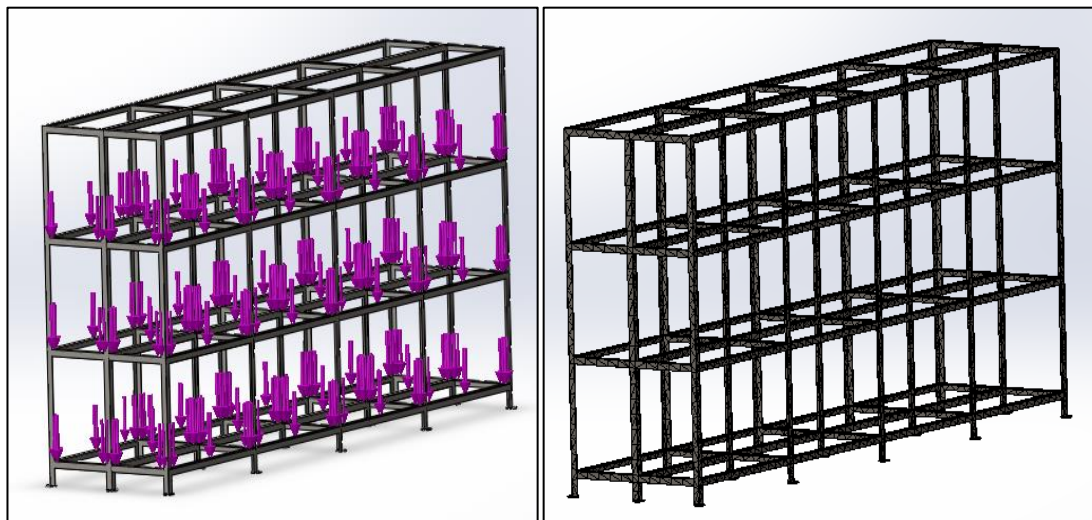
El material a utilizar se obtendrá de dos partes; 1) se desmantelara las estructuras metálicas con las cuales cuenta actualmente la sección de metalistería para los dispositivos y se utilizara el material resultante de esta operación en aras de minimizar los costos. De esta operación se obtendrán principalmente el material para las vigas y columnas las cuales son perfiles en ángulo de 3 X 1 ½ [in] hechas de acero ASTM A36 y 2) para la nueva estantería se tomaran perfiles nuevos de las mismas características mencionados anteriormente ya que la empresa cuenta con un gran stock de ellos, debido a que este material es la base para la mayoría de las estructuras de soporte de los productos fabricados por la empresa.

Para la realización de los compartimentos en los que irán ubicados los dispositivos se utilizaran láminas calibre 12 (HR) de acero ASTM A36 resultante de material sobrante de los procesos de producción empleados en la sección, el cual se encuentra en gran cantidad en la empresa.

Se plantea la creación de 3 estantes generales para los dispositivos cuya área no supere 1 m^2 , ubicando en la parte inferior los dispositivos que superen los 25 kg de peso, montados sobre las pallets, para su posterior transporte hacia los puestos de trabajo. También se crearan dos estantes especiales para los dispositivos modulares de ensamble los cuales poseen en su gran mayoría un área de más de 1,5 m^2 .

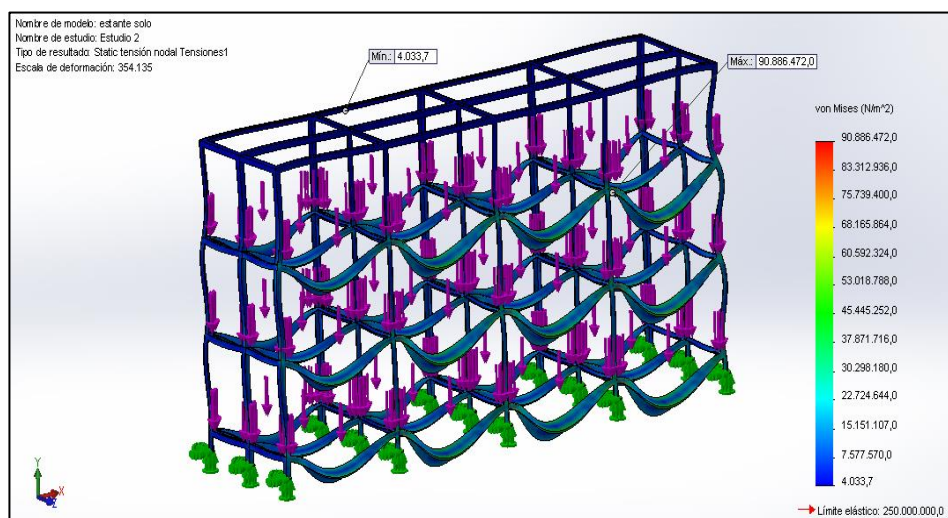
Para la simulación en SOLIDWORKS se asignó acero ASTM A36 con una resistencia a la fluencia de 250 [MPa] y se asume un caso hipotético crítico donde la estructura del estante estuviese cargada en su totalidad. Se le aplica una fuerza de 2500 N en cada uno de los niveles del estante.

Figura 29 Análisis CAE estante general, fuerza aplicada y malla.



Fuente: Autores

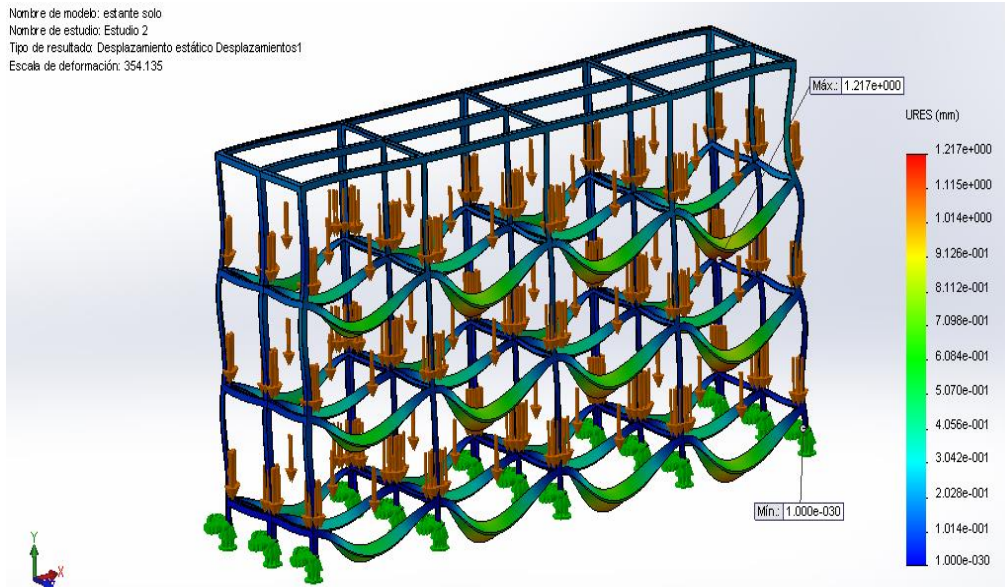
Figura 30. Análisis CAE estante general, esfuerzo máximo.



Fuente: Autores

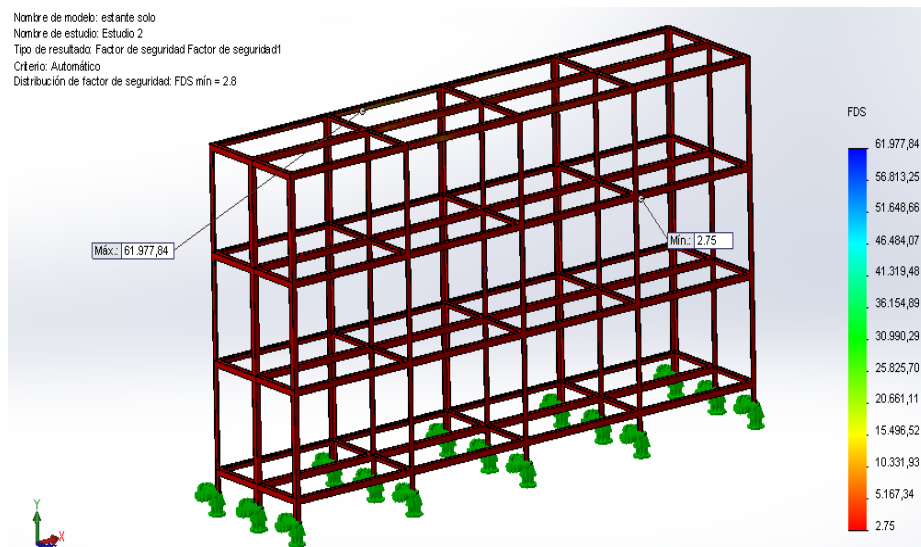
El esfuerzo máximo corresponde a 90,8 [MPa] el cual está por debajo del límite de fluencia del material y se encuentra ubicado en la viga longitudinal.

Figura 31. Análisis CAE estante general, desplazamiento máximo.



Fuente: Autores

Figura 32. Análisis CAE estante general, factor de seguridad.

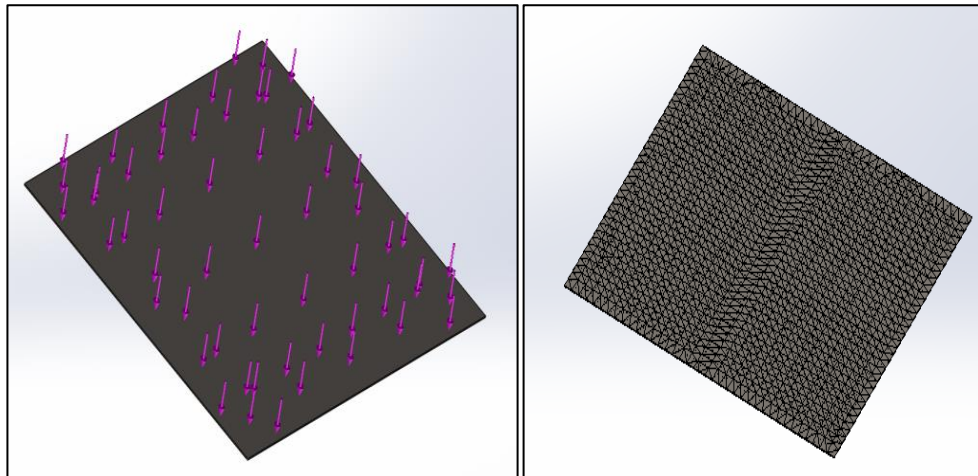


Fuente: Autores

El desplazamiento máximo corresponde a 1,2 *mm* y se da en la mitad de la viga como lo muestra la figura 33. El factor de seguridad mínimo, está por el orden de 2,75.

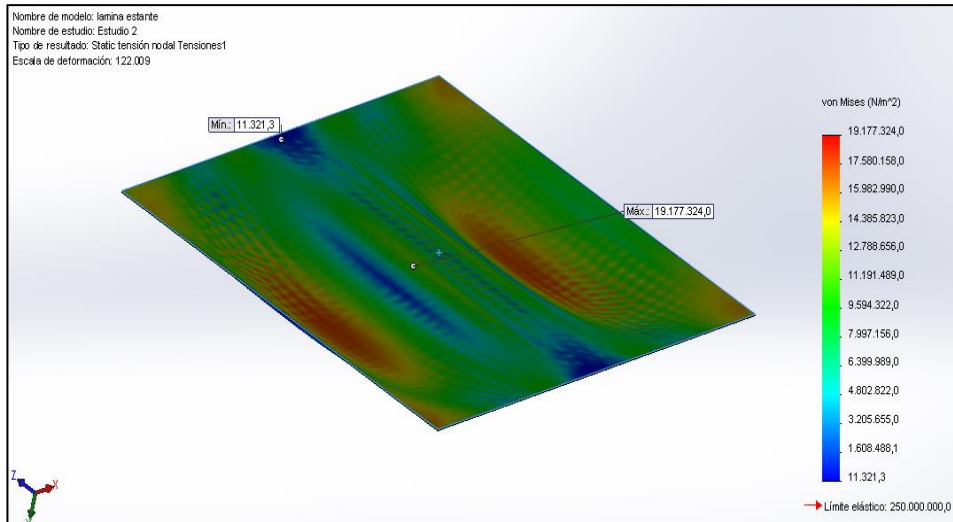
A continuación se analiza la lámina hot rolled [HR] calibre 12 (2,7 *mm*) que servirá de soporte de los dispositivos. Para la simulación se asignó acero ASTM A36 con una resistencia a la fluencia de 250 [*MPa*] y una carga distribuida por toda la cara de 2500 [*N*].

Figura 33. Análisis CAE lamina estante general, fuerza aplicada y malla.



Fuente: Autores

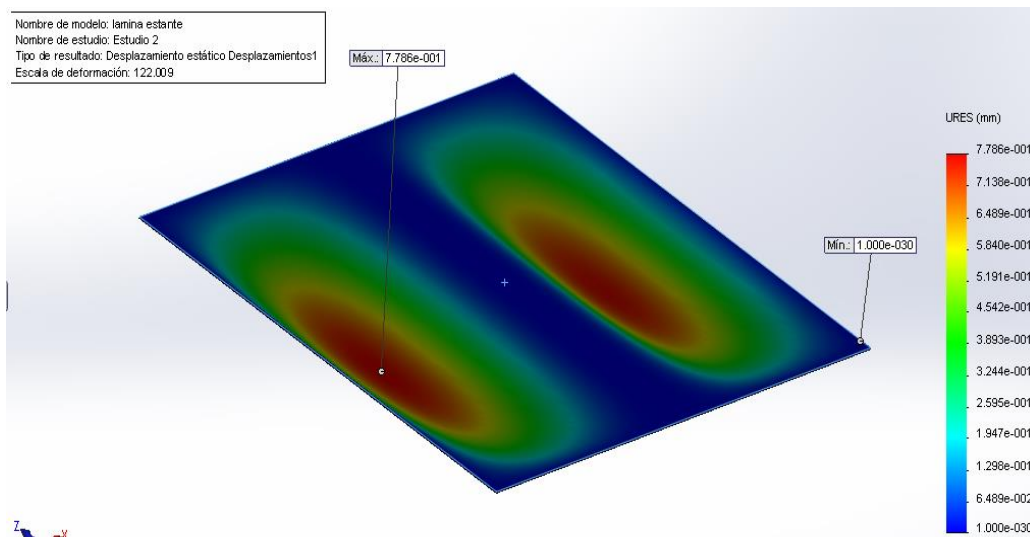
Figura 34. Análisis CAE lamina estante general, esfuerzo máximo.



Fuente: Autores

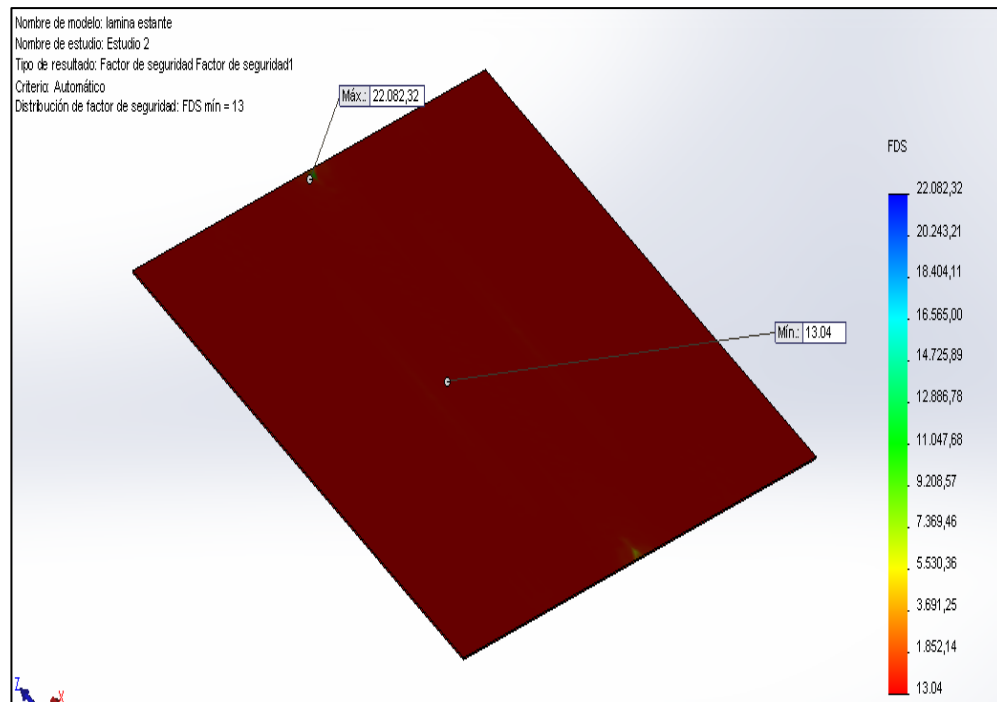
El esfuerzo máximo corresponde a 19,17 [MPa], el cual está muy por debajo del límite de fluencia del material.

Figura 35. Análisis CAE estante general, desplazamiento máximo.



Fuente: Autores

Figura 36. Análisis CAE estante general, factor de seguridad.

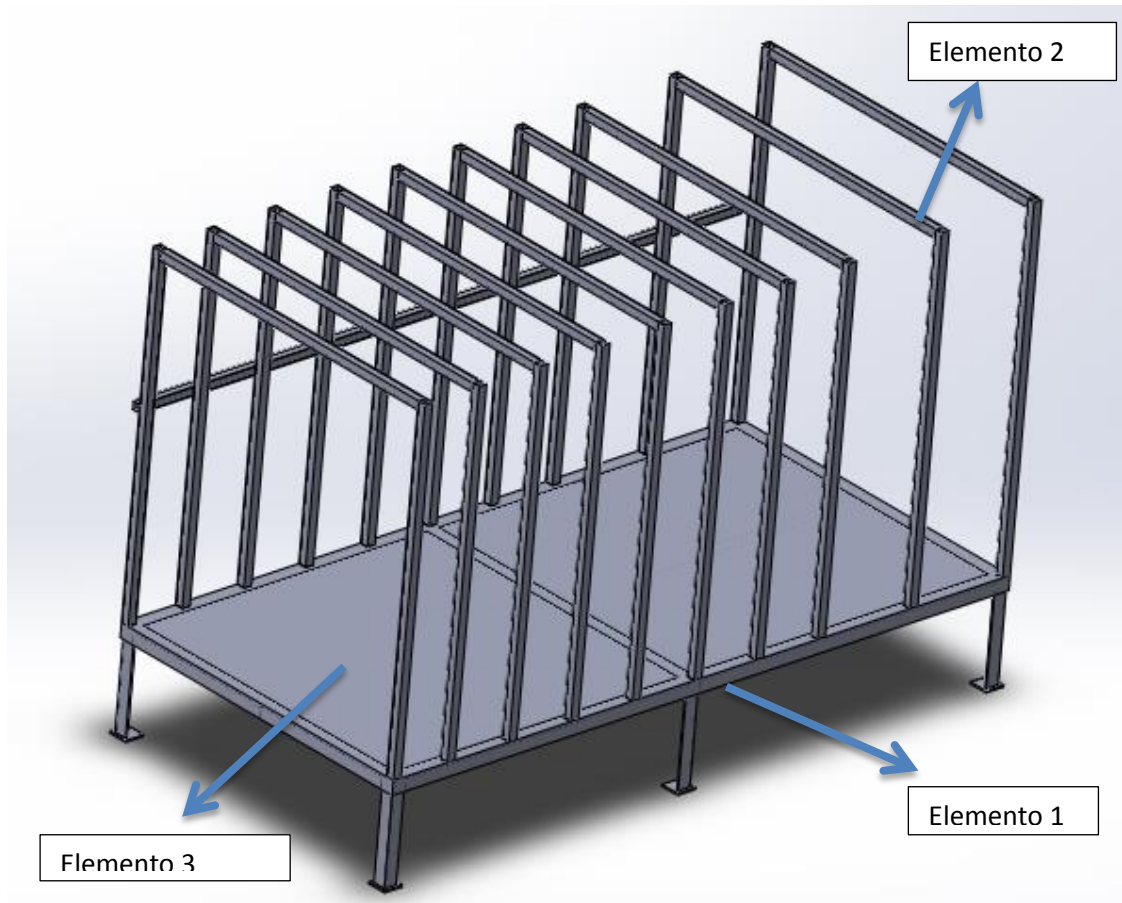


Fuente: Autores

El desplazamiento máximo corresponde a $7,78 E^{-1} mm$ y se presenta en la mitad de la sección de la lámina como se muestra en la figura 37. El factor de seguridad mínimo, está por el orden de 13.

Para el estante especial se toma la decisión de utilizar perfil en ángulo de 3/16 X 1 ½ [in], para la base (elemento 1) y para la parte superior (elemento 2) perfil rectangular de 1 X 1 [in] de espesor 2mm y para el elemento 3 lámina hot rolled [HR] calibre 12 (2,7 mm).

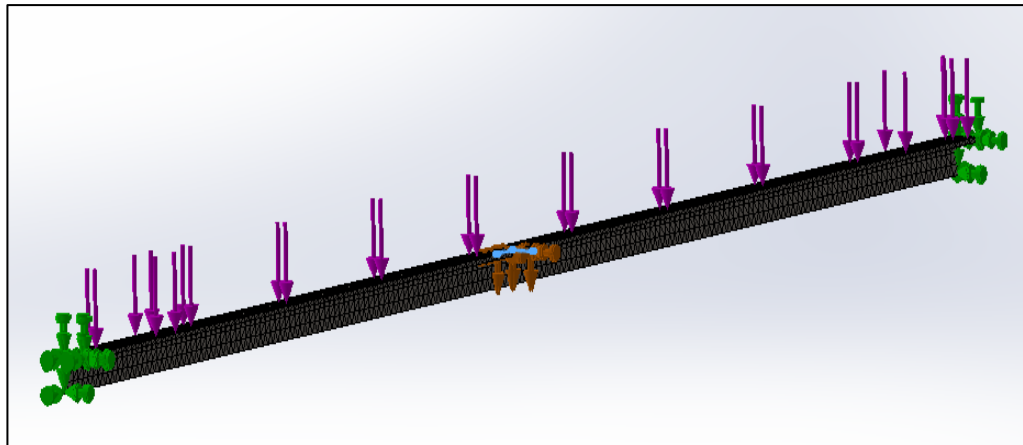
Figura 37. Ensamble elementos de la estructura.



Fuente: Autores

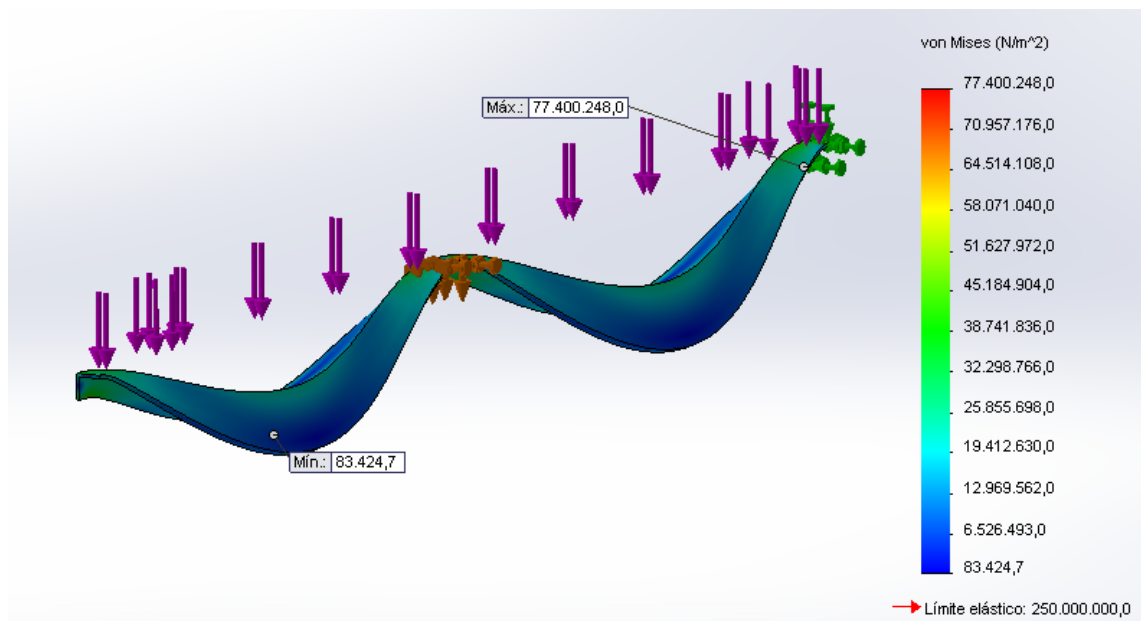
Para el análisis CAE solo se analizará el elemento 1, ya que este soportará en gran medida el peso de los dispositivos modulares. Se asume un caso hipotético crítico donde el elemento 1 de 2 m de longitud, este sometido a una carga distribuida de 2000 [N/m]. Para la simulación se asignó acero ASTM A36 con una resistencia a la fluencia de 250 [MPa].

Figura 38. Análisis CAE elemento 1, fuerza aplicada y malla.



Fuente: Autores

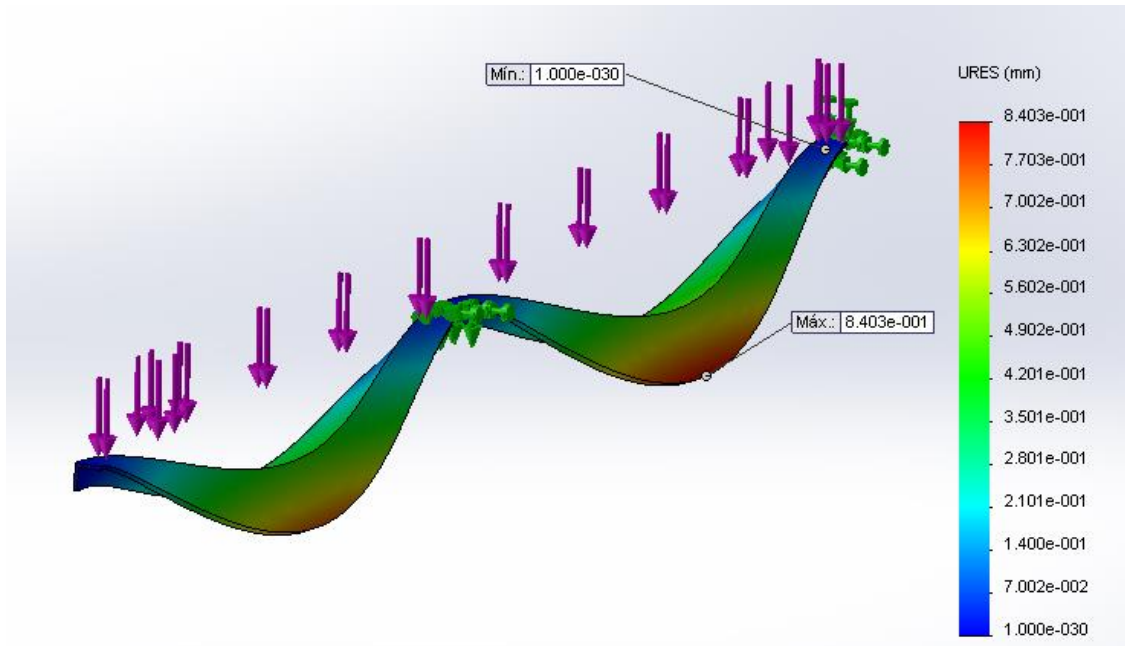
Figura 39. Análisis CAE estante general, esfuerzo máximo.



Fuente: Autores

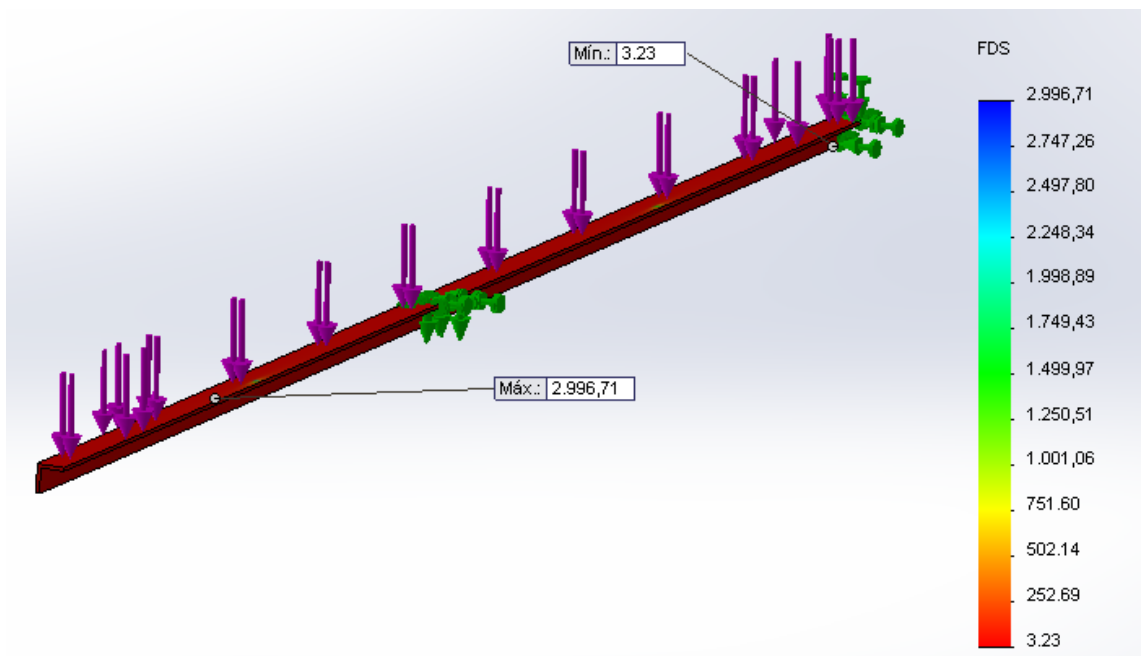
El esfuerzo máximo corresponde a 77,4 [MPa], el cual es muy inferior al límite de fluencia del material.

Figura 40. Análisis CAE estante general, desplazamiento máximo.



Fuente: Autores

Figura 41. Análisis CAE estante general, factor de seguridad.



Fuente: Autores

El desplazamiento máximo corresponde a $0,84 \text{ mm}$ y se presenta en la mitad de la viga como se muestra en la figura 40. El factor de seguridad mínimo, está por el orden de 3,2.

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PARA LOS DISPOSITIVOS

5.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

El sistema de transporte debe cumplir con los siguientes requerimientos.

- ✓ Debe poder levantar un mínimo de 80 kg, lo cual corresponde al peso máximo de un dispositivo de fijación utilizado en la sección de metalistería.

Figura 42. Dispositivo de mayor peso.



Fuente: Autores

- ✓ El vehículo debe poseer un sistema de alimentación eléctrica portátil para que pueda desplazarse desde el almacén de dispositivos hacia los puestos de trabajo.
- ✓ El vehículo deberá tener un dimensionamiento máximo de:
 - a) Ancho: 70 cm, el cual corresponde al espacio entre los puestos de trabajo y la zona de ensamblaje, ver anexo D.

b) Largo: 140 cm, establecido por el ancho del pasillo del almacén de dispositivos, ver anexo D.

- ✓ El vehículo deberá levantar los dispositivos a una altura de 108 cm dada por la altura de los puestos de trabajo de la sección.
- ✓ El diseño del vehículo debe ser guiado por la manufactura, acorde a los procesos llevados a cabo en la empresa, con el fin de minimizar los costos del mismo.

5.2 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL VEHÍCULO TRANSPORTADOR

El vehículo transportador para los dispositivos de fijación y ensamble utilizados en la sección de metalistería fue diseñado con dos propósitos principales: 1) levantar aquellos dispositivos cuyo peso supere los 25 kg, con el objeto de no esforzar a los operarios en el levantamiento de cargas pesadas y a su vez prevenir lesiones o accidentes, y 2) transportar todos los dispositivos empleados en los procesos para la fabricación de la maquina en turno, esto debido al sistema de producción por lotes que maneja la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA y de esta manera contribuir a la disminución de tiempos de reubicación al no tener el operario que desplazarse en múltiples ocasiones para la consecución de los dispositivos que necesita.

Figura 43. Partes del vehículo transportador



Fuente: Autores

Las principales características del vehículo transportador son:

- ✓ La elevación de la carga se hace a través de un tornillo de potencia.
- ✓ Cadena y sprockets, son los encargados de transmitir la potencia del motor hacia el tornillo de potencia.
- ✓ Carro portahorquillas, se mueve a través de la estructura fija o mástil, permitiendo la elevación de la carga.
- ✓ Mástil, encargado de darle el soporte al carro portahorquillas.
- ✓ Estructura de almacenamiento, encargada de almacenar los dispositivos de poco peso.
- ✓ El vehículo estará provisto de una batería y un inversor los cuales entregaran la energía necesaria para el funcionamiento del motor.

Para el análisis de todo el conjunto del vehículo se ha realizado una división en tres sistemas: sistema mecánico, estructura y sistema eléctrico.

➤ **Sistema mecánico**

Está compuesto por el tornillo de potencia, rodamientos, sprockets, cadena y el motor. Debido a las características del vehículo no se puede colocar el motor directamente acoplado al tornillo de potencia. Por lo general los motores trabajan a grandes velocidades, por lo que se hace necesario tener un sistema que permita una reducción de velocidad, la cual se puede conseguir mediante un par de sprockets.

➤ **Estructura**

Está formado por el carro porta-horquillas, el mástil y la estructura de almacenaje posterior del vehículo.

➤ **Sistema eléctrico.**

Lo componen la batería, el inversor y otros pequeños elementos electricos. Los motores eléctricos monofásicos funcionan con corriente alterna, si se quiere que el vehículo sea portátil necesitara de una batería cuya energía la entrega en corriente continua, lo que hace necesario el uso de elementos eléctricos para el funcionamiento del motor y el cambio en el sentido de giro del mismo.

5.3 DISEÑO DEL SISTEMA MECANICO

El sistema mecánico necesita un elemento para subir y bajar la carga, este sistema debe ser muy preciso, sencillo, de fácil manipulación, auto bloqueante y seguro. Se utilizó en este caso un tornillo de potencia cuyo diseño se expone a continuación.

5.3.1 Diseño tornillo de potencia.

➤ Selección Rosca.

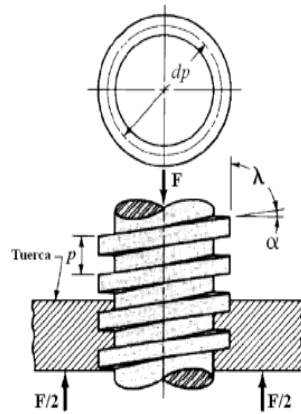
Los tipos de roscas utilizados frecuentemente en los tornillos de potencia son la cuadrada y la ACME.

El tipo de rosca que se escogió, es tipo ACME, aunque es un poco menos eficiente que la cuadrada, presenta mayor facilidad en la manufactura.

➤ Material

Para efectos de cálculo se selecciona acero AISI 1045 laminado en caliente para el tornillo, ya que tiene alta resistencia a la fluencia, buena relación costo propiedades y además se puede maquinar con facilidad. Para la tuerca el acero AISI 1020. Después de realizados los cálculos se verifica si estos materiales resisten los diferentes esfuerzos. Las diferentes características de los aceros escogidos se encuentran en la figura 45. La geometría y el cálculo de los torques y esfuerzos se muestran en las figura 44 y en las tablas 13 y 14.

Figura 44. Geometría tornillo de potencia.



λ : ángulo de avance

α : ángulo de hélice

p : paso

d_p : diámetro medio

Fuente: <http://will2011ulatinacr.blogspot.com/2011/07/tornillos-y-uniones-atornilladas.html>

Tabla 13. Dimensiones tornillo de potencia

DATOS DE ENTRADA		
Parámetro	-	Valor
Hilos por pulgada	-	$H = 5 \text{ hilos/in}$
Diámetro nominal	-	$D_0 = 1 \text{ in}$
Diámetro de raíz	-	$D_r = 0,8 \text{ in}$
Número de entradas	-	$N = 1$
Paso	-	$p = 0,2 \text{ in}$
Diámetro paso	-	$D_p = 0,9 \text{ in}$
Área esforzada	-	0,568

Angulo de avance	Tabla 45, Anexo B	$\lambda = 4^{\circ}$
Angulo de hélice	-	$\alpha = 14,5^{\circ}$
RESULTADOS		
Altura de la cresta	$h = \frac{D_o - D_r}{2}$	$h = 0,1 \text{ in}$
Avance	$l = N * p$	$l = 0,25 \text{ in}$

Fuente: Autores

Tabla 14. Dimensiones principales roscas ACME

Dimensiones principales de roscas Acme American Standard
Véase la referencia 2 para una información más completa dimensional y de tolerancias

Diámetro mayor (in)	Hilos por pulgada	Paso de rosca (in)	Diámetro de paso (in)	Diámetro menor (in)	Área de esfuerzo a tensión (in ²)
0.250	16	0.063	0.219	0.188	0.032
0.313	14	0.071	0.277	0.241	0.053
0.375	12	0.083	0.333	0.292	0.077
0.438	12	0.083	0.396	0.354	0.110
0.500	10	0.100	0.450	0.400	0.142
0.625	8	0.125	0.563	0.500	0.222
0.750	6	0.167	0.667	0.583	0.307
0.875	6	0.167	0.792	0.708	0.442
1.000	5	0.200	0.900	0.800	0.568
1.125	5	0.200	1.025	0.925	0.747
1.250	5	0.200	1.150	1.050	0.950
1.375	4	0.250	1.250	1.125	1.108
1.500	4	0.250	1.375	1.250	1.353

Fuente: NORTON, Robert L. Diseño de máquinas

Con los datos calculados en la tabla 13 se determina si el tornillo es auto bloqueante.

➤ **Comprobación si el tornillo es auto bloqueante**

El tornillo es auto bloqueante si: $\mu \geq \tan \lambda \cos \alpha$.

De la ecuación anterior se tiene: $0,15 \geq \tan 4 * \cos 14,5$
 $0,15 \geq 0,067$

De esta forma se comprueba que el tornillo es auto bloqueante.

Para el cálculo de los torques en el tornillo de potencia se aplica un factor de seguridad a la carga de $N = 1,6$, por efectos de que el sistema puede ser sometido a mas cargas por parte de los operarios.

Tabla 15. Cálculo de los torques necesarios y eficiencia del tornillo.

TORQUES PARA SUBIR Y BAJAR LA CARGA		
DATOS ENTRADA		
Parámetro	Ecuación	Valor
Peso dispositivo	-	$P_{dis} = 80 \text{ kg}$ $= 176 \text{ lb}$
Factor de seguridad de carga	-	$N = 1,6$
Peso carro portahorquillas	-	$P_c = 15 \text{ kg}$ $= 33 \text{ lb}$
Carga a levantar	$W = P_{dis} * N + P_c$	$W = 315 \text{ lb}$
Diámetro paso	De la tabla 13	$D_p = 0,95 \text{ in}$
Angulo de avance	Tabla 45, Anexo B	$\alpha = 4^0$

Coefficiente de fricción	de	Tabla 46, Anexo B	$\mu = 0,15$
RESULTADOS			
Torque para subir la carga		$T_s = \frac{D_p * W}{2} * \frac{\mu D_p \pi + l \cos \alpha}{\pi D_p \cos \alpha - \mu l}$	$T_s = 32,18 \text{ lb} - \text{in}$ $= 3,64 \text{ N} - \text{m}$
Torque para bajar la carga.		$T_s = \frac{D_p * W}{2} * \frac{\mu D_p \pi - l \cos \alpha}{\pi D_p \cos \alpha + \mu l}$	$T_b = 11,91 \text{ lb} - \text{in}$ $= 1,35 \text{ N} - \text{m}$
Eficiencia		$\eta = \frac{W l}{2 \pi T}$	$\eta = 23,8 \%$

Fuente: Autores

El torque para subir la carga es el más crítico **3,64 [N – m]**.

➤ Cálculo de la potencia del motor

Se desea tener una velocidad de desplazamiento de la carga de $V = 45 \text{ mm/s}$, asumida por los autores del proyecto.

$$\# \text{ vueltas} = \frac{X}{\text{paso} * N}$$

Donde:

paso = Diámetro de paso del tornillo

X = desplazamiento

N = # de entradas del tornillo

$$\# \text{ vueltas} = \frac{45 \text{ mm}}{5,08 \text{ mm} * 1}$$

$$\# \text{ vueltas} = 8,86 \text{ [vueltas/s]}$$

$$W_{\text{tor}} = 8,86 * 60 \text{ s}$$

$$W_{tor} = 532 \text{ rpm}$$

$$HP = \frac{Ts * W}{63000}$$

Donde:

$HP = Potencia$

$$HP = 0,271$$

➤ **Cálculo altura de la tuerca**

La tuerca puede tener (1,2 – 2,5) veces el diametro de paso del tornillo.

$$H_{tuerca} = 1.2 d_p$$

Donde:

$d_p =$ Diametro de paso del tornillo

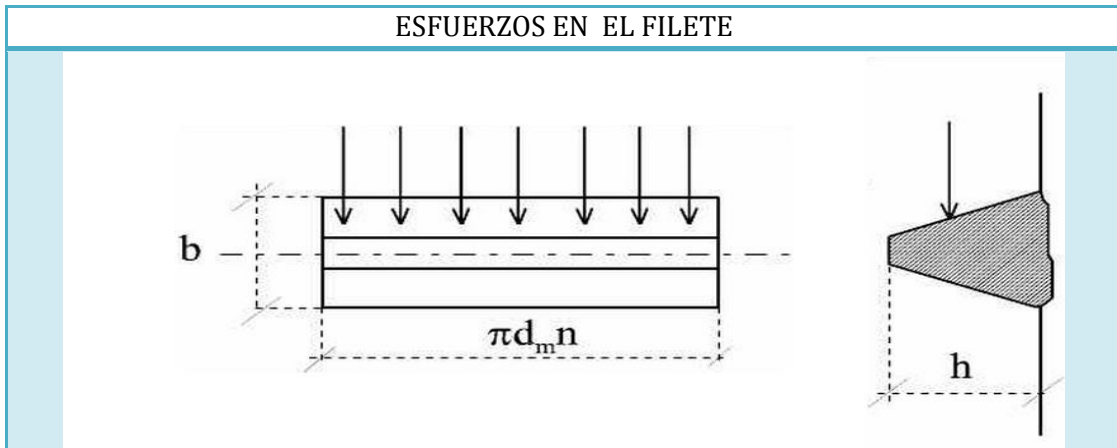
$$d_p = 1,625 \text{ in}$$

$$H_{tuerca} = 50 \text{ mm}$$

➤ **Principales consideraciones de esfuerzos presentes en los tornillos de potencia.**

Las principales consideraciones de esfuerzos presentes en los tornillos de potencia, son la presión por aplastamiento, esfuerzo por pandeo, esfuerzo de corte y flexión en la rosca, esfuerzo de tracción o compresión y la velocidad crítica de descenso, a continuación en la tabla 16 se calculan.

Tabla 16. Cálculo de los esfuerzos en el tornillo.



DATOS DE ENTRADA		
Parámetro	Ecuación	Valor
Altura de la tuerca	-	$H = 50 \text{ mm}$ $= 1,97 \text{ in}$
Base diente	-	$b = 0,1 \text{ in}$
Diámetro de paso	-	$D_p = 0,9 \text{ in}$
Diámetro de raíz	-	$D_r = 0,8 \text{ in}$
Altura de la cresta	-	$h = 0,1 \text{ in}$
Paso	-	$p = 0,2 \text{ in}$
Carga	-	$W = 315 \text{ lb}$
Longitud del tornillo	-	$L = 51,18 \text{ in}$ $= 130 \text{ cm}$
Módulo de elasticidad AISI 1045	-	$E = 30 * 10^6 \text{ psi}$
Resistencia a la fluencia AISI 1020	Figura 45	$S_y = 28 \text{ ksi}$
Resistencia a la fluencia AISI 1045	Figura 45	$S_y = 60 \text{ ksi}$
RESULTADOS		
Área sección circular del tornillo.	$A = \frac{\pi * d^2}{4}$	$A = 0,568 \text{ in}^2$
Longitud equivalente tornillo de potencia	$L_e = 0,8 * L$ Para una columna con un extremo articulado y el otro fijo.	$L_e = 40,94 \text{ in}$
Cuerdas en contacto	$n = \frac{H}{\text{paso}}$	$n = 10$
Esfuerzo a compresión tornillo	$\sigma_c = \frac{W}{A_{esf}}$	$\sigma_c = 553,92 \text{ psi}$

Presión aplastamiento	$\sigma_b = \frac{W}{\pi h D_p n}$	$\sigma_b = 111,3 \text{ psi}$
Esfuerzo de flexión en el tornillo	$\sigma_t = \frac{3 * W * h}{\pi D_{int} n b^2}$	$\tau = 300,4 \text{ psi}$
Cortante en la raíz del filete tornillo	$\tau = \frac{3 W}{2 \pi D_r n b}$	$\tau = 388,7 \text{ psi}$
Cortante en la raíz de la tuerca	$\tau = \frac{3 W}{2 \pi D_o n b}$	$\tau = 150,2 \text{ psi}$
Esfuerzo de flexión en la tuerca	$\sigma_t = \frac{3 * W * h}{\pi D_o n b^2}$	$\sigma_{tue} = 310,9 \text{ psi}$
Esfuerzo por pandeo	$P_{cri} = S_y * A \left[1 - \frac{S_y * \left(\frac{L_e}{k} \right)^2}{4 * \pi^2 * E} \right]$	$P_{cri} = 17040 \text{ lb}$
Radio de giro	$k = \sqrt{\frac{I}{A}}$	$k = 0,31 \text{ in}$
Inercia	$I = \frac{\pi * d^4}{64}$	$I = 0,049 \text{ in}^4$
Área sección circular tornillo	$A = \frac{\pi * d^2}{4}$	$A = 0,502$
Factor de seguridad	$F_s = \frac{P_{cri}}{W}$	$F_s = 52,26$
Velocidad crítica de descenso	Figura 46	$V = 2000 \text{ rpm}$

Fuente: Autores

El esfuerzo a compresión es el más crítico $\sigma_c = 553,92 \text{ psi}$ con este se verifica que los materiales del tornillo y la tuerca soporten este esfuerzo. Se obtiene un factor de seguridad de 52,26 por tanto cumple los requerimientos de diseño.

En la figura 46 se pueden apreciar propiedades del acero AISI 1020 y el acero AISI 1045, material de la tuerca y del tornillo respectivamente, donde la resistencia a la tensión es igual a $196 \text{ [MPa]} = 28 \text{ [ksi]}$ para el AISI 1020 y

413 [MPa] = 60 [ksi] ksi para el AISI 1045, que superan la tensión debida a la compresión calculadas en la tabla 16.

Figura 45. Propiedades de diseño para los aceros al carbón y aleados.

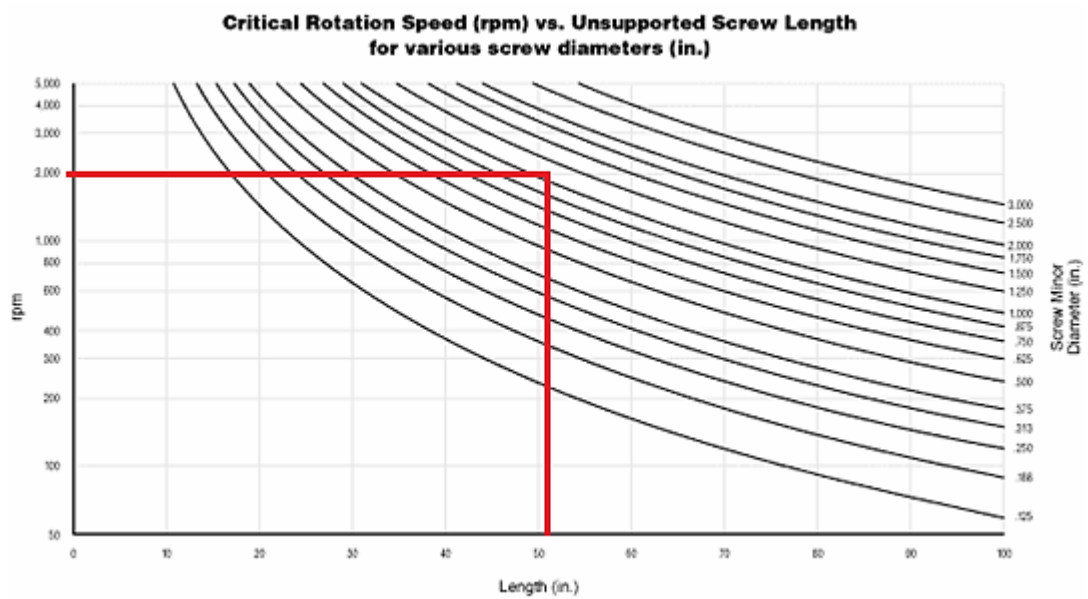
ACERO SAE 1020					
PROPIEDADES MECÁNICAS					
Estado de suministro	Resistencia a la tracción MPa	Límite elástico MPa	Alargamiento %	Reducción de área %	Dureza Brinell aprox.
Laminado en caliente	441	196	25	45	140 / 180
Normalizado	490 - 588	343	30	55	150
Recocido	441 - 539	294	35	60	130 / 150
Calibrado	539 - 686	441	10	35	180 / 220
Cementado, templado y rev.	686 - 833	441	15	45	----

ACERO SAE 1045			
PROPIEDADES TÍPICAS A TEMPERATURA AMBIENTE SIN ENDURECIMIENTO			
Diámetro de la barra: 12 a 38 mm			
Propiedad	Laminado en caliente	Normalizado	Recocido
Resistencia a la tracción MPa	655	655	620
Punto de fluencia MPa	413	413	379
% de elongación	23	23	26
% de reducción de área	44	45	53
Dureza brinell (3000 kg.)	190	190	180

Fuente: <http://www.cga.com.co>

A continuación se calcula la velocidad crítica para el tornillo gracias a la figura 46. La velocidad crítica es el término de ingeniería para la primera frecuencia natural de vibración para un eje que rota. Si está montado horizontalmente o verticalmente, un sistema del tornillo que rota se debe funcionar debajo de su velocidad crítica para evitar la vibración, el ruido y la posible falla.

Figura 46. Grafica velocidades críticas de descenso.



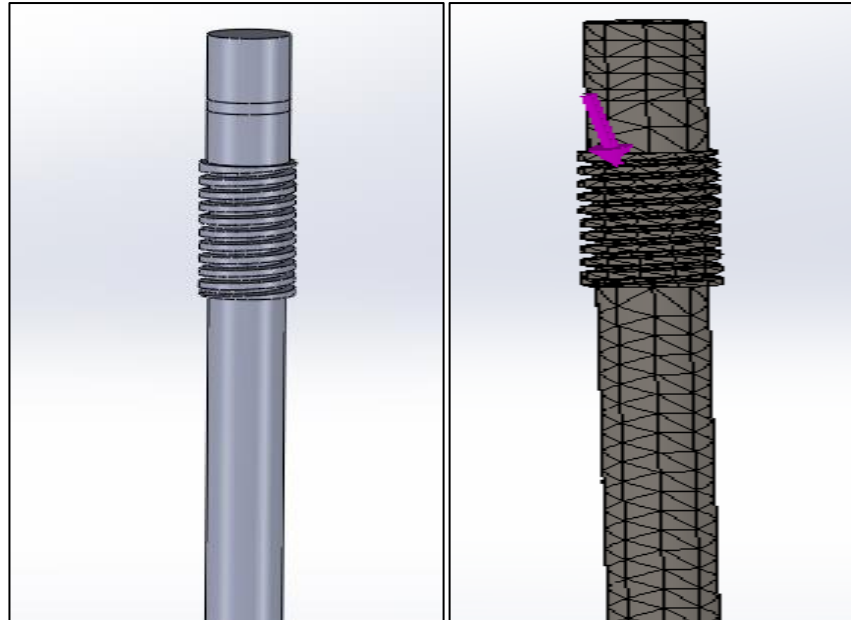
Fuente: www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/teorico/TornilloDePotencia.

Para la longitud del tornillo se tiene una velocidad crítica aproximada de 2000 rpm, el sistema está por debajo de estas revoluciones.

El material del tornillo es conocido. Para la simulación en SOLIDWORKS se asignó acero AISI 1045 con una resistencia a la fluencia de 60 [ksi]. Para el modelo solo se tomaron el número de cuerdas en contacto y para el resto del tornillo se dejó con el diámetro interno del mismo $D_{int} = 0,8 [in]$, de esta forma el análisis será aún más conservativo al no tomar en cuenta las cuerdas que no están en contacto con la tuerca las cuales dan al tornillo rigidez.

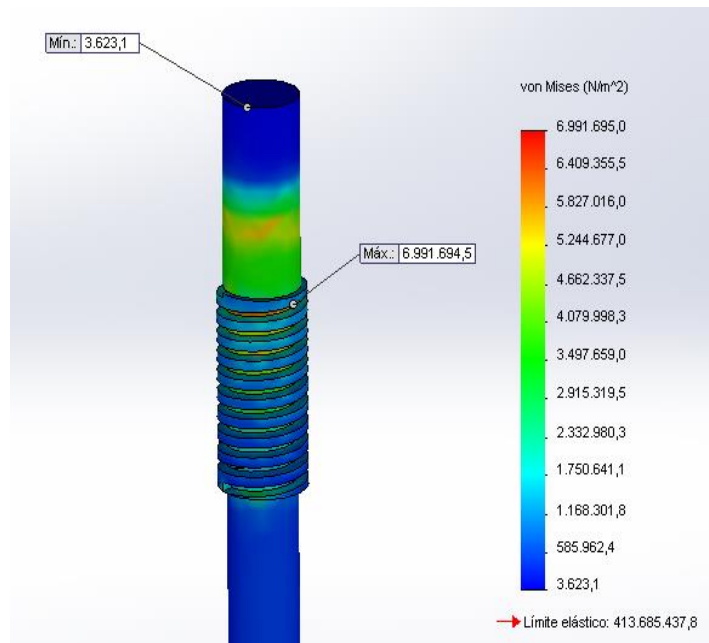
En la figura 47 se muestra la carga de $W = 315 [lbf]$ (1432 [N]) actuando a la mitad de la altura de la rosca, y solo en el número de roscas en contacto.

Figura 47. Análisis CAE tornillo de potencia, fuerza aplicada y malla



Fuente: Autores

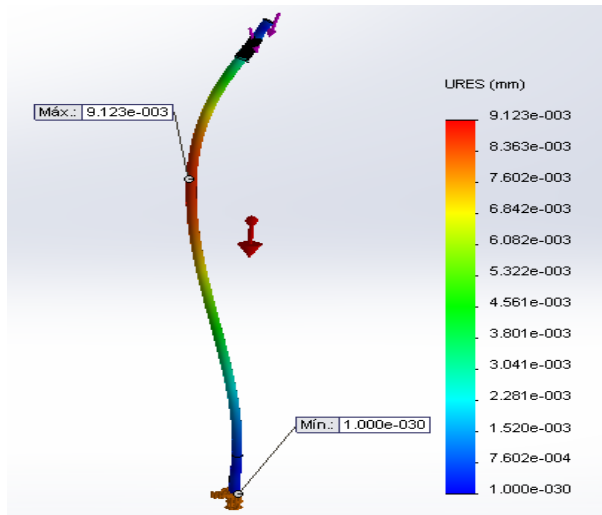
Figura 48. Análisis CAE cresta del tornillo de potencia, esfuerzo máximo



Fuente: Autores

El esfuerzo máximo corresponde a **6,9 [MPa]** y se encuentra ubicado las crestas del tornillo, este esfuerzo es mucho menor que el límite de fluencia del material.

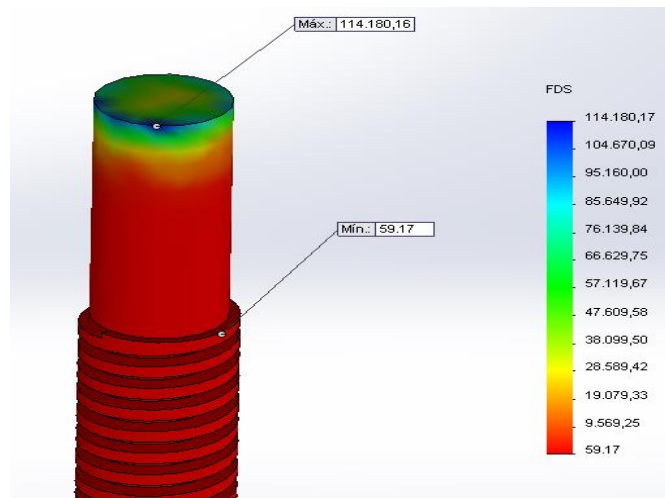
Figura 49. Análisis CAE del tornillo de potencia, desplazamiento máximo



Fuente: Autores

El desplazamiento máximo corresponde a **9,123 [μm]** y se da aproximadamente en la mitad del tornillo.

Figura 50. Análisis CAE del tornillo de potencia, factor de seguridad



Fuente: Autores

El factor de seguridad mínimo, está por el orden de **59, 17** y se presenta en las crestas del tornillo.

5.3.2 Análisis dinámico del tornillo de potencia

Muchos de los elementos de máquinas, tales como cigüeñales, árboles, ejes, bielas y resortes, son sometidos a cargas variables. El comportamiento de los materiales bajo este tipo de carga es diferente a aquel bajo cargas estáticas; mientras que una pieza soporta una gran carga estática, la misma puede fallar con una carga mucho menor si ésta se repite un gran número de veces. Los esfuerzos variables en un elemento tienden a producir grietas que crecen a medida que éstos se repiten, hasta que se produce la falla total; este fenómeno se denomina fatiga. Por lo tanto, el diseño de elementos sometidos a cargas variables debe hacerse mediante una teoría que tenga en cuenta los factores que influyen en la aparición y desarrollo de las grietas, las cuales pueden producir la falla después de cierto número de repeticiones (ciclos) de esfuerzo.

La teoría que estudia el comportamiento de los materiales sometidos a cargas variables se conoce como teoría de fatiga.

Solidworks previo al análisis de fatiga, requiere de un estudio dinámico. Los resultados de los estudios dinámicos lineales de historia-tiempo, se pueden utilizar como base para definir un estudio de fatiga. El número de ciclos requeridos para la falla de fatiga que ocurrirán en una ubicación depende del material y de las fluctuaciones de tensión. Esta información, para un material en particular, es proporcionada por una curva denominada curva S-N.

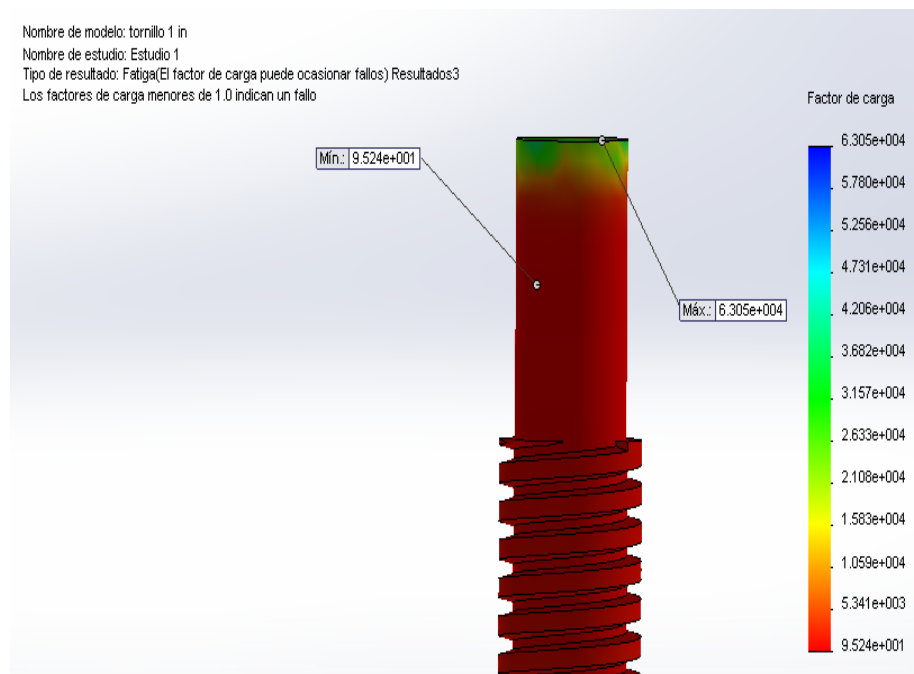
Para el particular teniendo en cuenta una velocidad máxima de motor de 532 rpm y que trabajara a ese régimen durante una hora, el número de ciclos que

La figura 52 muestra el número de ciclos que causan fallos de fatiga para cada ubicación. El trazado se basa en las curvas S-N y en la tensión alterna de cada ubicación. Vemos que el tornillo con las condiciones dadas tendría una vida de 1.000.000 ciclos que contrastan con los 32.000 al cual está sometido.

➤ Factor de carga

Muestra el factor de carga de seguridad para los fallos de fatiga en cada ubicación. El factor de carga mostrado en la figura 53 en cada ubicación indica que el suceso de fatiga definido ocasionará un fallo de fatiga en esta ubicación si se multiplican por dicho valor las cargas definidas para el estudio previo; lo cual indica que el tornillo posee gran factor de seguridad y la falla se ocasionaría en el área donde se aloja el rodamiento.

Figura 53. Análisis CAE tornillo. Factor de carga



Fuente: Autores

5.3.3 Selección del motor del vehiculo

De acuerdo a la potencia hallada anteriormente se procede a seleccionar un motor electrico que cumpla con los requerimientos del sistema. Para la selección del motor se tomo un catalogo suministrado por la empresa PENAGOS HERMANOS, el cual pertenece a la Sociedad Italiana De Transmision Industrial (SITI).

Tabla 17. Parametros selección motor

Potencia requerida	$Pot = 0,271 Hp$ $= 0,202 Kw$
Rpm tornillo	532

Fuente: autores

Para la selección del motor se considera una eficiencia mecanica del 90%, se estima que la potencia nominal del motor que cubra los requerimientos del sistema debe ser:

$$Pot_m = \frac{Pot}{\eta_{mec}} = \frac{0,271}{0,90} = 0,30 Hp$$

Para la selección se normaliza el valor de potencia del motor a **0,33 [HP]**.

Tabla 18. Especificaciones motor SITI

			SITI					
MOTORI ELETTRICI MONOFASE			SINGLE PHASE MOTORS			EINPHASEN WECHSELSTROMMOTOREN		
n_1 min ⁻¹	Poli Poles Polig		HP	kW	min ⁻¹	A (220V)	μF	Kg
900	6	HB63d/6	.08	.06	850	.8	3	5
		HB71a/6	.12	.09	860	1	4	5.9
		HB71b/6	.16	.12	880	1.3	6.3	6.9
		HB71d/6	.25	.18	900	2.2	12.5	7.8
		HB80a/6	.33	.25	900	2.5	12.5	9.1
		HB90b/6	.50	.37	900	3.5	16	10.2
		HB90Sa/6	.75	.55	910	5	20	12.5
		HB90Lb/6	1	.75	920	7	25	16.3
		HB100Lb/6	1.5	1.1	920	8.5	30	25.3

Fuente: www.gaessa.com/GAES/Castellano/Productos/Motores/SITI

5.3.4 Selección de transmisión de potencia

Para la transmisión de potencia hacia el tornillo, se seleccionó una transmisión por cadena ya que este tipo de elementos presenta una facilidad en su instalación y desmontaje, la distancia entre centros y el alineamiento no están sujetos a límites exactos y además, posee una alta eficiencia, normalmente del orden del 95%. Los siguientes son los factores tenidos en cuenta para el diseño de la transmisión por cadena:

Tabla 19. Parámetros de selección transmisión de potencia

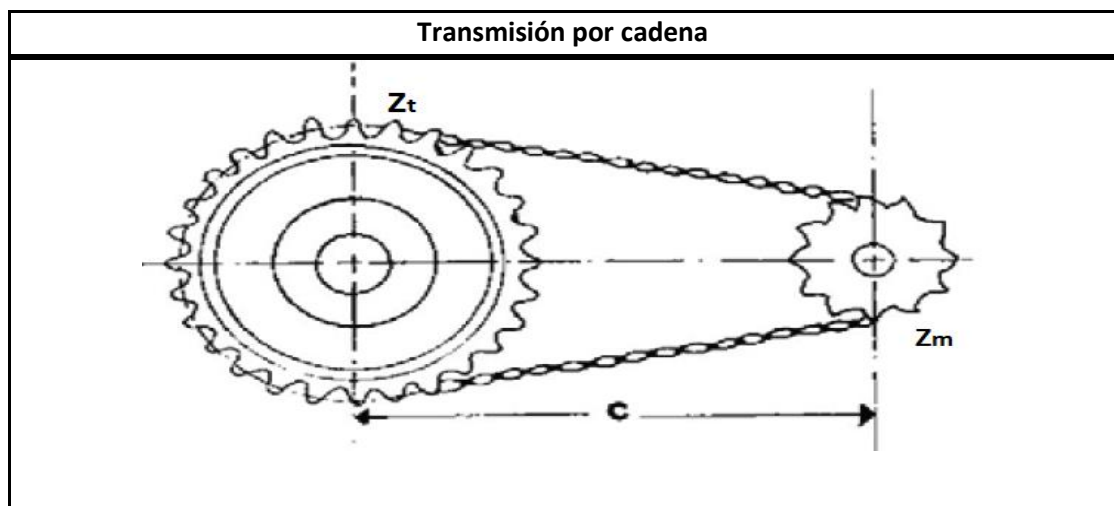
Potencia a transmitir	0,25 kW
Rpm motor	900
Rpm tornillo	532
Diámetro eje motor	19 mm
Diámetro eje tonillo	22 mm
Diámetros permisibles ruedas dentadas	< 100 mm
Características de la carga	Uniforme
Tipo de lubricación	Manual

Fuente: autores

Primeramente se selecciona la cadena de acuerdo a la capacidad de potencia que puede transmitir. De acuerdo a lo anterior se selecciona la cadena ANSI # 25 de paso $\frac{1}{4}$ [in]. Las especificaciones técnicas de la cadena se encuentran en la tabla 48, anexo B.

Para el piñón del motor se asume un número de dientes de 20, y conociendo la relación de transmisión dada por la velocidad del motor y la deseada en el tornillo, se podrá calcular y seleccionar los demás elementos de la transmisión de potencia.

Tabla 20. Cálculo de piñón conducido, longitud y fuerza de la cadena



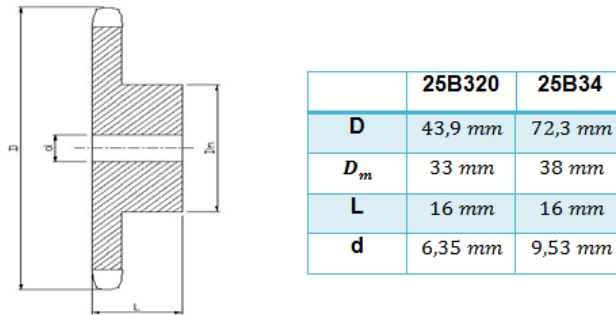
DATOS DE ENTRADA		
Parámetro	Ecuación	Valor
Numero de dientes piñón motor	-	$Z_m = 20$
Velocidad motor	-	$n_m = 900 \text{ rpm}$
Velocidad tornillo	-	$n_t = 532 \text{ rpm}$
Paso cadena	-	$p = 0,25 \text{ in}$ $= 6,35 \text{ mm}$
Diámetro rodillo	-	$D_r = 0,13 \text{ in}$ $= 3,3 \text{ mm}$
Distancia entre centros	-	$c = 9,96 \text{ in}$ $= 253 \text{ mm}$
Potencia motor	-	$Pot = 0,33 \text{ Hp}$

RESULTADOS		
Relación de transmisión	$R = \frac{rpm \text{ motor}}{rpm \text{ tornillo}} = \frac{Z_t}{Z_m}$	$R = 1,7$
Numero de dientes piñón tornillo	$R = \frac{Z_t}{Z_m}$	$Z_t = 34$
Diámetro primitivo piñón motor	$D_{pm} = \frac{Z_m * p}{\pi}$	$D_{pm} = 40,42 \text{ mm}$
Diámetro primitivo piñón motor	$D_{pt} = \frac{Z_t * p}{\pi}$	$D_{pt} = 68,72 \text{ mm}$
Diámetro externo piñón motor	$D_{em} = D_{pm} + D_r$	$D_{em} = 43,72 \text{ mm}$
Diámetro externo piñón tornillo	$D_{et} = D_{pt} + D_r$	$D_{em} = 72,02 \text{ mm}$
Distancia entre centros	Tomada de Solidworks	$c = 211 \text{ mm}$
Longitud cadena	$L_c = 1,57 * (D_{pt} + D_{pm}) + 2 * c + \frac{(D_{pm} - D_{pt})^2}{4 * c}$	$L_c = 594,3 \text{ mm}$ $= 23,4 \text{ in}$
Torque nominal motor	$T_m = \frac{Pot * 63000}{n_m}$	$T_m = 23,1 \text{ lb} - \text{in}$ $= 2,61 \text{ N} - \text{m}$
Fuerza cadena	$F_c = \frac{T_m}{\frac{D_{pm}}{2}}$	$F_c = 129 \text{ N}$ $= 5,87 \text{ lbf}$
Torque dado al tornillo	$T_t = F_c * \frac{D_{pt}}{2}$	$T_t = 4,43 \text{ N} - \text{m}$ $= 39,21 \text{ lbf} - \text{in}$

Fuente: Autores

El torque suministrado al tornillo es de $T_t = 39,21 \text{ [lbf} - \text{in]}$, el cual es mayor al requerido para levantar la carga. Del catálogo de Intermecc S.A (ver anexo B, Tabla 49) se seleccionan los sprockets para una cadena ANSI # 25.

Figura 54. Dimensiones principales sprocket 25B320 y 25B34



Fuente: www.intermec.com

5.3.5 Selección cuña tornillo de potencia

El tipo más usado de cuñas para ejes de hasta 6 [in] es la cuña cuadrada. Teniendo el diámetro del eje como guía, se selecciona el tamaño de la cuña en la tabla 21. Las únicas variables son la longitud y el material. En la práctica es conveniente seleccionar un material menos resistente que el de la flecha para blindar otros componentes más importantes. Se toma selecciona el acero AISI 1020 laminado en caliente como material de la cuña, cuyas propiedades se pueden apreciar en la figura 45.

Tabla 21. Tamaños de cuñas

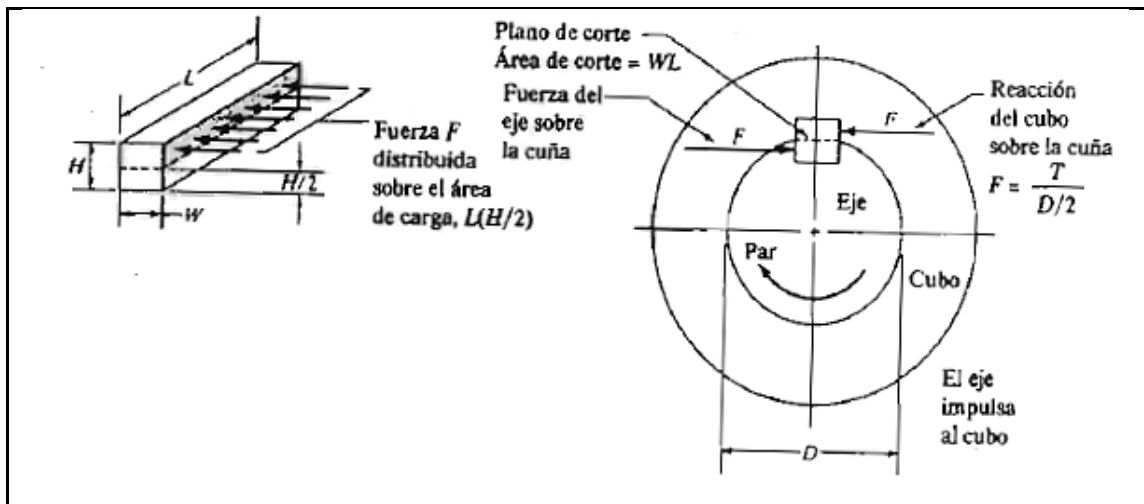
Tamaños de cuñas y tornillos prisioneros estándar en Estados Unidos para flechas de tamaño en pulgadas

Diámetros de las flechas (in)	Ancho nominal de la cuña (in)	Diámetro del tornillo prisionero (in)
$0.312 < d \leq 0.437$	0.093	#10
$0.437 < d \leq 0.562$	0.125	#10
$0.562 < d \leq 0.875$	0.187	0.250
$0.875 < d \leq 1.250$	0.250	0.312
$1.250 < d \leq 1.375$	0.312	0.375
$1.375 < d \leq 1.750$	0.375	0.375
$1.750 < d \leq 2.250$	0.500	0.500
$2.250 < d \leq 2.750$	0.625	0.500
$2.750 < d \leq 3.250$	0.750	0.625
$3.250 < d \leq 3.750$	0.875	0.750
$3.750 < d \leq 4.500$	1.000	0.750
$4.500 < d \leq 5.500$	1.250	0.875
$5.500 < d \leq 6.500$	1.500	1.000

Fuente: NORTON, Robert. Diseño de maquinas

Existen dos modos básicos de falla potencial de las cuñas. Corte a través de la interface eje-cubo y falla por compresión entre los lados de la cuña y el material del eje o cubo. Definiendo estos esfuerzos podemos encontrar la longitud necesaria de la cuña. A continuación se muestran en la tabla 22.

Tabla 22. Cálculo de los esfuerzos en la cuña.



DATOS DE ENTRADA		
Parámetro	Ecuación	Valor
Diámetro eje	-	$D = 22 \text{ mm}$ $= 0,87 \text{ in}$
Ancho cuña	-	$W = 0,187 \text{ in}$
Altura cuña	-	$H = 0,187 \text{ in}$
Factor seguridad	-	$N = 3$
Resistencia a la fluencia AISI 1020	Figura 45	$S_y = 30 \text{ ksi}$
Torque	-	$T = 39,21 \text{ lb} - \text{in}$
RESULTADOS		
Longitud mínima cuña	$L_{min} = \frac{4TN}{S_y * D * W}$	$L_{min} = 0,096 \text{ in}$
Esfuerzo compresión	$\sigma = \frac{4T}{L * D * H}$	$\sigma = 100042 \text{ psi}$
Esfuerzo cortante	$\tau = \frac{2T}{L * D * W}$	$\tau = 5021 \text{ psi}$

Fuente: Autores

La longitud mínima es bastante menor al ancho de la cuña, por lo que se colocará una longitud mayor. Se elige una longitud de cuña estándar de 15 mm, la cual es satisfactoria con los resultados de la Tabla 22.

5.3.6 Selección de rodamientos y chumaceras del tornillo de potencia

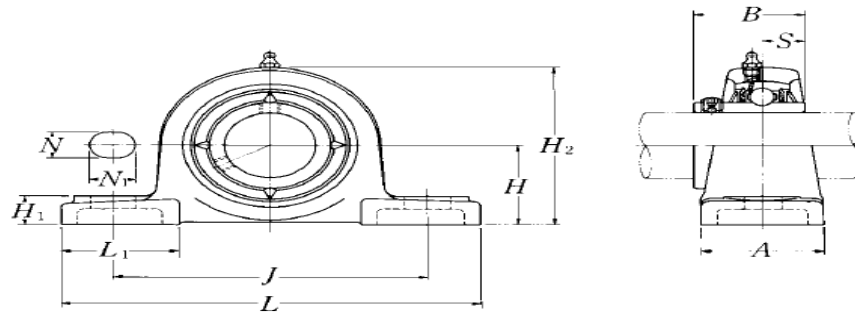
Para el tornillo de potencia se tienen dos rodamientos. El situado en la parte superior del sistema solo soportara cargas radiales y el de la parte inferior también deberá soportar cargas axiales las cuales son producidas por la carga a elevar.

5.3.6.1 Rodamiento parte superior

Hacen parte del tornillo un cojinete en caja de chumacera en la parte superior que estará soportada en la estructura del mástil, y soportara una pequeña carga proveniente del motor de 0,33 [HP].

Se preselecciona un rodamiento UCPE204D1, cuyas características geométricas, costo y adquisición lo hacen opcionado. El rodamiento montado equivale a un NTN 6204 el cual es capaz de soportar cargas impuestas por el motor.

Figura 55. Dimensiones básicas rodamiento montado en chumacera
 UPE204D1



Diámetro del eje mm pulg.	Número ¹⁾ de la chumacera	Dimensiones nominales											Tamaño del perno mm pulg.	Número del rodamiento
		mm					pulg.							
		H	L	J	A	N	N ₁	H ₁	H ₂	L ₁	B	S		
20	UCP204D1	33.3	127	95	38	13	16	14	65	42	31	12.7	M10	UC204D1
¾	UCP204-012D1	1 5/16	5	3 3/4	1 1/2	1/2	5/8	9/16	2 9/16	1 21/32	1.2205	0.500	3/8	UC204-012D1

Fuente: NTN Bearing

Tabla 23. Cálculo vida nominal rodamiento 6204

DATOS DE ENTRADA		
Parámetro	Ecuación	Valor
Carga sobre el rodamiento	-	$P = 0,129 \text{ KN}$
Capacidad carga dinámica rodamiento	-	$C_r = 12,8 \text{ KN}$
RESULTADOS		
Velocidad angular rodamiento	-	$n = 532 \text{ Rpm}$
Factor de velocidad	$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{\frac{1}{3}}$	$f_n = 0,39$
Factor de vida rodamiento	$f_h = f_n * \frac{C_r}{P}$	$f_h = 39$
Vida nominal rodamiento	$L_{10} = 500 * f_h^3$	$L_{10} = 3791218 \text{ horas}$

Fuente: Autores

La vida nominal del rodamiento es alta debido a las pequeñas cargas que soporta.

5.3.6.2 Rodamiento parte inferior

La selección del rodamiento se hace bajo el criterio de una fuerza axial de 1430 [N] y una radial de 129 [N].

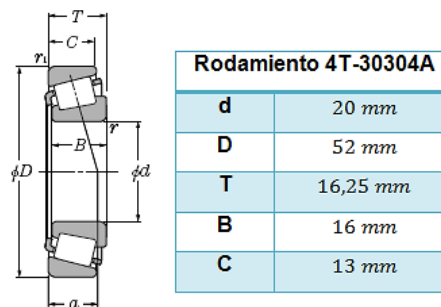
Figura 56. Especificaciones rodamiento NTN.

d	Dimensiones principales						Capacidad básica de carga				Velocidades límites		Números de rodamientos
	mm						dinámica		estática		r.p.m.		
	D	T	B	C	r_a min ¹⁾	r_{is} min ¹⁾	C_r	C_{or}	C_r	C_{or}	grasa	aceite	
20	42	15	15	12	0.6	0.6	24.9	27.9	2 540	2 840	9 500	13 000	4T-32004X
	47	15.25	14	12	1	1	28.2	28.7	2 870	2 930	8 800	12 000	4T-30204
	47	19.25	18	15	1	1	36.5	39.5	3 700	4 000	8 800	12 000	4T-32204
	52	16.25	16	13	1.5	1.5	35.5	34.0	3 600	3 450	8 000	11 000	4T-30304A
	52	16.25	16	12	1.5	1.5	31.0	31.0	3 150	3 150	7 600	10 000	4T-30304CA
	52	22.25	21	18	1.5	1.5	46.5	48.5	4 750	4 950	8 000	11 000	4T-32304
22	44	15	15	11.5	0.6	0.6	27.0	31.5	2 760	3 250	8 900	12 000	4T-320/22X

Fuente: NTN Bearing

Este rodamiento tiene una capacidad de carga estática de 35,5 [KN] lo que cumple con el criterio de selección. Las dimensiones más representativas del rodamiento 4T-30304A se presentan a continuación.

Figura 57. Dimensiones principales rodamiento 4T-30304A



Fuente: NTN Bearing

Tabla 24. Cálculo vida nominal rodamiento 4T-30304A

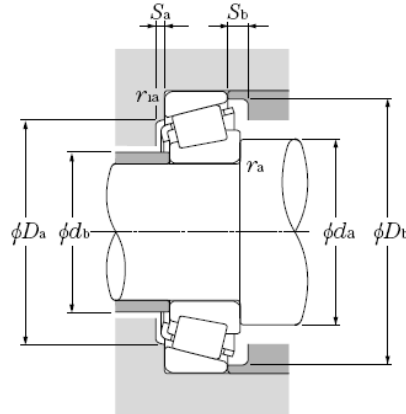
DATOS DE ENTRADA		
Parámetro	Ecuación	Valor
Fuerza radial producida por la cadena	-	$F_r = 0,129 \text{ KN}$
Carga axial sobre el rodamiento	-	$F_a = 1,43 \text{ KN}$
Velocidad angular rodamiento	-	$n = 532 \text{ Rpm}$
Capacidad carga dinámica rodamiento	-	$C_r = 35,5 \text{ KN}$
Capacidad carga estática rodamiento	-	$C_o = 34 \text{ KN}$
RESULTADOS		
Parámetro e	$e = \frac{f_a}{C_o}$	$e = 0,042$
Factor de velocidad	$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{\frac{1}{3}}$	$f_n = 0,39$
Factor de rotación	Tabla 2, Anexo B	$V = 1$
Factor radial	Tabla 2, Anexo B	$X = 0,56$
Factor de empuje	Tabla 2, Anexo B	$Y = 1,85$
Carga equivalente	$P = XV F_r + Y F_a$	$P = 2,645 \text{ KN}$
Factor de vida rodamiento	$f_h = f_n * \frac{C_r}{P}$	$f_h = 5,23$
Vida nominal rodamiento	$L_{10} = 500 * f_h^3$	$L_{10} = 71708 \text{ horas}$

Fuente: Autores

El montaje de este rodamiento se hará en una chumacera tipo puente la cual será diseñada con las recomendaciones de montaje de la NTN Bearing o en su defecto se tomara una existente a la cual se le procederá a hacer el mecanizado de acuerdo a las especificaciones de montaje dadas en el catálogo ya que no se encontró un soporte adecuado para el rodamiento. Las

dimensiones para el asiento del rodamiento a tener en cuenta se muestran en la figura 58.

Figura 58. Dimensiones montaje rodamiento 4T-30304A



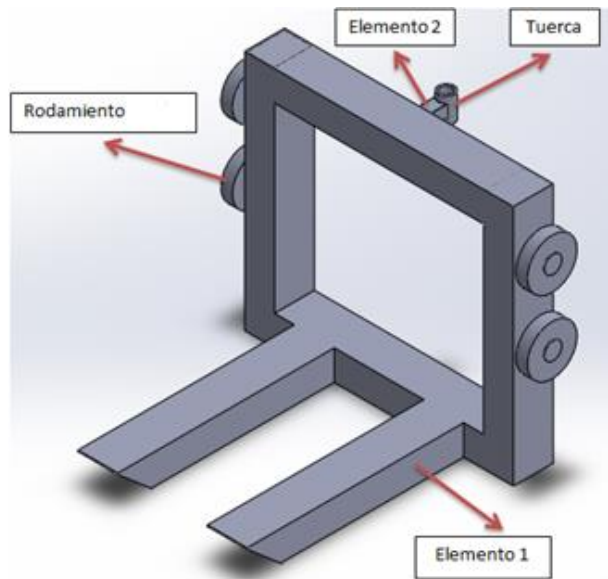
Series y dimensiones ISO	Dimensiones de hombros y filetes										Centro de carga mm	Constante de carga	Factores de carga axial		Masa kg (aprox.)
	d_a min	d_b max	D_a max	mm		S_a min	S_b min	r_{1a} max	r_{1as} max	a			e	Y_2	
3CC	24.5	25	37.5	36	39	3	3	0.6	0.6	10.5	0.37	1.60	0.88	0.097	
2DB	25.5	27	41.5	40	44	2	3	1	1	11.5	0.35	1.74	0.96	0.127	
2DD	25.5	26	41.5	39	43	2	4	1	1	12.5	0.33	1.81	1.00	0.16	
2FB	28.5	28	43.5	42.5	47.5	3	3	1.5	1.5	10.5	0.30	2.00	1.10	0.176	
	28.5	27.5	43.5	39.5	48	3	4	1.5	1.5	13.5	0.55	1.10	0.60	0.17	
2FD	28.5	27	43.5	43	47	3	4	1.5	1.5	14	0.30	2.00	1.10	0.245	

5.4 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

5.4.1 Diseño carro porta-horquillas

La geometría y las dimensiones de la estructura se establecen teniendo en cuenta la carga a soportar. Se propone una estructura liviana, para poder hacer el sistema elevador de carga más eficiente.

Figura 59. Ensamble elementos del carro porta-horquillas.



Fuente: Autores

Para la construcción de la estructura se toma la decisión de usar tubo rectangular liviano, el cual se obtiene inicialmente a bajo costo y poco peso (2,08 kg/m a 5,26 kg/m).

El parámetro que se desea obtener mediante el siguiente cálculo es la dimensión del perfil rectangular del elemento 1. La carga sobre el elemento corresponde al peso del dispositivo de mayor peso $P = 80 [kg]$, con su respectivo factor de seguridad ($N = 1,6$) definido con anterioridad.

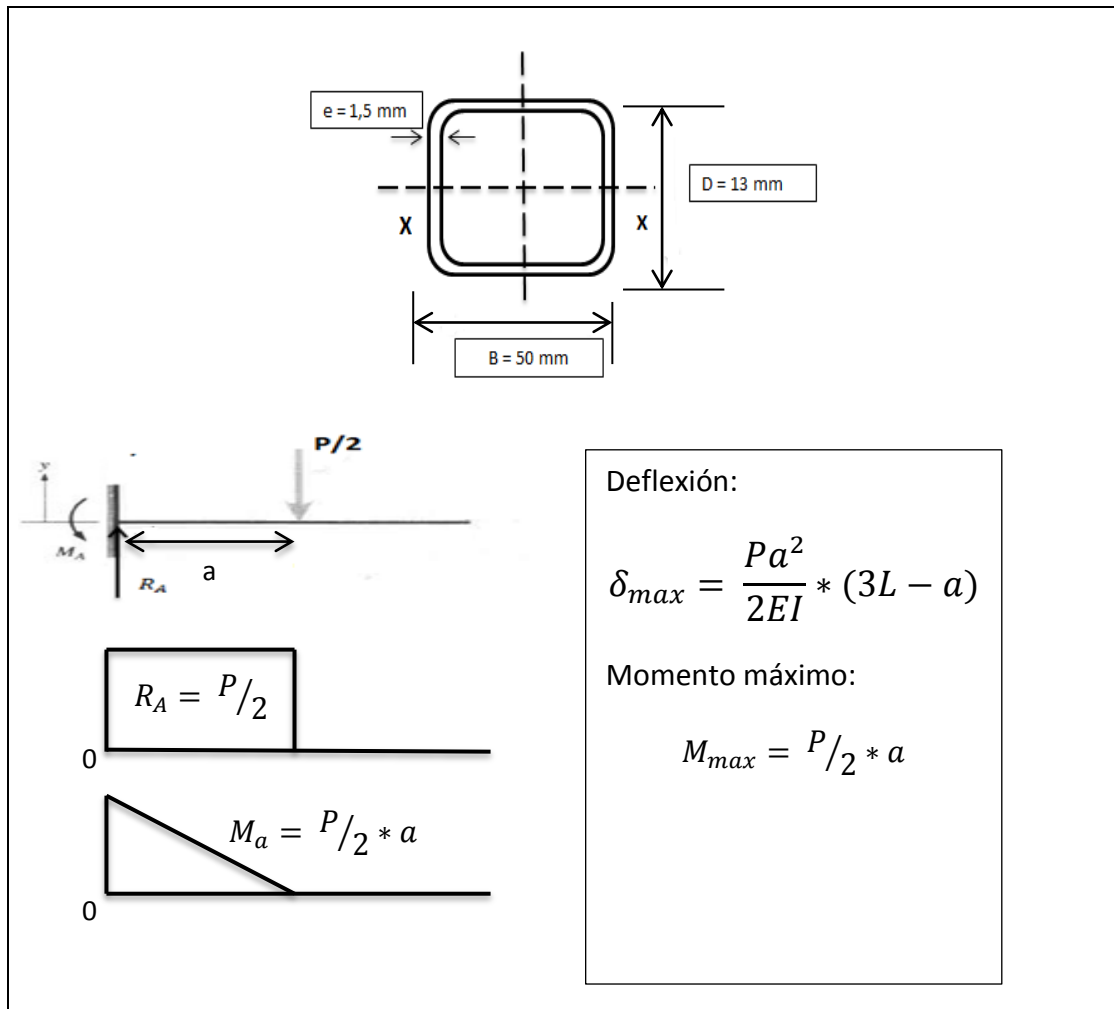
$$W = 128 [kgf] = 1280 [N]$$

Se presenta el ejemplo de cálculo del elemento 1 de la estructura y a partir de este utilizarlo para el resto de elementos del carro porta-horquillas, ya que para la construcción de la estructura se pretende utilizar el mismo perfil para optimizar los costos de fabricación y, además, la presentación comercial de los

perfiles viene en varales de varios metros de longitud lo cual hace loable lo anterior.

Para el análisis del elemento 1 se asume como una viga empotrada en un extremo y libre el otro. Para la primera iteración se establece un perfil rectangular de 50 x 13 [mm], calibre 16 (1.5 mm).

Tabla 25. Análisis de esfuerzo del elemento



DATOS DE ENTRADA		
Parámetro	Ecuación	Valor
Carga sobre el elemento	-	$P = 1280 \text{ N}$
Longitud	-	$L = 0,435 \text{ m}$
Distancia "a"	$a = L/2$	$a = 0,217 \text{ m}$
Reacción en el punto A	$R_A = P/2$	$R_A = 640 \text{ N}$
Momento máximo	$M_A = P/2 * a$	$M_A = 139,2 \text{ N} - \text{m}$
Momento de inercia	Catalogo Colmena	$I = 5 \text{ E} - 9 \text{ m}^4$
Distancia máxima al eje neutro	-	$c = 0,0065 \text{ m}$
Módulo de elasticidad	Acero estructural A 36	$E = 200 \text{ GPa}$
RESULTADOS		
Deflexión máxima	$y_{max} = \frac{Pa^2}{2EI} * (3L - a)$	$y_{max} = 0,010 \text{ m}$ $= 10 \text{ mm}$
Esfuerzo máximo	$\sigma = M * \frac{c}{I}$	$\sigma = 180,96 \text{ Mpa}$
Límite de fluencia material	Acero estructural ASTM 500 (tubería Colmena)	$S_y = 350 \text{ Mpa}$ $= 50 \text{ Ksi}$
Factor de seguridad	$SF = \frac{S_y}{\sigma}$	$SF = 1,93$

Fuente Autores

Se realizan iteraciones variando el tamaño y espesor del perfil obteniendo los resultados que se presentan a continuación.

Tabla 26. Iteración factor de seguridad elemento 1

SECCION [mm]	ESPESOR [mm]	MOMENTO DE INERCIA [cm ⁴]	ESFUERZO MAXIMO [MPa]	DEFLEXION MAXIMA [mm]	FACTOR DE SEGURIDAD
50 X 13	1,5	0,5	361,90	10,98	1,934
50 X 30	1,5	2,78	135,20	1,974	5,178
50 X 30	2	3,49	107,60	1,572	6,5
50 X 30	2,5	4,09	91,89	1,342	7,618
50 X 30	3	4,59	81,88	1,196	8,549
60 X 40	1,5	6,81	77,37	0,8058	9,048
60 X 40	2	8,66	60,86	0,6337	11,5
60 X 40	2,5	10,32	51,07	0,5317	13,71
60 X 40	3	11,79	44,70	0,4654	15,66
60 X 40	4	14,23	37,04	0,3856	18,9
80 X 40	2	12,72	43,77	0,4314	15,99
80 X 40	3	17,56	31,71	0,3125	22,08
90 X 50	1,5	18,15	38,35	0,3023	18,25
90 X 50	2	23,41	29,73	0,2344	23,54
90 X 50	2,5	28,28	24,61	0,194	28,44
90 X 50	3	32,8	21,22	0,1673	32,99
100 X 50	5	52,5	13,27	0,1046	52,75

Fuente: Autores

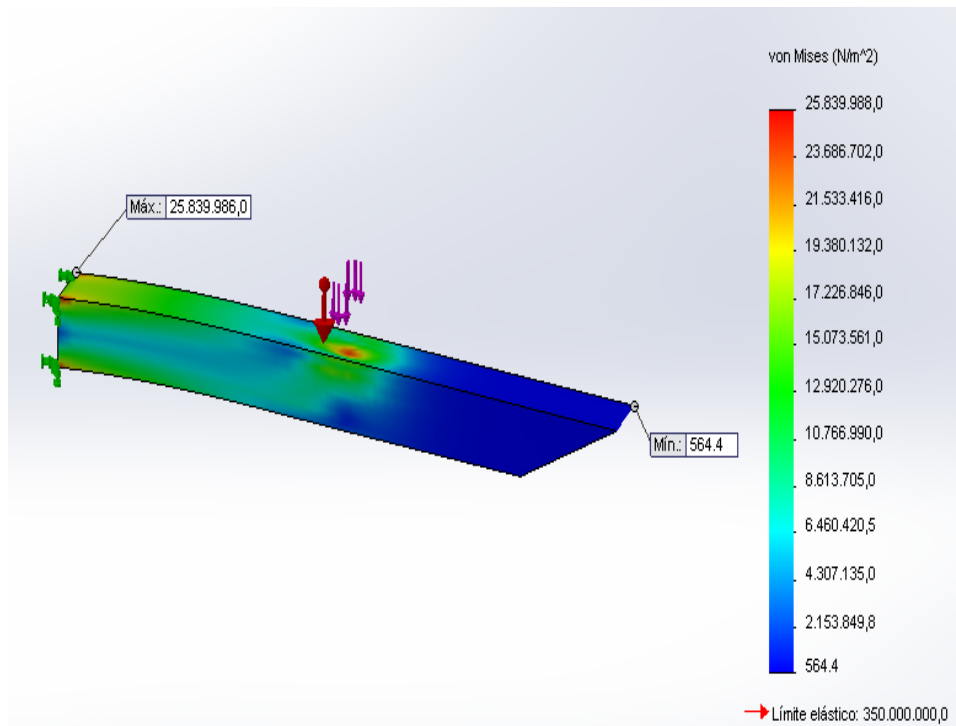
Se observa que un cambio de sección entre 50 X 30 [mm] (espesor de 3 [mm]) a 60 X 40 [mm] (espesor 3 [mm]) aumenta el factor de seguridad cerca del doble y disminuye la deflexión máxima de 1,196[mm] a 0,4654 [mm]. Seguir aumentando la sección solo implicaría un mayor costo de adquisición del material.

Para el diseño de partes de máquinas en general se recomienda una deflexión inferior a 0,003 in/in de longitud de viga en elementos de máquina con cierta precisión. Para este caso la deflexión máxima aceptable es de 1.3 [mm] (para

$L = 435 \text{ mm} = 17,13 \text{ in}$)⁸. Según este criterio de tener una deflexión inferior a 1.3 [mm] la selección óptima del perfil corresponde a perfil rectangular de 60 X 40 [mm] y espesor de 3 [mm] que comercialmente se conoce como tubo rectangular estructural hot rolled (HR) de 2 3/8X1 1/2.

Se realiza un análisis CAE de la selección propuesta para confirmar y complementar el diseño. Además en este análisis CAE se tiene en cuenta el peso del elemento.

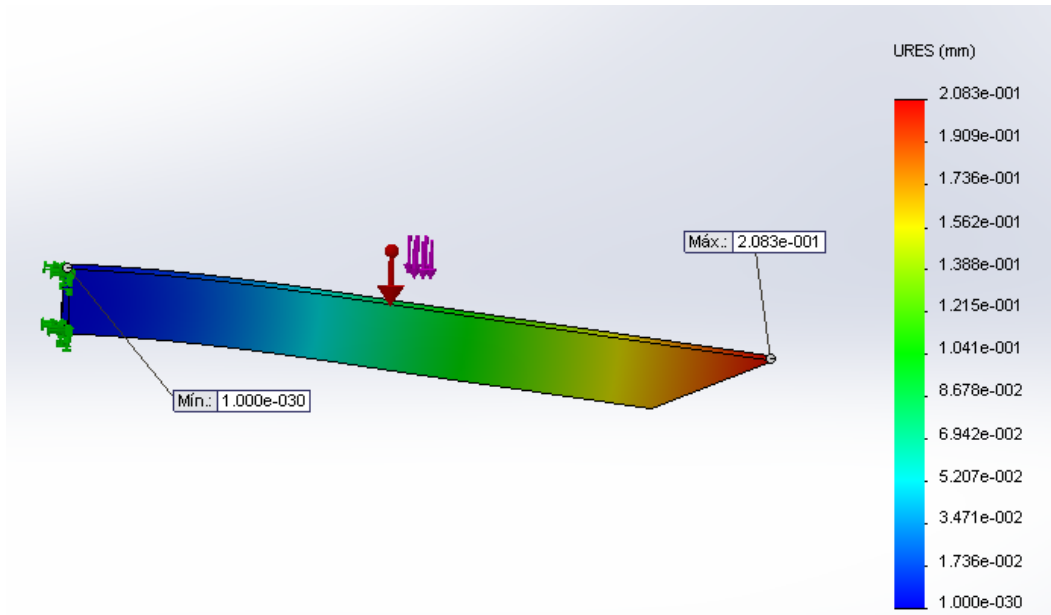
Figura 60. Análisis CAE elemento 1, esfuerzo máximo.



Fuente: Autores

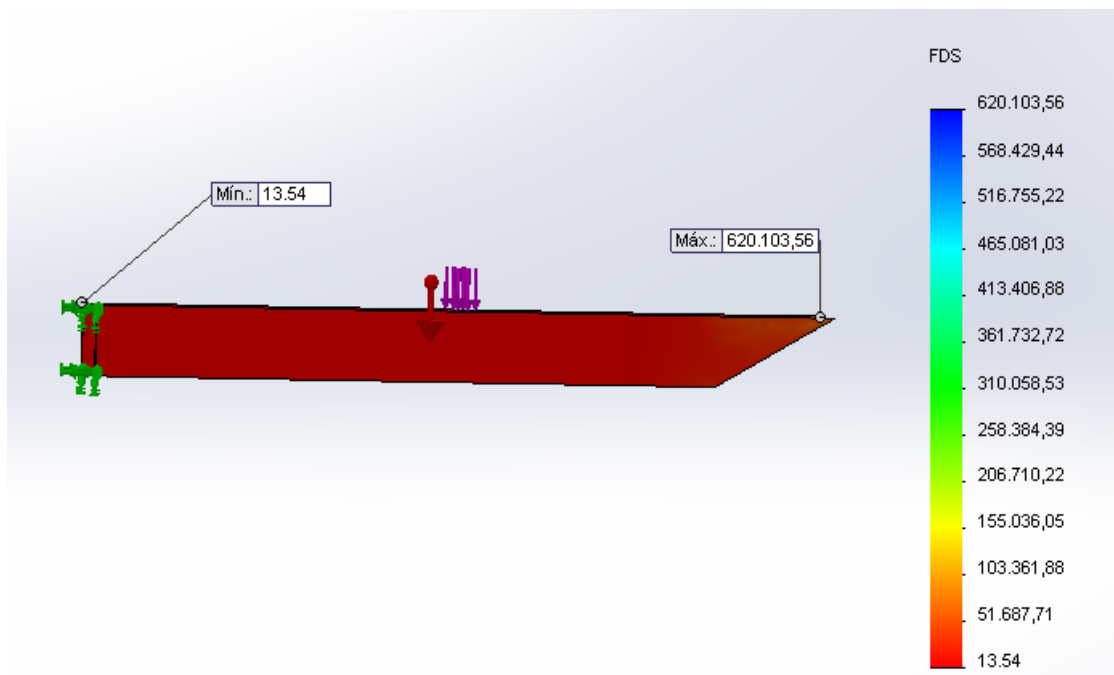
⁸ MOTT, Robert. Diseño de elementos de máquinas. México: Pearson Education, 2006. P. 777

Figura 61. Análisis CAE elemento 1, desplazamiento máximo.



Fuente: Autores

Figura 62. Análisis CAE elemento 1, factor de seguridad.



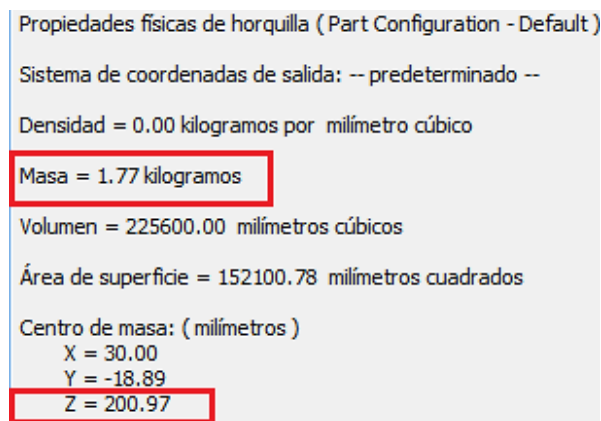
Fuente: Autores

Los resultados obtenidos del análisis CAE muestran que el esfuerzo máximo es de 25,83 [MPa], que el desplazamiento máximo es de 0,2 [mm] y un factor de seguridad superior de 13. Estos valores cumplen los criterios de diseño, por esto se comprueba la selección hecha teóricamente.

A continuación se establecen las dimensiones y reacciones que recibe la estructura debido al peso del dispositivo. Se realiza un estudio estático, el cual mediante de sumatoria de fuerzas y momentos permite establecer las ecuaciones para encontrar la magnitud de las fuerzas.

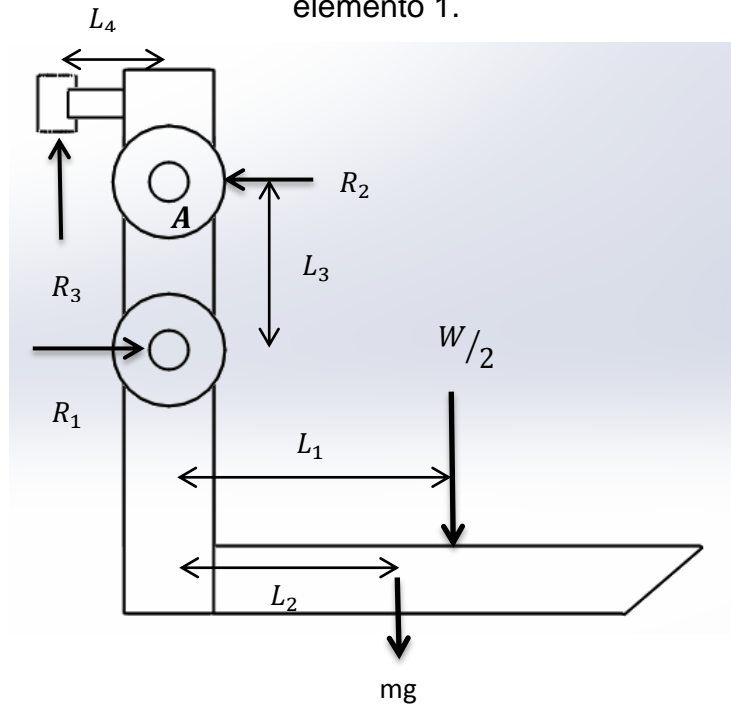
Para facilidad del cálculo, se obtuvieron datos propios de la geometría e las piezas, para esto se utilizó una herramienta de Solidworks 2012 para el cálculo de las propiedades físicas como su centro de gravedad y peso.

Figura 63. Peso y centro de gravedad elemento 1.



Fuente: Autores

Figura 64. Diagrama de fuerzas producidas por el peso del dispositivo y el elemento 1.



Fuente: Autores

$$\sum F_x : R_1 = R_2$$

$$\sum M_A : mg * L_2 + \frac{W}{2} * L_1 + R_3 * L_4 - R_1 * L_3 = 0$$

$$\sum F_y : mg + \frac{W}{2} = R_3$$

Dónde:

$$L_1 = 0,2675 \text{ m}$$

$$L_2 = 0,23 \text{ m}$$

$$L_3 = 0,15 \text{ m}$$

$$L_4 = 0,0775 \text{ m}$$

$$W = 128 = 1280 \text{ [N]}$$

$$mg = 1,77 \text{ kg} = 17,7 \text{ [N]}$$

De esta manera haciendo uso de las ecuaciones anteriores se tiene:

$$R_1 = 1508 \text{ [N]}$$

$$R_3 = 657,7 \text{ [N]}$$

5.4.2 Análisis CAE carro porta-horquillas

La intención de este análisis es obtener información del comportamiento de la geometría de la estructura una vez está sometido a los esfuerzos y las cargas de trabajo, buscando evitar posibles concentradores de esfuerzos y encontrar un factor de seguridad que garantice que el dimensionamiento de las piezas cumple con la resistencia necesaria.

Debido a la complejidad de la estructura se propone hacer un estudio asistido por computadora. El carro porta-horquillas consta de cuatro barras en forma de marco y las dos horquillas unidas mediante soldadura fabricadas del mismo material. El marco posee en sus lados un par de rodamientos a ambos lados, los cuales tendrán un ajuste forzado con un pequeño eje el cual estará unido solidariamente con el marco.

Para el elemento 2 se toma la decisión de utilizar tubo cuadrado liviano ASTM-500 de 1 [in] de lado y espesor de 2 [mm], cuya límite de fluencia es 350 [MPa]. En el análisis del carro porta-horquillas se toma la reacción (R_3) de la

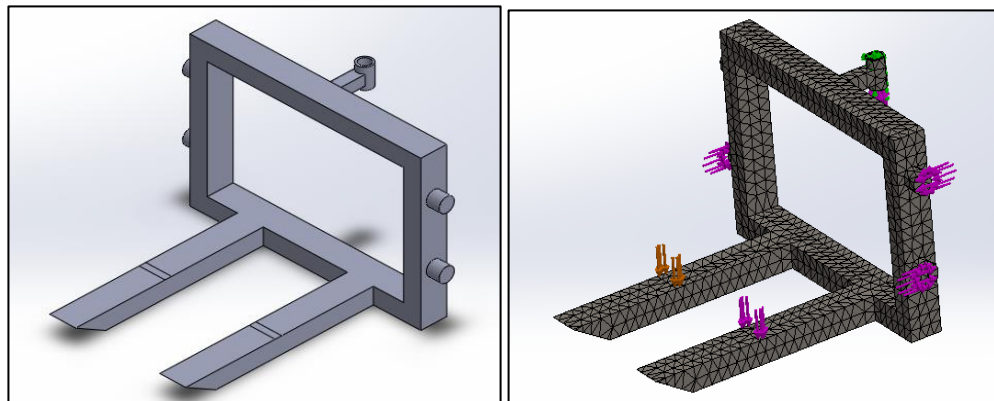
siguiente manera. Se asume el peso de la estructura (carro portahorquillas) como 15 [kg], y se le suma el peso del dispositivo (W_{disp}), es decir:

$$R_3 = P_{carro\ port.} + P_{disp}$$

$$R_3 = 150 + 1280 [N]$$

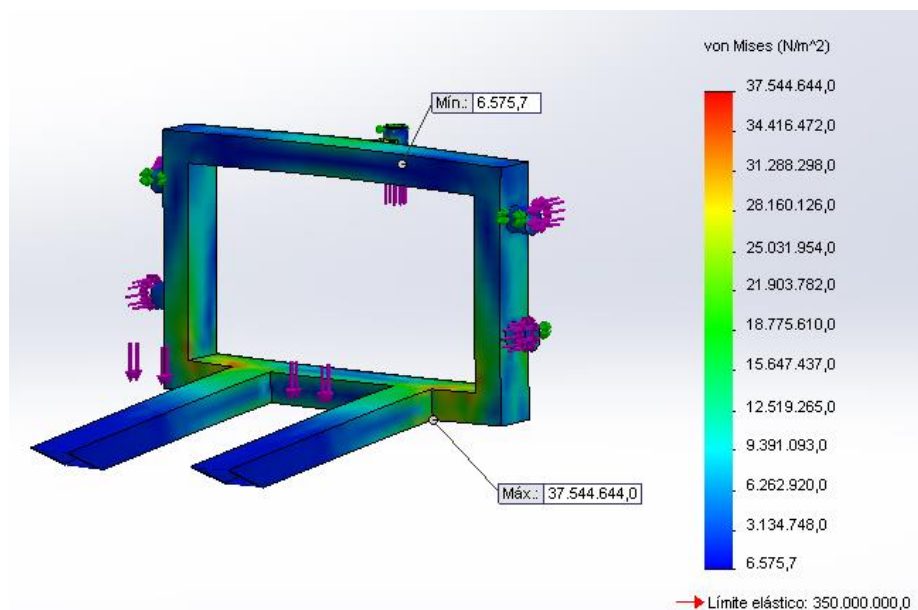
$$R_3 = 1430 [N]$$

Figura 65. Análisis CAE carro porta-horquillas, fuerza aplicada y malla



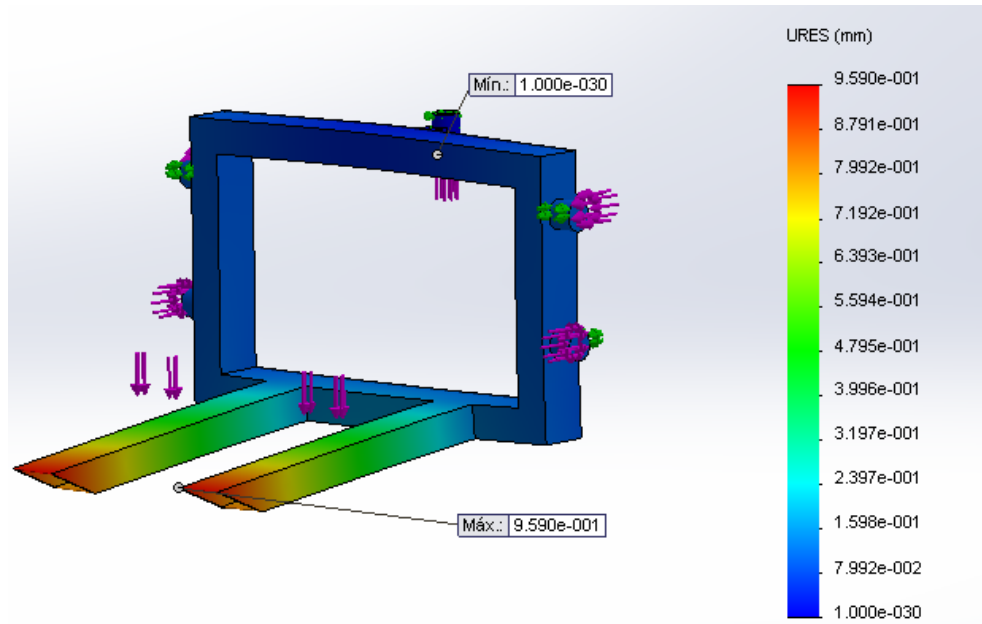
Fuente: Autores

Figura 66. Análisis CAE carro porta-horquilla, esfuerzo máximo.



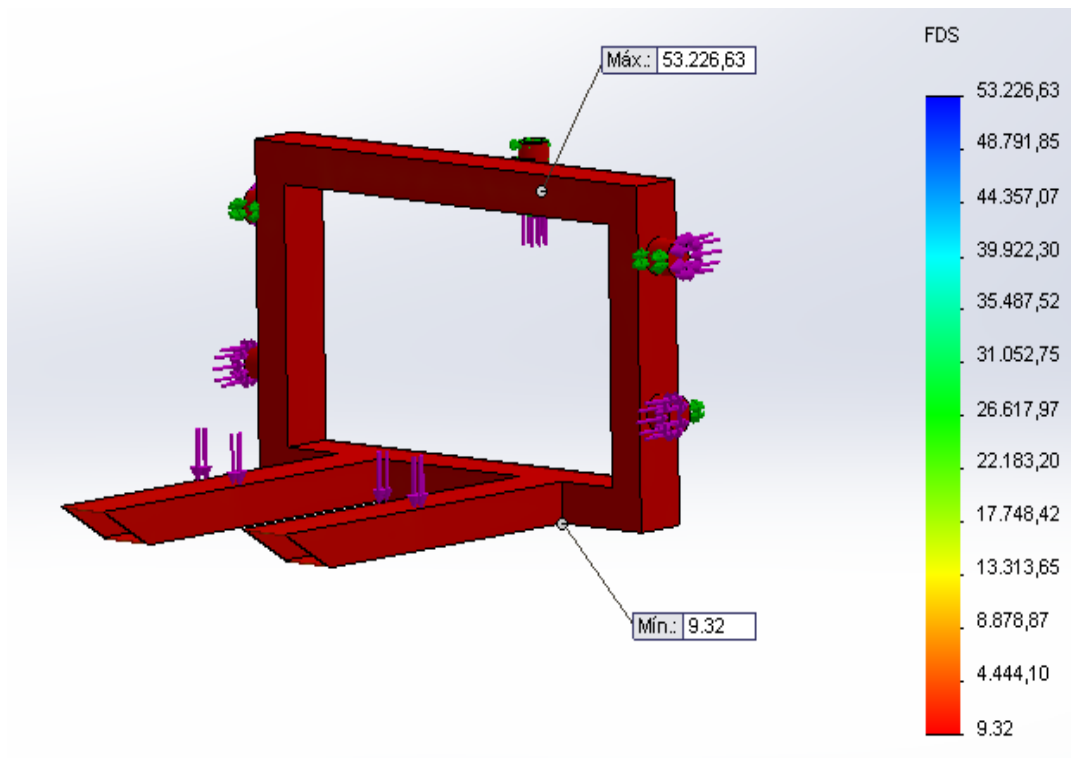
Fuente: Autores

Figura 67. Análisis CAE carro porta-horquilla, desplazamiento máximo.



Fuente: Autores

Figura 68. Análisis CAE carro porta-horquilla, factor de seguridad.

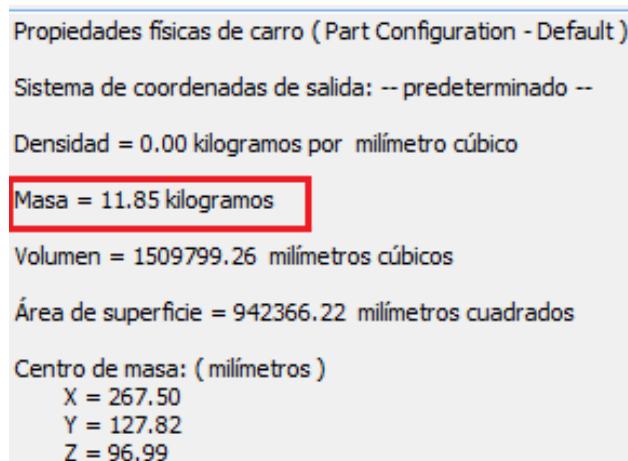


Fuente: Autores

Los resultados obtenidos del análisis CAE para el carro porta-horquillas muestran que el esfuerzo máximo es $37,5 [MPa]$, y se presenta en la unión del marco con las horquillas. El desplazamiento máximo es de $0,95 [mm]$ y un factor de seguridad superior a 9. Estos valores cumplen los criterios de diseño, por lo que se comprueba la selección hecha teóricamente. Para facilitar la unión con soldadura eléctrica a tope algunos topes se realizan a 45° para facilitar la unión con el fin de distribuir los esfuerzos que se desarrollaran en la unión obteniendo así un cordón más largo.

Se verifica mediante una herramienta de Solidworks 2012 el peso del carro portahorquillas. Se observa en la figura 69 que la masa es de $m = 11,85 [kg]$, lo cual no está lejos de la suposición inicial. Acorde a esto la magnitud de la reacción es $R_3 = 1398,5 [N]$.

Figura 69. Peso carro porta-horquillas.



Fuente: Autores

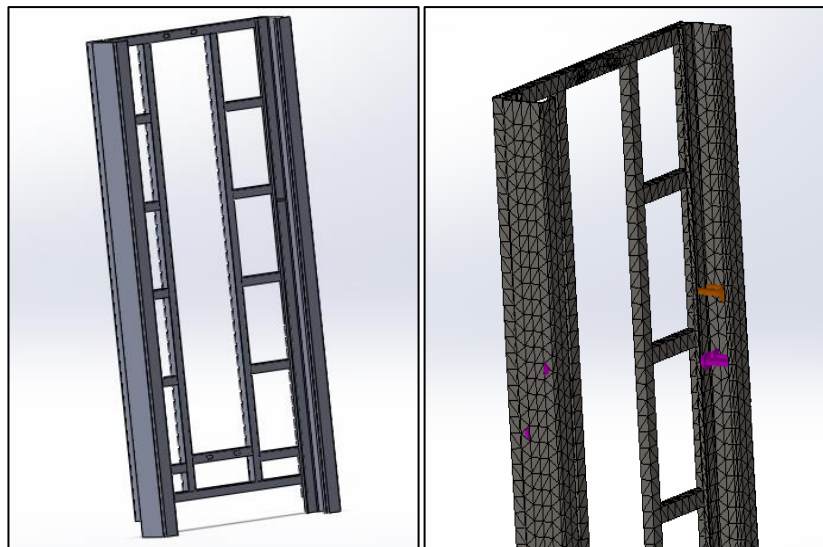
5.4.3 Diseño del mástil

El mástil será el encargado de absorber los momentos generados por la carga en voladizo presente en el carro porta-horquillas, por lo cual deberá estar constituida por un material dúctil y de una alta resistencia a la fluencia.

Para la estructura del mástil se considera un perfil en “C”, por el cual se deslizará el carro porta-horquillas. Se toma del catálogo Colmena el perfil de menor sección transversal, el cual corresponde a 100x50x15 y espesor 3 [mm]. Para la estructura de apoyo al mástil se toma la decisión de utilizar perfil cuadrado de 1 [in] de espesor 2 [mm].

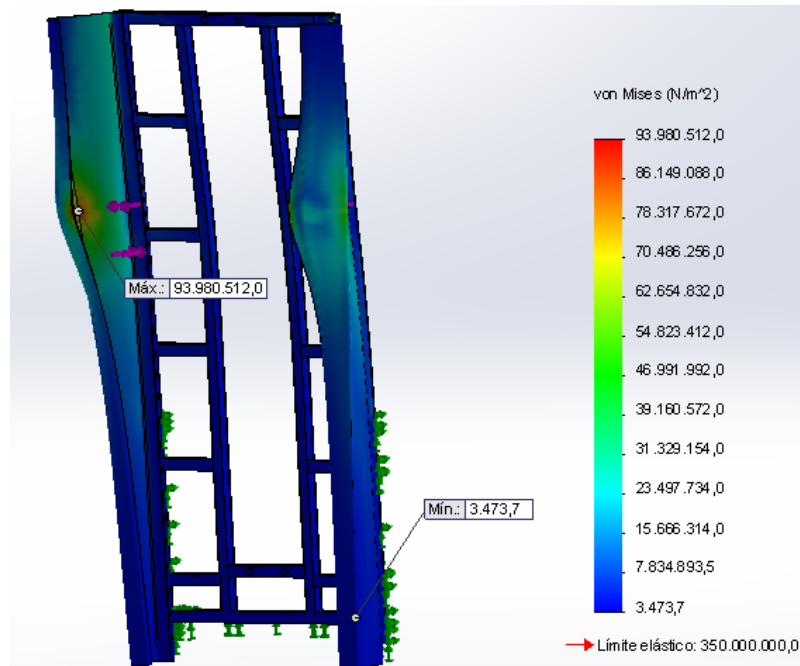
Debido a la complejidad de la estructura del mástil se propone hacer un estudio asistido por computadora buscando encontrar un factor de seguridad que garantice que el dimensionamiento de las piezas cumple con la resistencia necesaria.

Figura 70. Análisis CAE mástil, fuerza aplicada y malla.



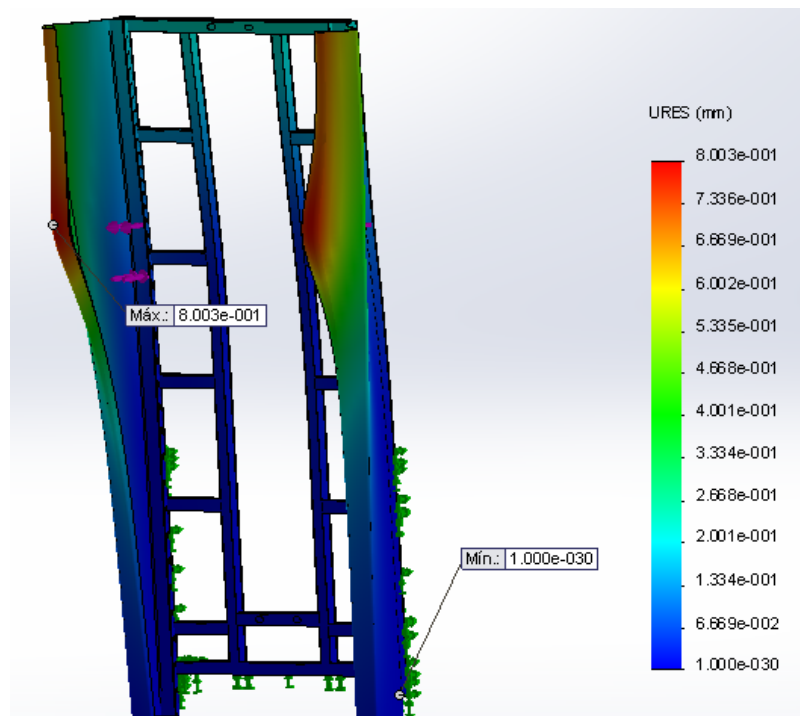
Fuente: Autores

Figura 71. Análisis CAE mástil, esfuerzo máximo.



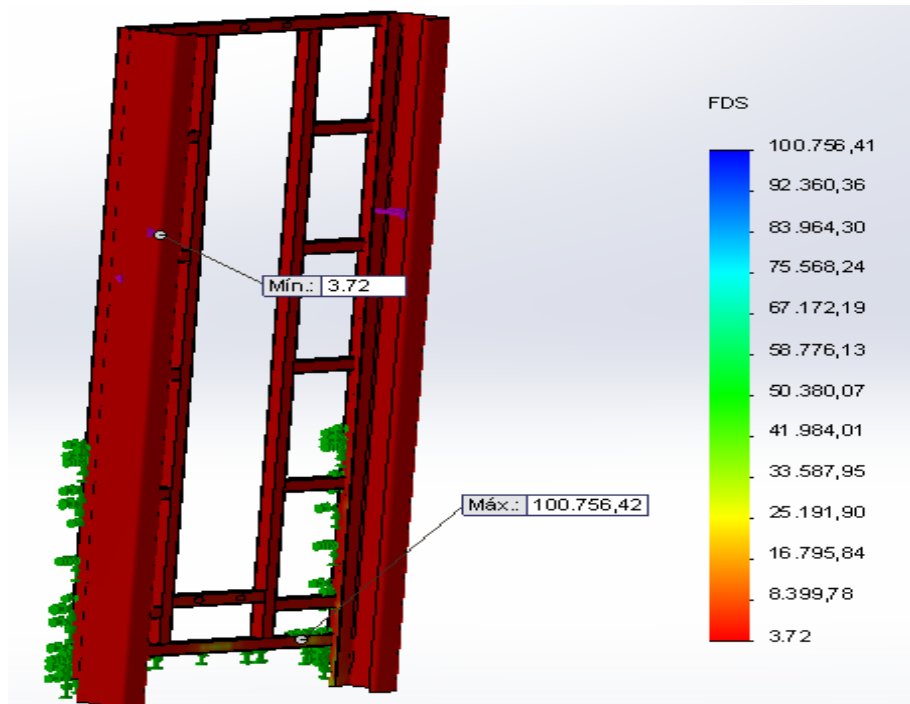
Fuente: Autores

Figura 72. Análisis CAE mástil, desplazamiento máximo.



Fuente: Autores

Figura 73. Análisis CAE mástil, factor de seguridad.



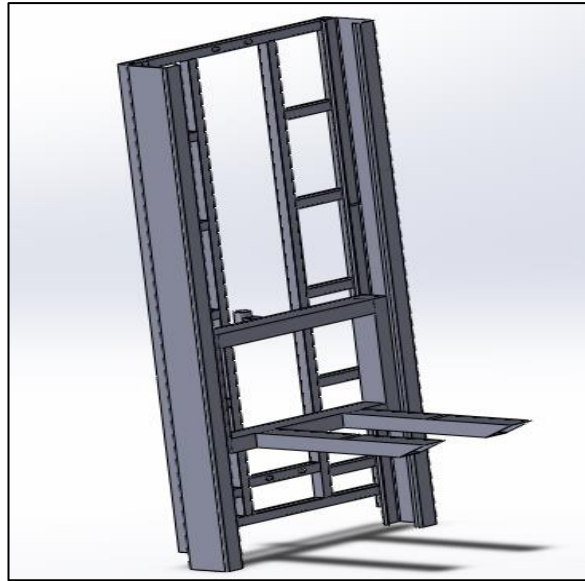
Fuente: Autores

Los resultados obtenidos del análisis CAE para el mástil muestran que el esfuerzo máximo es $93,4 [MPa]$, el desplazamiento máximo es de $0,8 [mm]$ y un factor de seguridad de $3,72$. Estos valores cumplen los criterios de diseño.

5.4.4 Selección de rodamientos carro porta-horquillas.

Para el movimiento del carro portahorquillas por las guía presente en el mástil, se emplean un par de rodamientos a cada lado ubicados en el carro portahorquillas.

Figura 74. Carro porta-horquillas y mástil.



Fuente: Autores

Del análisis estático hecho con anterioridad en la figura 66, se observa que la fuerza radial que actúa sobre cada uno de los rodamientos corresponde a $R_1 = 2223 [N]$. Para la selección de los rodamientos se tiene la restricción del ancho de la guía del mástil el cual es de $100 [mm]$.

La selección del rodamiento se hace bajo el criterio de una capacidad mínima de carga estática de $2,22 [KN]$. Del catálogo de la NTN Bearing se selecciona el rodamiento.

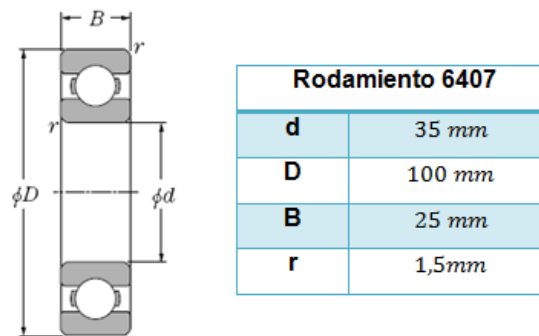
Figura 75. Especificaciones rodamiento NTN.

d	Dimensiones principales				Capacidades básicas de carga				Factor f_0	Velocidades límites				Números de rodamientos				
	mm			γ_{NS} min	kN		kgf			r.p.m.				tipo abierto	con tapas	con sello de no contacto	con sello de bajo torque	con sello de contacto
	D	B	$\gamma_{s \min}^{1)}$		C_r	C_{or}	C_i	C_{or}		grasa tipo abierto	aceite tipo abierto	LLH	LLU					
35	47	7	0.3	0.3	4.90	4.05	500	410	16.4	13 000	16 000	—	7 600	6807	ZZ	LLB	—	LLU
	55	10	0.6	0.5	9.55	6.85	975	695	15.8	12 000	15 000	—	7 100	6907	ZZ	LLB	—	LLU
	62	9	0.3	—	11.7	8.20	1 190	835	15.6	12 000	14 000	—	—	16007	—	—	—	—
	62	14	1	0.5	16.0	10.3	1 630	1 050	14.8	12 000	14 000	8 200	6 800	6007	ZZ	LLB	LLH	LLU
	72	17	1.1	0.5	25.7	15.3	2 620	1 560	13.8	9 800	11 000	7 600	6 300	6207	ZZ	LLB	LLH	LLU
	80	21	1.5	0.5	33.5	19.1	3 400	1 950	13.1	8 800	10 000	7 300	6 000	6307	ZZ	LLB	LLH	LLU
	100	25	1.5	—	55.0	31.0	5 600	3 150	12.3	7 800	9 100	—	—	6407	—	—	—	—

Fuente: NTN Bearing

Este rodamiento tiene una capacidad de carga estática de 31 [KN] lo que cumple con el criterio de selección. Además comercialmente es de fácil adquisición tanto por economía como por disponibilidad en el mercado local. Las dimensiones más representativas del rodamiento 6407 se presentan a continuación.

Figura 76. Dimensiones principales rodamiento 6407



Fuente: NTN Bearing

Tabla 27. Cálculo vida nominal rodamiento 6407

DATOS DE ENTRADA		
Parámetro	Ecuación	Valor
Carga sobre el rodamiento	-	$P = 2,23 \text{ KN}$
Capacidad carga dinámica rodamiento	-	$C_r = 31 \text{ KN}$
Diámetro exterior rodamiento	-	$D = 100 \text{ mm}$ $= 0,1 \text{ m}$
Velocidad lineal máxima guía	-	$v = 45 \text{ mm/s}$ $= 2,7 \text{ m/min}$
RESULTADOS		
Velocidad angular rodamiento	$n = \frac{v}{\pi * D}$	$n = 8,6 \text{ Rpm}$
Factor de velocidad	$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{\frac{1}{3}}$	$f_n = 1,57$
Factor de vida rodamiento	$f_h = f_n * \frac{C_r}{P}$	$f_h = 21,82$
Vida nominal rodamiento	$L_{10} = 500 * f_h^3$	$L_{10} = 5198038 \text{ horas}$

Fuente: Autores

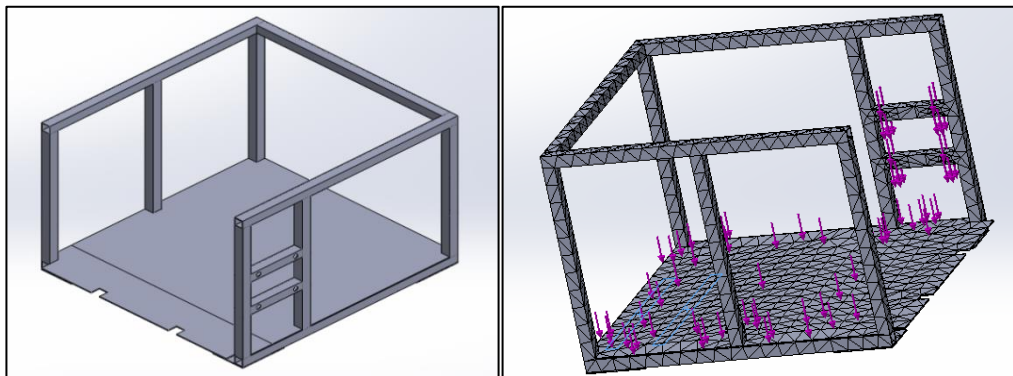
La vida nominal de los rodamientos es alta debido a la baja velocidad a la cual funcionan y a las pequeñas cargas que soportan.

5.4.5 Diseño de la estructura de almacenaje del vehículo

La estructura de la parte de almacenaje servirá para alojar el sistema de transmisión de potencia y el sistema eléctrico, y además, podrá transportar los dispositivos de fijación y ensamble en aras de minimizar los tiempos de transportes.

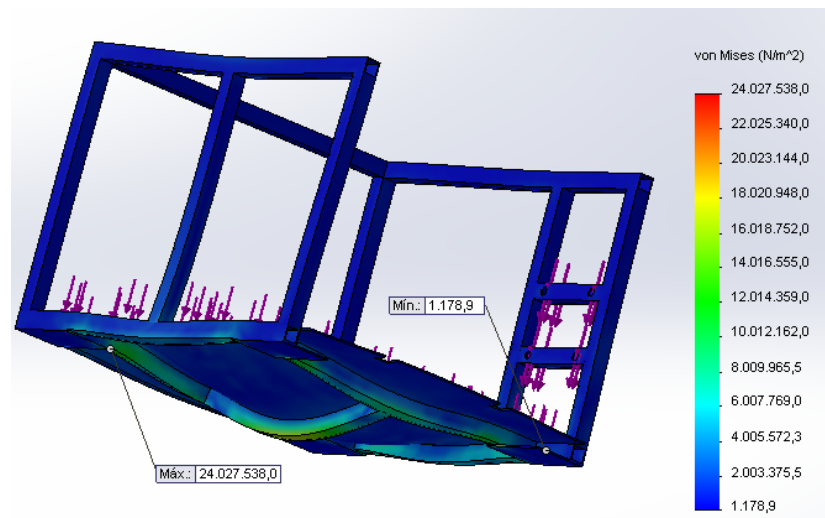
Para la estructura de la parte de atrás se tomó la decisión de utilizar perfil rectangular cuadrado ASTM 500 de 1 [in] de lado y un espesor de 2 [mm] el cual es de fácil adquisición y presenta una buena relación costo-beneficio. Para la lámina de abajo se utiliza el mismo material, utilizado en los estantes el cual corresponde a: lámina hot rolled [HR] calibre 12 (2,7 mm). Para el análisis en Solidworks se toma un caso hipotético crítico donde la estructura está sometida a una carga de 3000 [N], y además, se considera el efecto del peso del motor ($P_m = 9,1 [kg]$ ver tabla 18) sobre la estructura.

Figura 77. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, fuerza aplicada y malla.



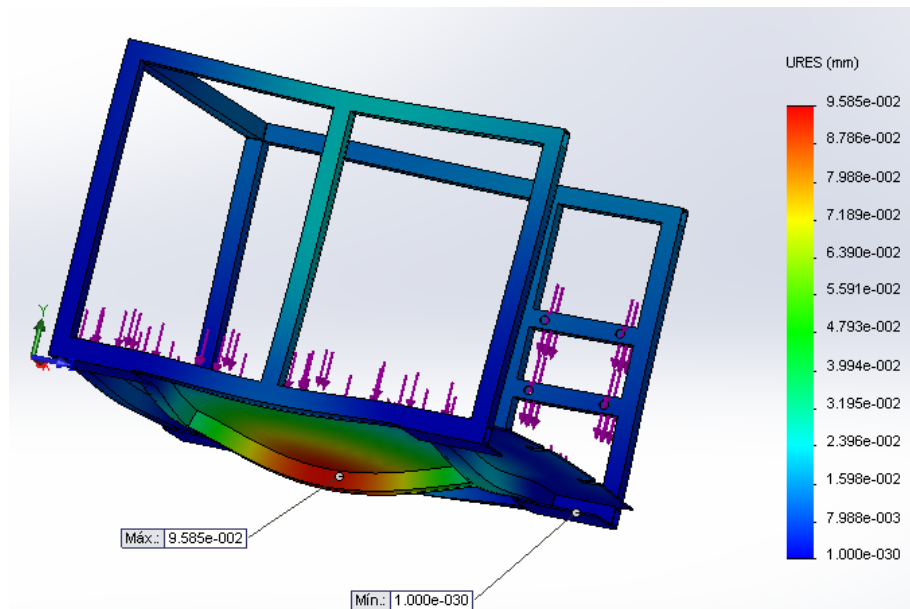
Fuente: Autores

Figura 78. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, esfuerzo máximo.



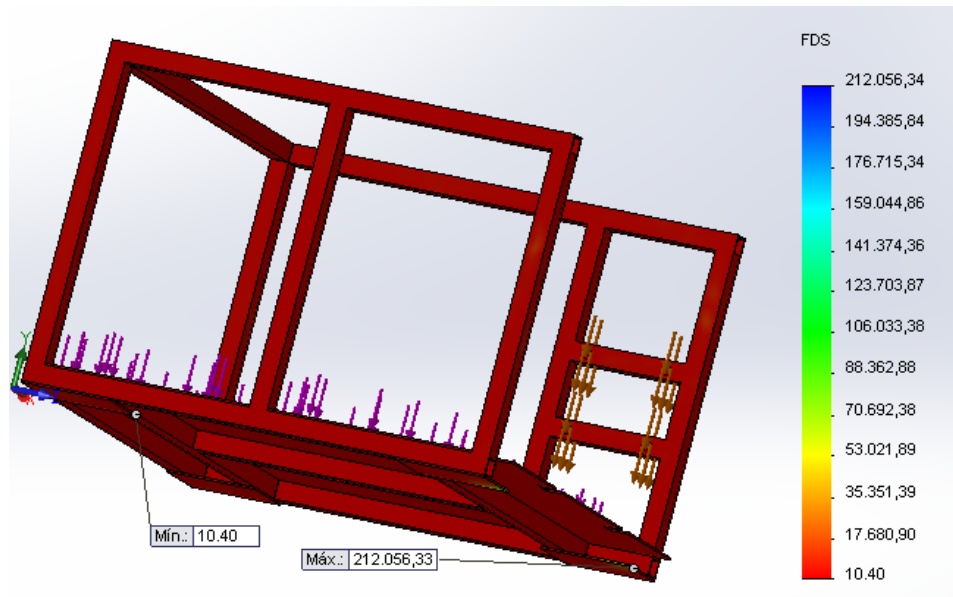
Fuente: Autores

Figura 79. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, desplazamiento máximo.



Fuente: Autores

Figura 80. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, factor de seguridad.



Fuente: Autores

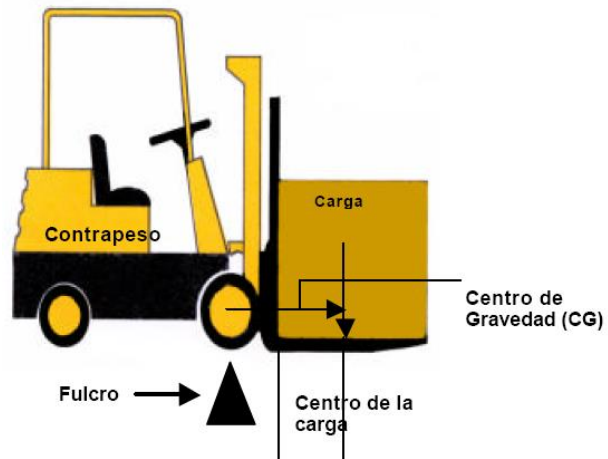
Los resultados obtenidos del análisis CAE para la estructura trasera del vehículo muestran que el esfuerzo máximo es $24 [MPa]$, el desplazamiento máximo es de $0,095 [mm]$ y un factor de seguridad superior a 10.

5.4.6 Análisis de equilibrio del vehículo

Un montacargas está contrabalanceado y funciona teniendo en cuenta el principio de balanceo (sube y baja). Una carga (dispositivos) sobre una viga (horquillas) sostenida por un fulcro o punto de apoyo (ruedas delanteras) hace contrapeso con el peso del otro extremo (cuerpo del vehículo y el contrapeso construido dentro de él). La carga de las horquillas debe balancearse con el peso del vehículo elevador para que ese principio funcione. Se necesita una carga adecuada para balancear el “sube y baja”.

Se puede determinar si el montacargas transportará una carga de manera segura o se inclinará hacia adelante comparando los momentos de la carga y el vehículo.

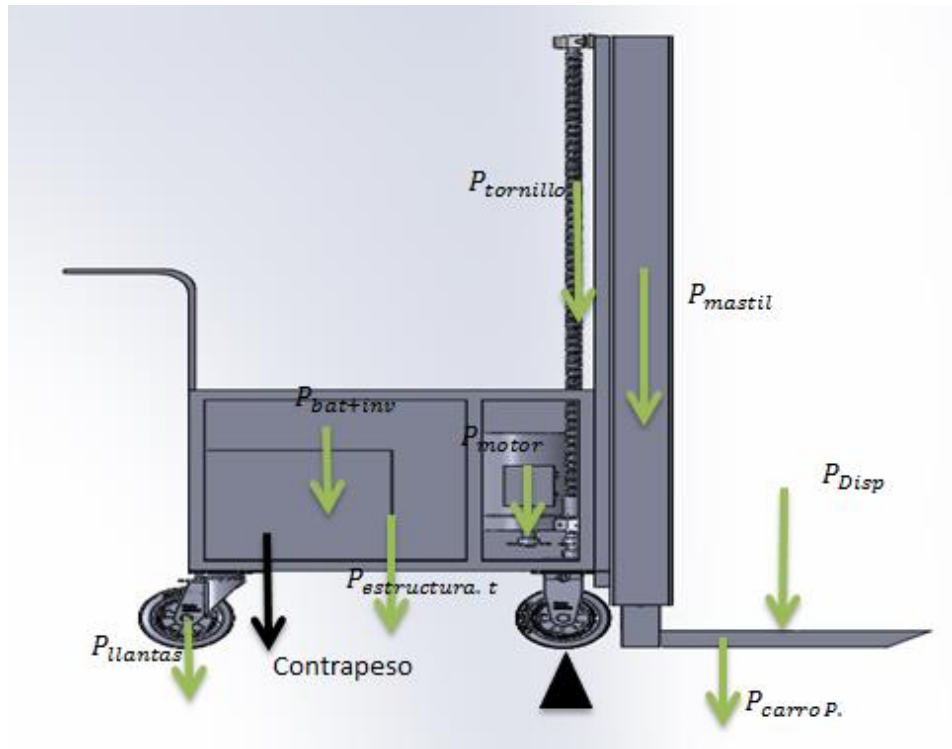
Figura 81. Análisis de equilibrio de un montacargas



Fuente: http://www.illinoisosha.com/PDF/Books/02%20Full%20Sp_Forklift.pdf

A continuación se listan los pesos de los diferentes elementos del vehículo y las distancias de sus centros de gravedad en relación al fulcro del vehículo (llantas delanteras), estos datos son obtenidos con la ayuda de una herramienta de Solidwoks 2012.

Figura 82. Análisis de equilibrio del vehículo



Fuente: Autores

Tabla 28. Pesos y centros de gravedad de los elementos del vehículo

Elemento	Peso [Kgf]	CG. Respecto al fulcro (mm)
Carga dispositivo	128	302,5
Mástil	25,72	117,5
Estructura atrás	11,47	308
Carro porta-horquillas	12,18	182
Tornillo	4,38	16
Motor	9,1	55
Batería	8,4	320
Inversor	2,1	320
Contrapeso	X	547,5

Fuente: Autores

$$\sum M_{fulcro} = 0$$

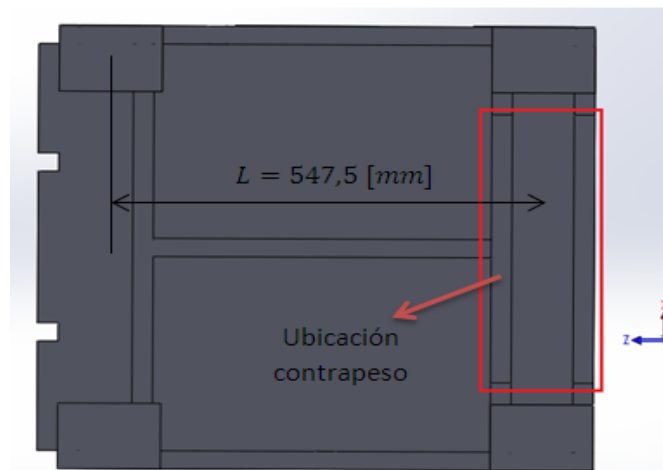
$$P_{Disp} * 302,5 + P_{carro P.} * 182 + P_{mastil} * 117,5 + P_{tornillo} * 16 - P_{motor} * 55 \\ - P_{estructuta t.} * 308 - P_{bat+inv} * 320 - X * 547,5 = 0$$

Resolviendo la ecuación encontramos que el contrapeso necesario para garantizar el equilibrio del vehículo es:

$$X = 67 [Kg]$$

El contrapeso deberá ser repartido de manera equitativa en la parte posterior del vehículo. Tentativamente se tomó una distancia de 547,5 [mm] la cual corresponde a la parte intermedia entre las dos barras de soporte de las llantas traseras.

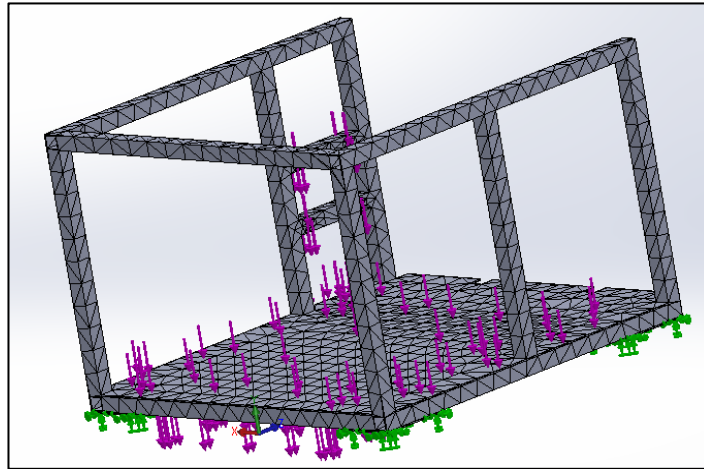
Figura 83. Ubicación contrapeso en el vehículo



Fuente: Autores

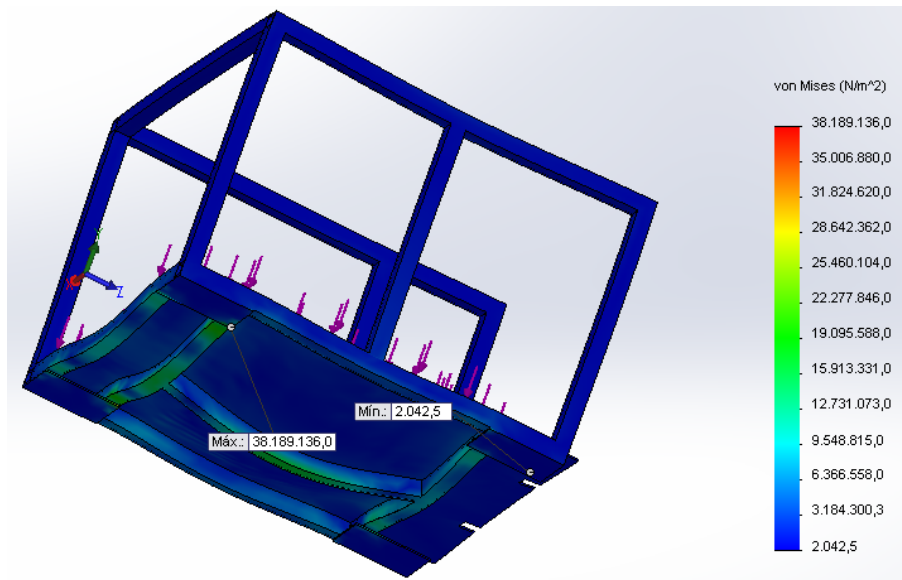
A continuación se vuelve a analizar la estructura trasera del vehículo para analizar el efecto del contrapeso sobre la estructura.

Figura 84. Análisis CAE estructura de almacenaje, fuerza aplicada y malla.



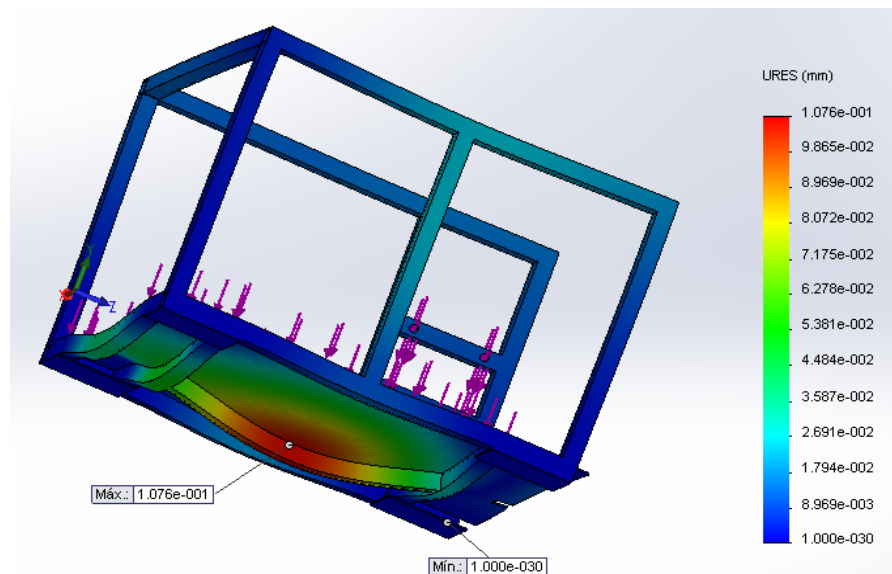
Fuente: Autores

Figura 85. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, esfuerzo máximo.



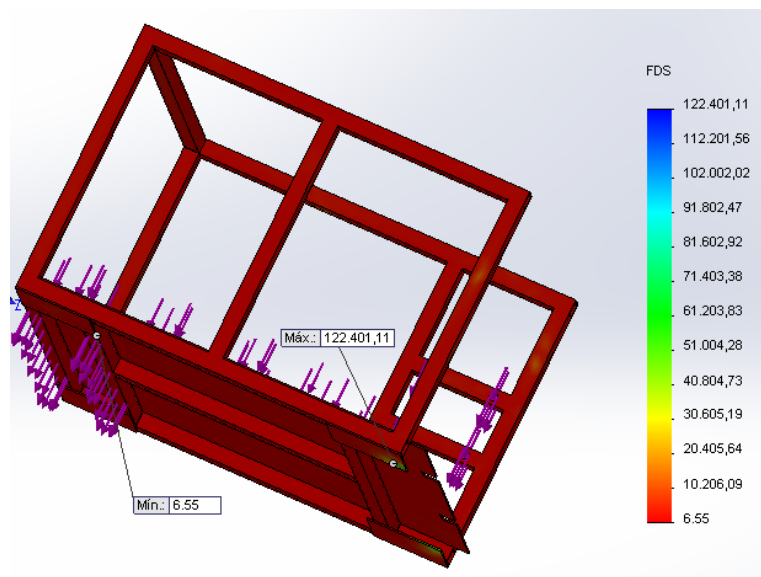
Fuente: Autores

Figura 86. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, desplazamiento máximo.



Fuente: Autores

Figura 87. Análisis CAE estructura de almacenaje del vehículo, factor de seguridad.



Fuente: Autores

Se puede apreciar que la estructura soporta la carga del contrapeso y tiene un factor de seguridad de 6,55.

➤ Selección de las ruedas del vehículo

Para la selección de la ruedas se deben tener en cuenta los siguientes aspectos.

- ✓ Carga a soportar
- ✓ Material de la rueda
- ✓ Permiten o no la rotación sobre su propio eje
- ✓ Soporte de la rueda

Para nuestro vehículo se necesita dos ruedas que puedan girar 360°, que permitan al vehículo girar en torno a su eje, y facilitar el movimiento por parte del operario. Las cuales estarán ubicadas en la parte de atrás y deberán estar provistas de un freno para situaciones de emergencia. Las dos ruedas delanteras serán fijas (solo permitirán el movimiento en una dirección). El material de las ruedas debe ser de un material el cual absorba las probables irregularidades del terreno, aunque en la empresa PENAGOS HERMANOS se cuenta con un piso hecho en cemento el cual no presenta grandes irregularidades.

Las cuatro ruedas deberán soportar el peso total del vehículo, el cual se puede calcular de la siguiente manera:

$$P_{total\ vehiculo} = P_{elementos\ vehiculo} + W_{disp} + W_{disp.atras}$$

Dónde:

$W_{disp.atras}$: equivale al peso de los dispositivos que se pueden transportar en la parte de atrás del vehículo, para este caso se toma un peso de aproximado de 70 [kg].

W_{disp} : dispositivo de mayor peso

$$P_{total\ vehiculo} = 350 [Kgf]$$

Si planteamos un escenario hipotético donde el peso total del vehículo estuviese repartido uniformemente, el peso correspondiente a cada llanta sería $P_{rueda} = 87,5 [Kgf]$.

Acorde a lo anterior se selecciona de catálogo de Blicke las 4 ruedas:

Tabla 29. Especificaciones ruedas Blicke

▲ Referencia	▲ Variante	▲ Ø rueda (mm)	▲ Ancho rueda (mm)	▲ Capacidad de carga (kg)	▲ Tipo de eje	▲ Altura total (mm)	▲ Dimensión de platina (mm)	▲ Distancia agujeros (mm)	▲ Ø agujero (mm)
BX-VPP 200G-SG	Ruedas fijas	200	50	205	Casquillo liso	235	140 x 110	105 x 75-80	11
BEX-VPP 200XR-SG-1	Ruedas fijas	200	50	205	Coj. de agujas	235	100 x 85	80 x 60	9
BX-VPP 200XR-SG	Ruedas fijas	200	50	205	Coj. de agujas	235	140 x 110	105 x 75-80	11
LEX-VPP 80G-SG-FI	Rueda con freno "stop-fix"	80	25	50	Casquillo liso	102	100 x 85	80 x 60	9
LEX-VPP 80XR-SG-FI	Rueda con freno "stop-fix"	80	25	50	Coj. de agujas	102	100 x 85	80 x 60	9
LEX-VPP 82G-SG-FI	Rueda con freno "stop-fix"	80	32	100	Casquillo liso	102	100 x 85	80 x 60	9
LEX-VPP 100G-SG-FI	Rueda con freno "stop-fix"	100	30	70	Casquillo liso	125	100 x 85	80 x 60	9
LEX-VPP 100XR-SG-FI	Rueda con freno "stop-fix"	100	30	70	Coj. de agujas	125	100 x 85	80 x 60	9
LEX-VPP 125G-SG-FI	Rueda con freno "stop-fix"	125	37,5	100	Casquillo liso	150	100 x 85	80 x 60	9
LEX-VPP 125XR-SG-FI	Rueda con freno "stop-fix"	125	37,5	100	Coj. de agujas	150	100 x 85	80 x 60	9
LEX-VPP 150G-SG-1-FI	Rueda con freno "stop-fix"	150	40	135	Casquillo liso	190	100 x 85	80 x 60	9

Fuente: <http://www.tracepartsonline.net/>

Los planos de los componentes mecánicos Y estructuras se pueden apreciar en el anexo K.

5.5 DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO

El vehículo de elevación de cargas está provisto de un motor monofásico de corriente alterna de 0,33 [Hp]. Uno de los requerimientos del vehículo plantea la necesidad de desplazarlo a través de la sección de metalistería de la empresa, lo cual hace que no se encuentre siempre disponible una fuente de energía eléctrica para el funcionamiento del vehículo. De ahí el motivo de contar con una fuente de energía portátil, la cual permita al vehículo realizar el trabajo en cualquier parte dentro de la sección de metalistería y la empresa en general.

5.5.1 Selección batería

Entre las propiedades fundamentales de una batería se destacan la capacidad de acumulación eléctrica de la batería, medida en amperios-hora [Ah] y la profundidad de la descarga.

- ✓ La capacidad de acumulación de una batería medida en amperios-hora son el número de amperios que proporciona la batería por el número de horas, durante las cuales está aportando corriente de carga.

La capacidad en Amperios horas indica la corriente que puede suministrar la batería durante un tiempo determinando siempre que la tensión no baje de 10.5 voltios (V) en el caso de una batería de 12V. A esta noción de cantidad de energía se le puede especificar el tiempo en el cual la batería es capaz de suministrar dicha cantidad de energía. Si por ejemplo se descarga una batería de 68 Ah durante 10 horas sin que le tensión baje de su límite, se indica que la batería tiene una capacidad de 68AH C10. Esta información permite comparar las baterías entre sí. Así, muchos constructores informan sobre la capacidad de su batería con este índice, conocer este parámetro es fundamental antes de realizar la compra de una batería para un sistema, ya que en

función del mismo se sabrá la autonomía que tendrá la instalación. Existen algunos factores que pueden afectar la capacidad de una batería solar como son la temperatura ambiente o el ritmo de carga-descarga al que se la somete.

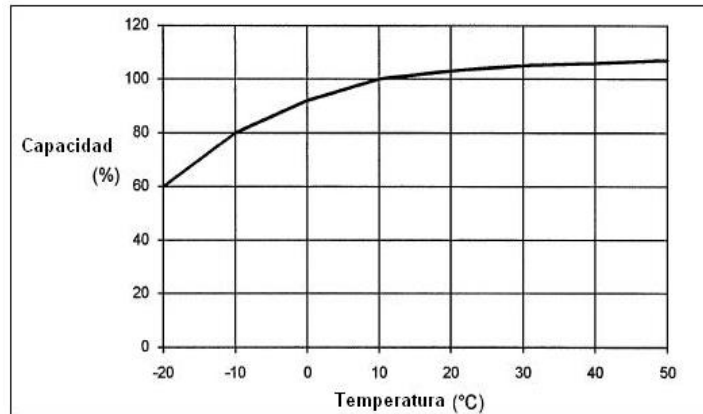
- ✓ La profundidad de descarga es el porcentaje de la capacidad total que la batería utiliza durante un ciclo de carga y descarga. La profundidad de la descarga, puede definir que se encuentren baterías de ciclo “poco profundo”, diseñadas para descargas del 10% al 25%; y de ciclo “profundo”, diseñadas para descargas de hasta un 80%.

➤ **Efectos de la Temperatura**

La temperatura tiene mucha incidencia sobre las baterías debido a los componentes químicos que la componen: Tensión, gasificación, pérdida de líquido electrolítico. La temperatura afecta el rendimiento de la batería, capacidad, auto descarga y longevidad.

La tensión de fin de carga y descarga varían también en función de la temperatura, por ello debe ser controlada. Se habla entonces de compensación de temperatura. Cuando las temperaturas son muy bajas, la profundidad de descarga debe controlarse con más precisión para evitar que se hiele la batería.

Figura 88. Capacidad de la batería vs. Temperatura



Fuente: <http://www.ptelectronics.es/index.php/es/menubaterias>

➤ Ciclos y/o longevidad

Un periodo de carga y descarga se denomina ciclo. Es un parámetro importante de una batería y los ciclos reales dependen en buena medida de la profundidad de descarga que se utiliza en la instalación. Por ejemplo para una profundidad de descarga del 80 % el número de ciclos es de aproximadamente 200. Para un DOD (Depth Of Discharge) del 30 % puede alcanzar más de 1000.

En el mercado existen diferentes tipos de baterías de plomo-ácido optimizadas para ciertas condiciones de uso. Las principales baterías de plomo-ácido a ser considerados en sistemas de elevación de carga son:

Baterías de arranque de automóvil: son las baterías más comunes y más disponibles en todos los lugares. También son las baterías más baratas. En su uso común en un automóvil están cargadas casi siempre por completo. Durante el arranque del motor se consume en poco tiempo una corriente muy alta, superior a 100 A. Sin embargo, normalmente esta carga extraída de la batería es restituida rápidamente por el alternador. Solo

excepcionalmente se retira un porcentaje alto de la carga, p.ej. dejando las luces prendidas algunas horas con el motor apagado. Al descargarse completamente la batería se reduce irreversiblemente la capacidad de carga de la misma.

Baterías de tracción: tienen mayor costo y son diseñadas para operar con ciclos de descarga profunda tal como se requiere en un auto eléctrico con ciclos típicos de carga/descarga diarios. Estas baterías, que poseen placas con una aleación de alto contenido de antimonio (4 -10%), tienen una autodescarga relativamente grande y una eficiencia de carga baja, ya que requieren periódicamente sobrecargas de 20%, pero resisten muchos ciclos de descarga profunda: 1500 o más ciclos con 80% de descarga.

Baterías estacionarias: estas baterías con menos de 2% de antimonio y algo de selenio en la aleación tienen una construcción con planchas blindadas ("tubulares") y cuestan 3-6 veces más que las baterías de arranque comunes. Tienen una autodescarga menor de 3%, una eficiencia de 95-98% y una vida hasta 15-20 años, permitiendo 1300-1500 ciclos de 80% de carga/descarga, o 4500 ciclos de 30%. Son usadas en instalaciones grandes. Pueden tener el electrolito gelificado, ser selladas y aptas para ser colocadas en cualquier posición, sea vertical u horizontal.

Baterías "solares": con este nombre se ofrece hoy en el mercado un conjunto de baterías, realmente o supuestamente adaptadas a los requerimientos de un sistema fotovoltaico. Generalmente se trata de baterías que por su geometría y materiales usados buscan hacer un compromiso entre costo, vida útil (número de ciclos de carga/descarga) y libre de mantenimiento. Pueden ser selladas o abiertas.

Las baterías solares más usadas son las de *tipo arranque mejorado* que tienen placas más gruesas, más electrolito etc. No son selladas y requieren un mantenimiento bajo de más o menos 1 - 2 veces por año. Permiten un número de 1000 - 2000 ciclos de carga/descarga de 15 - 20 % cada uno (manteniendo permanentemente el 80-85% de la carga total) y son más resistentes a las descargas de 50 % que las baterías normales de arranque.

En la tabla 29 se resumen las principales características de los diferentes tipos de baterías: las descargas máximas que se pueden hacer sin dañar a la batería, y la carga que se puede almacenar en una batería durante su vida, expresada como múltiplo de su carga C_{20} . Como se puede observar, esta carga varía entre 100 y 1500 C_{20} . En otras palabras: siempre y cuando uno no descargue una batería por debajo de un valor máximo característico de esa batería, la carga total que se puede almacenar en la batería durante toda su vida será aproximadamente constante: da lo mismo realizar 1000 ciclos de 10 % cada uno, o 500 ciclos de 20 % cada uno, o 200 ciclos de 50 % cada uno.

Tabla 30. Descarga máxima recomendable para diferentes tipos de baterías y carga total almacenable durante la vida de la batería en múltiplos de C_{20} .

tipo de batería	descarga máxima en % de C_{20}	carga total almacenable durante la vida de la batería, en múltiplos de C_{20}
arranque	30 - 50	100 - 200
tracción	80 - 100	800 - 1300
estacionaria	80 - 100	1000 - 1500
solar	40 - 80	150 - 300

Fuente: <http://fc.uni.edu.pe/mhorn/baterias.html>

Acorde a lo anterior se selecciona una batería tipo estacionaria. Dentro de las baterías estacionarias la más utilizada y que se puede adquirir con relativa facilidad, es la batería de tecnología AGM (Absorbed Glass Mat).

✓ Características batería AGM

Lo más destacable de las baterías AGM es que no contienen ácido líquido ni en forma de gel, y que su resistencia interna es prácticamente nula, lo que conlleva a:

- 1) No necesitan ningún mantenimiento.
- 2) La recarga es más rápida y eficiente.
- 3) Retienen la carga durante más tiempo, incluso a temperatura ambiente (90% de carga residual después de 2 años).
- 4) Pueden descargarse completamente sin sufrir daños. Incluso pueden permanecer así durante 30 días, y al volverse al cargar siguen ofreciendo el 100% del rendimiento inicial.
- 5) La vida es más larga: soportan más del doble de ciclos carga-descarga que las baterías de gel.
- 6) Excelente entrega de potencia (hasta 1700 Amperios).
- 7) No hay posibilidad de salida del electrolito ni de desprendimiento de gas durante la carga.
- 8) Pueden ser colocadas en cualquier posición.
- 9) Trabajan en un rango de temperaturas mucho más amplio: desde -40°C hasta 72°C.

Si la corriente consumida se mide en amperios y el tiempo en horas, entonces capacidad en amperios-hora de la batería es:

Del catálogo del motor sacamos el consumo nominal del motor, véase figura 18.

$$I = 2,5 [A]$$

Por lo general, es conveniente aplicar un factor del 20% como margen de seguridad. También se tomara en cuenta que en la instalación habrá pérdidas por rendimiento de la batería y del inversor, influyendo en la energía necesaria final. Generalmente, para el buen dimensionamiento, se tomara un rendimiento de la batería de un 95%, del inversor un 85% y de los conductores un 100%.

$$I_m = \frac{I}{\eta_{bat} * \eta_{inv} * \eta_{cond}} * 1,2$$

$$I_m = 3,71[A]$$

Ahora, si se considera que el vehículo estará en funcionamiento durante una hora, durante el turno de trabajo el cual tiene ocho horas, y se desea que el sistema tenga una autonomía de 2 días. El vehículo se podrá recargar durante la jornada no laborable del día, el cual corresponde a 16 horas.

$$T_{uso} = 2 [horas]$$

$$C_{bat} = I_m * T_{uso}$$

$$C_{bat} = 7,43 [A * hora]$$

No es bueno descargar una batería hasta llegar a cero en cada ciclo de carga, ya que disminuye sus ciclos de vida. En nuestro se utiliza una batería AGM en muchos ciclos no debe trabajar extrayendo más del 80% de su carga, dejando el 20% restante en la batería. Esto amplía el número de ciclos disponibles y

consigue que la batería se degrade menos y mantenga su capacidad de carga durante más tiempo.

La capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima será:

$$C = C_{bat}/0.8$$

$$C = 9,29 [A * hora]$$

Es decir la capacidad nominal de las baterías sería, como mínimo, $C_2 = 9,29 [A * hora]$. Comúnmente los fabricantes expresan la capacidad de la batería en C_{10} o C_{20} , no existe una relación entre las diferentes capacidades para la batería, ya que dependen del fabricante. En este caso se seleccionara una batería C_{20} que cumpla con el requerimiento de entregar en 2 horas 9,29 amperios.

En la tabla 31, se ilustra el catálogo de baterías MTEK.

Tabla 31. Especificaciones baterías MTEK

REFERENCIA	VOLTAJE	CORRIENTE NOMINAL 20Hr	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)
MT1250A	12	5	140	48	102
MT1250	12	5.2	90	70	101
MT1250HR	12	5.5	90	70	101
MT1270	12	7/7.2	151	65	94
MT1278HR	12	7.8	151	65	94
MT1290	12	9	151	65	94
MT12120HR	12	12	151	98	95
MT12180HR	12	18/21	181	77	167
MT12260HR	12	26/28	165	176	126
MT1233HR	12	35	195	130	159
MT1240/45HR	12	45	197	165	170
MT1255HR	12	55	230	138	208
MT6200L	6	200	321	176	226
MT6225L	6	225	306	169	228

Fuente: <http://www.colpilas.com/files/catalogo-m-tek.pdf>

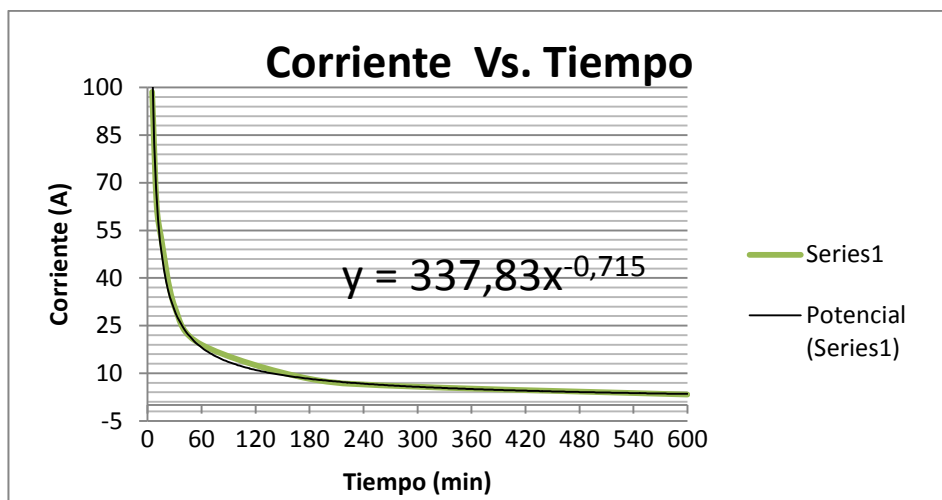
Se selecciona un batería de M-TEK de $C_{20} = 26/28 [A * hora]$, la cual cumple con los requerimientos establecidos con anterioridad. En la tabla 32 y la figura 89 se muestran las principales características de la batería MT12260HR.

Tabla 32. Especificaciones batería MT12260HR

Constant Current Discharge Characteristics (A, 25°C)									
F.V/TIME	5min	10min	15min	30min	60min	3h	5h	10h	20h
9.60V	110	70.5	58.0	34.0	20.8	8.85	6.07	3.35	1.74
10.2V	105	67.0	55.6	32.6	20.0	8.60	5.95	3.33	1.72
10.8V	98.6	63.0	52.8	31.0	19.0	8.25	5.77	3.30	1.68

Fuente: <http://www.MTEK-SA.com>

Figura 89. Características de descarga de corriente constante de la batería MT1233HR



Fuente: Autores

De la anterior figura se podrá conocer cuánta corriente entregara la batería, resolviendo la ecuación $y = 337,83 * X^{-0,715}$, para $X = 120 [min]$.

La batería MT1233HR podrá entregar de forma continua cerca de 11,01 [A * hora], con un voltaje no inferior a 10,8 [V].

5.5.2 Selección inversor de corriente

Un inversor es un circuito utilizado para convertir corriente continua en corriente alterna.

Figura 90. Inversor de corriente DC/AC



Fuente: <http://www.pvsolarchina.com/modified-pure-sine-wave-inverter.html>

Para el cálculo del inversor, únicamente se calculara la suma de las potencias de las cargas de alterna, así pues:

$$P_{alt} = 250 \text{ [watts]}$$

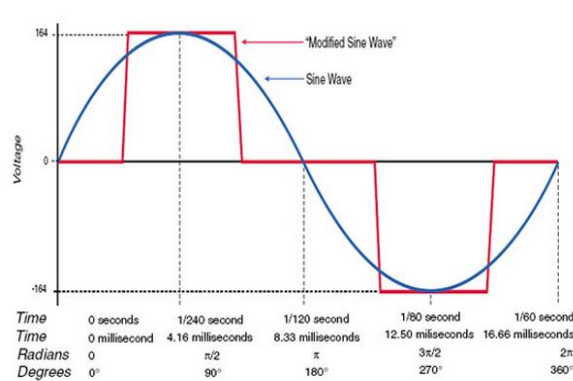
Los motores presentan “picos de arranque”, lo que supone que para su arranque van a demandar mayor potencia que la nominal, en ocasiones hasta 3 o 4 veces más de la potencia nominal prevista. Es por esta razón que, para evitar problemas y deficiencias en el correcto funcionamiento del vehículo, es recomendable hacer un sobredimensionamiento que contemple los picos de arranque:

$$P_{inv} = 4 * 250$$

$$P_{inv} = 1000 \text{ [watts]}$$

Es decir, el inversor debería cubrir, al menos, 1000 watts de demanda pico para tener bien cubiertas las necesidades del vehículo. Por último, para seleccionar el inversor, se sabe que en el mercado se pueden encontrar inversores de onda senoidal pura (PWM) y de onda senoidal modificada (MSW). Se recomienda utilizar, siempre que sea posible, los de onda senoidal pura pues aunque son algo más caros, evitan más de un problema que podrían ocasionar los de onda modificada con este tipo de máquinas.

Figura 91. Tipos de onda de un inversor



Fuente: <http://www.pvsolarchina.com/modified-pure-sine-wave-inverter.html>

Acorde a lo anterior se selecciona el modelo SSN600W-12 de la empresa Enoower.

Tabla 33. Especificaciones inversores Enoower

Model No	Rated Power	Surge Power	Input Volatge	Output Voltage	Frequency	Weight(kg)
SSN300W-12	300W	600Watt	12V DC	100/110/120/220/230/240V	50/60+2 HZ	1.5
SSN600W-12	600W	1200Watt	12V DC	100/110/120/220/230/240V	50/60+2 HZ	2.1
SSN1000W-12	1000W	2000Watt	12V DC	100/110/120/220/230/240V	50/60+2 HZ	4.7
SSN1500W-12	1500W	3000Watt	12V DC	100/110/120/220/230/240V	50/60+2 HZ	6.2
SSN2000W-12	2000W	4000Watt	12V DC	100/110/120/220/230/240V	50/60+2 HZ	7.6
SSN600W-24	600W	1200Watt	24V DC	100/110/120/220/230/240V	50/60+2 HZ	2.1
SSN1000W-24	1000W	2000Watt	24V DC	100/110/120/220/230/240V	50/60+2 HZ	4.7
SSN1500W-24	1500W	3000Watt	24V DC	100/110/120/220/230/240V	50/60+2 HZ	6.2
SSN2000W-24	2000W	4000Watt	24V DC	100/110/120/220/230/240V	50/60+2 HZ	7.6

Fuente: <http://www.pvsolarchina.com/modified-pure-sine-wave-inverter.html>

Otras características del inversor SSN600W-12 son:

Tabla 34. Especificaciones inversor SSN600W-12

Tensión de salida de CA	110V,120V,220V, 230V,240V AC
Rango de tensión	10.5~15.0VDC
Forma de onda de salida	Pura onda de seno
Bat. Alarma de baja	10.5VDC
Bat. Apagado bajo	10.0VDC
Eficiencia	> 87 %
Peso	2,1 kg

Fuente: <http://www.solar-airconditioner.com/wp-content/uploads/2011/10/Modified-Sine-Wave-Inverter-500W-12V.pdf>

Para cambiar el sentido de giro de un motor monofásico, simplemente es necesario cambiarle su polaridad, esto se puede conseguir con un switch. Este switch debe ser de tres posiciones (arranque-stop-arranque), para evitar el cambio de giro en un solo paso y de esta manera evitar daños prematuros en el motor.

6. DESPULPADORA CLASIFICADORA DE VERDES DCV-306

6.1 DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA DCV-306

El proceso de beneficio húmedo del café en la maquina despulpadora clasificadora de verde (DCV), inicia al depositar el café cereza en la tolva de fruta, allí el fruto es recibido por una serie de componentes cónicos entre estos el cono encamisado, y el pechero vibro elástico, los cuales en conjunto se encargan de despulpar el café cereza maduro sin que se presente el despulpe de los granos verdes, lo cual es crítico para conservar el sabor característico del café de máxima calidad, luego de esto gracias al efecto de la gravedad el grano despulpado y las cerezas verdes llegan al componente conocido como bastidor criba, el cual conecta la zona de despulpe con la criba de clasificación, allí por efecto de la canasta removible y del rotor las cerezas verdes son separados de los maduros ya despulpados, además en esta etapa, los granos que no fueron despulpados reciben este tratamiento por acción de la presión ocasionada por la rotación de los componentes de la criba, luego de esto el grano de café pasa al desmucilagador lavador vertical ascendente (Delva DX-2, ver figura 92).

Figura 92. Desmucilagador lavador DX-2



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

Allí es recibido por la boca del tornillo sinfín alimentador horizontal, el cual lo transporta hacia al bastidor (ver anexo E) donde a su vez es transportado por el tornillo sinfín vertical de la Delva DX-2 hacia la cámara en donde se encuentran el rotor de la Delva el cual cuenta con unos elementos llamados “dedos” de diferentes tipos que sirven para retirar el mucilago presente en el grano de café luego de haber sido despulpado. Esto se realiza además con la ayuda de las canastas cilíndricas y cónicas, todo esto sucede gracias a las fuerzas de corte que produce el rotor al girar y obligar al grano a entrar en contacto con las canastas, así de esta forma el grano se deshace del mucilago y un sin número de residuos, tal como el ripio y la fibra. Posteriormente se procede a lavar el grano retirando el mucilago y el ripio restante, esto se consigue por medio de inyectores los cuales proporcionan agua a 15 [PSI], de esta forma se obtiene el grano lavado y listo para secar.

6.2 ANALISIS DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA REALIZADOS EN LA SECCION DE METALISTERIA, SOLDADURA Y LOS DISPOSITIVOS UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE LA MAQUINA DCV-306

En la maquina DCV-306, se encuentran un sin número de operaciones y procesos que van desde el doblado de lámina, soldadura, al mecanizado de piezas de fundición, se puede hacer un análisis retrospectivo partiendo de la máquina finalizada y analizando los componentes que la conforman sin entrar en mayor detalle, esto con el fin de dar un alcance de percepción a las personas que tengan la oportunidad de hacer la lectura de este libro, la maquina DCV-306, está realmente conformada por dos máquinas, la despulpadora clasificadora de verdes DCV y la desmucilagadora lavadora vertical ascendente Delva DX-2 como se refirió anteriormente.

Se puede empezar haciendo el análisis de la máquina completa, la cual cuenta con una estructura compuesta de perfil en L de 3/16” de espesor, para la

conformación de esta estructura, son utilizados dispositivos de fijación y ensamble los cuales son creados con el fin de agilizar los procesos de unión mediante soldadura. Estos dispositivos hacen las veces de matrices a las cuales se le pueden insertar componentes, fijarlos y por último realizar las operaciones y/o procesos, con el fin de minimizar los tiempos de preparación. Los dispositivos no son solo utilizados para la creación de la estructura principal, sino también para muchos elementos cuyo proceso principal es la unión de elementos mediante soldadura, como tolvas, rotores y protectores que constituyen cerca del 70% de la máquina.

Siguiendo con la descripción de los procesos para la creación de la máquina, se encuentra que la cantidad de lámina utilizada es representativa ya que conforma muchos de los componentes, por lo cual se requiere una gran cantidad de mano de obra y recursos por parte de la sección de metalistería y soldadura. Las láminas pasan por procesos iniciales como el doblado o el corte mediante plasma con lo cual se consiguen los contornos necesarios para hacer ensamblaje del equipo, luego de esto es necesario aplicar cordones de soldadura para asegurar las formas dadas a la lámina, ahora en cuanto a los componentes internos hay piezas que son compradas con proveedores externos, como rodamientos, piñones, pernos y tuercas, sin embargo hay piezas exclusivas de la máquina que son fabricados por la empresa PENAGOS HERMANOS, esta empiezan su recorrido como piezas de fundición las cuales provienen de empresas externas. Posteriormente son llevadas a la sección de mecanizado en donde se realizan los procesos que requiera la pieza y/o componente.

Algunas piezas no provienen de fundición ya que la materia prima es la base para la conformación de la pieza, luego de que las piezas reciben todo el trabajo necesario en el área de mecanizado pasan a la zona de metalistería, para realizar procesos de soldadura si estos lo requieren, luego de estar en la

zona de metalistería, si se requieren re-procesos de mecanizado regresan a esta zona para los trabajos que se requieran, así de esta forma culminada la pieza es llevada a la zona de pintura con los demás componentes, para luego ser llevados a la zona de ensamblaje junto a las piezas de la Delva DX-2 en donde los procesos llevados a cabo en las piezas de la DCV son relativamente iguales a los expuestos anteriormente, tanto en las zonas de metalistería, mecanizado, pintura, y ensamblaje, luego de realizar el proceso de ensamblaje de la máquina esta es llevada a la zona de almacenaje para posteriormente ser enviada al cliente final.

6.3 OPORTUNIDADES DE MEJORA

Para encontrar las oportunidades de mejora se realizó un análisis de modo y efecto de falla potencial (AMEF) a la última parte del proceso de producción de la DCV-306, como lo es el ensamble en piso de la máquina y de esta manera hacer un análisis retrospectivo para encontrar los problemas en su producción y acercarse a las posibles causas.

Acorde al análisis (ver figura 93), se plantean algunas mejoras.

- ✓ A la sección de metalistería-soldadura se le deberían actualizar los planos de las piezas y/o componentes que allí se realizan, ya que los actuales en su gran parte presentan correcciones a mano hechas por los mismos operarios, algunos de estos no son legibles por la gran cantidad de suciedad acumulada. Para las operaciones de unión con soldadura, los planos existentes no cuentan con ninguna simbología a esta operación dejando a criterio del operario los parámetros de la operación, por lo cual los tiempos de procesamiento son muy variables.

- ✓ La sección de metalistería cuenta con diversas máquinas para la elaboración de las piezas, donde sobresalen la dobladora NIAGRA y la mesa de plasma CNC. Estas dos máquinas presentan un nivel de utilización alto debido a la cantidad de lámina utilizada en la elaboración de la maquinaria ofertada por la empresa. Actualmente estas dos máquinas presentan desajustes que impiden su correcto funcionamiento, esto debido a la falta de mantenimiento. Aunque las máquinas cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, este no es aplicado por lo cual se incurre en reparaciones correctivas, que por lo general toman demasiado tiempo.

- ✓ Las operaciones de soldadura, son ayudadas por dispositivos, de los cuales muchos fueron creados para satisfacer la necesidad de servir de sujeción y matriz para el proceso de unión de las piezas, por lo cual en muchas ocasiones no se tuvieron en cuenta algunos criterios como el material a utilizar, geometría, maniobrabilidad, ergonomía, tolerancias etc...acorde a lo anterior se necesitan evaluar los dispositivos utilizados actualmente en la producción de las máquinas.

- ✓ En la sección y en la planta en general no se cuenta con ningún tipo de hoja de ruta que le indique al operario cuales son los procesos u operaciones, parámetros y la secuencia que se debe tener a la hora de realizar una pieza o componente. Se debería comenzar por diseñar e implementar una hoja de ruta para una máquina, y recopilar la información necesaria con el fin de detectar fallas y lograr una estandarización de los procesos.

Figura 93. AMEF proceso de ensamble en piso de la DCV-306

Nombre de la pieza o proceso: ENSAMBLE DCV-306		Área responsable: SOLDADURA Y ENSAMBLE					Fecha: 20 de marzo de 2013			
Descripción del proceso		Modo de falla potencial	Efecto de falla	Severidad	Causa potencial de falla	Ocurrencia	Controles actuales	detección	NPR	Acciones recomendadas
Identificación	Función									
Ensamble sistema de clasificación de verdes	Montaje sobre la estructura principal de la antesa	Operación faltante	El lote que se procesa queda incompleto, trabajo pendiente en otros. Retrabaja en las piezas, mayor tiempo de montaje	6	Medición inexacta (mala lectura por parte del operario), conversión medidas, piezas por fuera de su tolerancia. Dispositivos hechos sin medidas. carencia de elementos de medición precisos, carencia en planos de simbología para los procesos de soldadura	5	Ninguno o inspeccion visual por parte del operario	1	30	Actualizar los planos de la maquina con la simbología adecuada para los procesos de soldadura. Comprar elementos de medición de mayor precisión. Capacitación del capital humano. Creación de nuevos dispositivos. Implementar un sistema de control de calidad para las piezas y los materiales
	Montaje del rotor y chumaceras	Componente (s) fuera de tolerancia								
	Montaje del bastidor de la criba, tubo de salida y compuerta abatible									
	Montaje de canasta removible y union soldada de la tapa superior									
Montaje criba clasificación al modulo de la despulpadora	Montaje del rotor, canastas y soportes a la estructura	Componente (s) fuera de tolerancia	No ensambla, no se puede montar	6	Ángulos, perfiles o subprocesos de union no acorde con las especificaciones	5	Inspeccion visual por parte de los operarios	1	30	Capacitación del personal, actualización de planos e inclusion simbología de soldadura
Montaje tolva de fruta	Traer la tolva de la seccion de pintura hacia la zona de ensamble	Transporte inadecuado	Defectos en la pieza, reprocesos en la pieza. Inconformidad del cliente	4	Transporte de la pieza improvisado en carros de carga. Carencia de un sistema de transporte adecuado	2	Inspeccion visual	2	16	Analizar la posibilidad de adquirir un sistema de transporte como adecuado para evitar el deterioro de las piezas en el traslado por las diferentes estaciones
Montaje de modulos, protectores y demas componentes laminares	Colocar pernos se sujecion	Componente (s) fuera de tolerancia	Reprocesos	3	Maquinas sin ajustar	2	Se realiza una prueba de calidad de verificación de medidas cada 10 piezas por puesto de trabajo (metalisteria)	1	6	Implementar el mantenimiento preventivo previamente establecido
Montaje sistema de Transmision de Potencia	Montaje de los motores y finalmente montaje de las correas de transmision sobre las poleas	Montaje inadecuado	Mayor tiempo en el montaje. Desgaste prematuro en las correas. Inconformidad del cliente	6	Desalineamiento de los ejes.	4	Inspeccion visual y prueba de la maquina antes de ser entregada al cliente	1	24	Revisar el diseño del sistema de transmision de potencia, mejorar los procesos empleados para las fabricacion de los rotores
	Montaje de las canasta (duplex)									
	Montaje del canal del canal de salida y bandeja de mucilago	Ensamble o secuencia de montaje incorrecta	Inconformidad del cliente, operacion incorrecta de la maquina. Falla prematura de los componentes maquina. Reproceos	5	Piezas por fuera de tolerancia, piezas con defectos causados por los procesos rudimentarios de manufactura	4	Inspeccion visual	1	20	Actualizar los planos de la maquina con la simbología adecuada para los procesos de soldadura.
Ensamble desmucilagador DX-2 y estructura	Montaje del rotor, chumaceras y rodamientos a la estructura del desmucilagador	Componente (s) fuera de tolerancia	Inconformidad del cliente, reproceos	4	Piezas por fuera de su tolerancia. Carencia de elementos de medición precisos, carencia en planos de simbología para los procesos de soldadura. Procesos de manufactura inadecuados	4	Inspeccion visual	1	16	Actualizar los planos de la maquina con la simbología adecuada para los procesos de soldadura.
Ensamble DX-2 al modulo de la despulpadora	Acople del bastidor del desmucilagador al sistema de clasificación de verdes	Componente (s) fuera de tolerancia	Inconformidad del cliente, reproceos	4	Piezas por fuera de su tolerancia. Carencia de elementos de medición precisos, carencia en planos de simbología para los procesos de soldadura. Procesos de manufactura inadecuados	4	Inspeccion visual	1	16	Actualizar los planos de la maquina con la simbología adecuada para los procesos de soldadura.

EFEECTO	EFEECTO EN EL CLIENTE/ MANUFACTURA		CALIFIC
SEVERIDAD			
Peligroso sin aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, sin aviso	Puede exponer al peligro al operador (maquina) sin aviso	10
Peligroso con aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, con aviso	Puede exponer al peligro al operador (maquina) con aviso	9
Muy alto	El producto es inoperable (perdida de la función primaria)	El 100% del producto puede tener que ser	8
Alto	El producto es operable pero con un reducido nivel de desempeño. Cliente muy insatisfecho	El producto tiene que ser seleccionado y una parte desechada o reparada en un tiempo y costo muy	7
Moderado	Producto operable pero cliente insatisfecho	Una parte del producto puede tener que ser desechado, sin selección o reparado con un costo y un tiempo muy alto	6
Bajo	Producto operable a niveles de desempeño bajos	El 100% del producto puede tener que ser retrabajado o reparado fuera de línea	5
Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabado. Defecto notado por el 75% de los clientes	El producto puede tener que ser seleccionado, sin desecho y una parte retrabajada	4
Menor	No se cumple con el ajuste, acabado. Defecto notado por el 50% de los clientes	El producto puede tener que ser retrabajada, sin desecho, en línea pero fuera de la estación	3
Muy menor	No se cumple con el ajuste, acabado. Defecto notado por clientes muy críticos	Ligero inconveniente para la operación u operador, sin efecto	2
Ninguno	Sin efecto perceptible		1
OCURRENCIA			
Remota	Falla improbable. No existe fallas asociadas con este proceso o con un producto casi idéntico		1
Muy poca	Solo fallas aisladas asociadas con este proceso o con un proceso casi idéntico		2
Poca	Fallas aisladas con procesos similares		3
Moderada	Este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales		4
Alta	Este proceso o uno similar han fallado a menudo		5
Muy alta	La falla es casi inevitable		6
DETECCION			
Alta	El defecto es una característica funcionalmente obvia		1
Medianamente alta	Es muy probable detectar la falla. El defecto es una característica obvia		2
Baja	El defecto es una característica fácilmente identificable		6
Muy baja	No es fácil detectar la falla por métodos usuales o pruebas manuales		9
Improbable	La característica no se puede verificar fácilmente en el proceso		10

Fuente: Autores

6.4 MEJORAS PROPUESTAS

A continuación se desarrollarán algunas oportunidades de mejora, que fueron resultado del análisis hecho en los ítems anteriores.

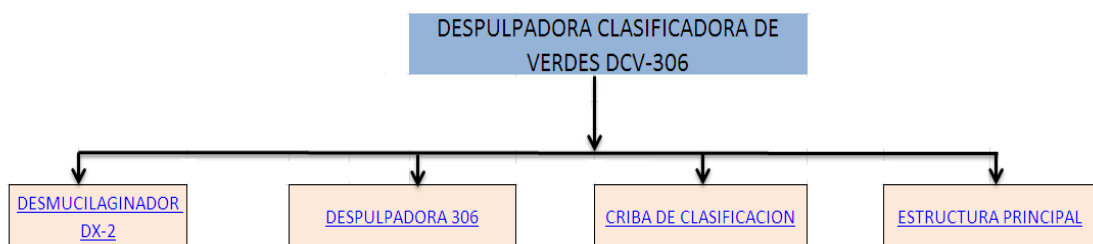
6.4.1 Hoja de ruta de la máquina DCV-306

La hoja de ruta es la herramienta que permite el monitoreo y clasificación de todas las actividades que se realizan en un proceso, que se usa en principio, para cada componente y/o piezas de un ensamble o de un sistema para obtener máximo ahorro en la manufactura o en los procedimientos aplicables a un componente o secuencia de trabajos específicos. La hoja de ruta es muy valiosa ya que registra desperdicios ocultos, como distancias recorridas en exceso, retrasos e inventarios en proceso.

Se plantea un formato en Microsoft Excel, compatible con los demás formatos trabajados por el departamento de producción que será aplicado para la recolección de los datos de los procesos de fabricación directamente en la planta para las piezas y/o componentes de la DCV-306 y servirá para la documentación de posteriores procesos de elaboración de piezas o componentes de cualquier otra máquina.

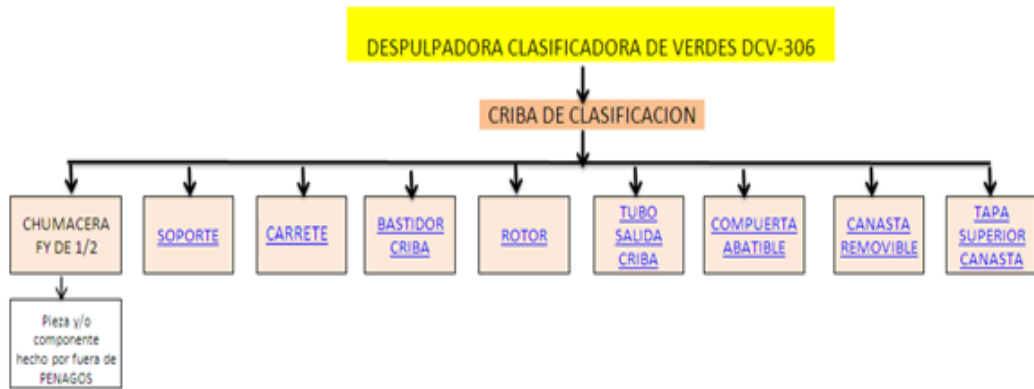
Se dividió la DCV-306 en 4 subsistemas, acorde a las funciones que realiza la maquina en aras de facilitar la recolección de datos. El formato en Excel cuenta con diagramas, en los cuales se muestran los diferentes subsistemas de la máquina y sus componentes, los cuales contarán con vínculos para facilitar la búsqueda dentro del formato.

Figura 94. Sistemas DCV-306



Fuente: Autores

Figura 95. Componentes criba de clasificación



Fuente: Autores

Para los procesos se estableció el siguiente formato, el cual cuenta información útil acerca del componente y/o pieza de la máquina.

Tabla 35. Formato hoja de ruta DCV-306

Parte No.		Nombre de Pieza				
5		ROTOR DX-2				
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
ACERO 1045	-		No registra	17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE TUBO	MECANZADO	SEGUETA MECANICA			3 m
2	CORTE PUNTAS	MECANZADO	SEGUETA MECANICA			5 m
3	SOLDAR PUNTAS ROTOR	SOLDADURA	SOL. MIG			15 m
4	TRANSPORTE A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			4 m
5	CENTRAR PUNTAS	MECANZADO	TORNO CONVENCIONAL			6 m
6	PERFORAR	MECANZADO	TORNO CONVENCIONAL			7,8 m
7	ROSCADO INTERNO	MECANZADO	TORNO CONVENCIONAL			8 m
8	SOLDAR AROS ROSCA AL ROTOR	SOLDADURA	SOL. MIG			50 m
9	PULIR	SOLDADURA	PULIDORA			15 m
10	SOLDAR DEDOS	SOLDADURA	SOL. MIG			45 m

Fuente: Autores

Para la toma de datos de tiempos de ciclo se tomó como base el formato de reporte diario de actividades y producto no conforme, en el cual se reporta por parte del operario las actividades realizadas en el turno de trabajo.

Figura 96. Formato de reporte de actividades

FECHA	ORDEN DE PRODUCCIÓN	NOMBRE DE LA PIEZA (REF.)	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO O ACTIVIDAD REALIZADA	META	CANTIDAD DE PIEZAS				HORA INICIO	HORA FINAL	OBSERVACIONES OPERARIO
					ACEPTADAS	DISPOSICIÓN PRODUCTO NO CONFORME					
					R	D	RC	CAUSA RAZ			
M	2170	Bastidor-5000 La Jencial	Hersar	1					2 PM	2:50 ^{PM}	
T	2168	CHUMACERA 3x2	perforar	149					2:50	4:10 ^{PM}	
	2134	zalsa-bater	perforar	1					4:10	5:15 ^{PM}	
D	2170	UCB 5000 distribuidor	perforar	6					5:15	6:35 ^{PM}	
	22										
F	1324	TP 24 fusilar	rosar	183					6:35	9:40	
	2158	cu. B.H. 112	perforar	1					9:40	10 PM	

REVISADO TÉCNICO DE PROCESO DEL TURNO: P.A.F.

DISPOSICIÓN DEL PNC:
R: REPROCESO
D: DESECHO
RC: RECLASIFICACIÓN

CAUSA RAZ:
I: Información (Planos, Instruccion, etc.)
M: Calidad del Material
H: Habilidad del Operario
E: Equipo, Herramientas, Dispositivos

Fuente: Autores

Las hojas de ruta de todos los componentes de la DCV-306 se muestran en el anexo F.

Además del formato de la hoja de ruta, se realizó una caracterización de las máquinas empleadas en la fabricación de la DCV-306, con el fin de tener un acercamiento de los tiempos de montaje y las herramientas con las que se cuenta en el puesto de trabajo, ya que es muy difícil de tomar estos datos para cada operación de los componentes

Figura 97. Caracterización torno AFM 1000

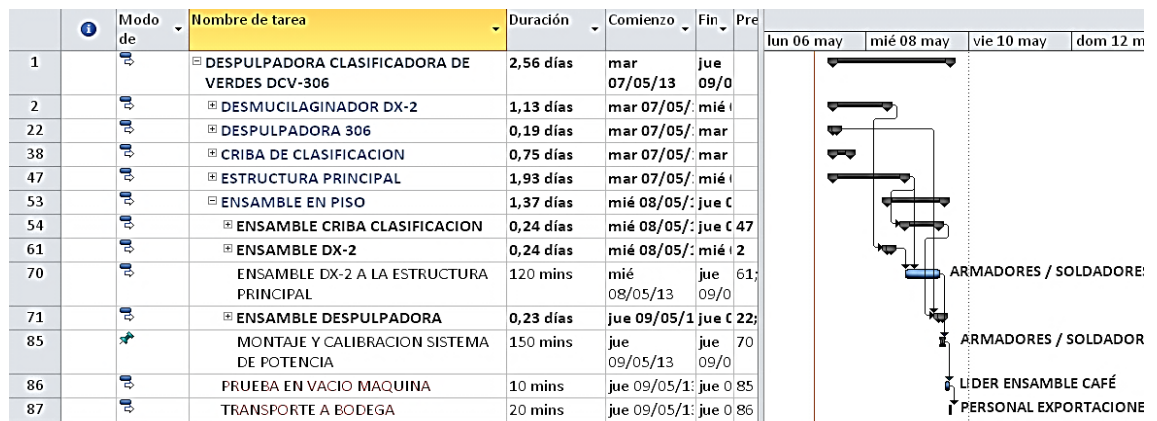
Nombre Maquina o Puesto de trabajo	TORNO AFM 1000
	
Operaciones:	Refrentado, Cilindrado, Perforado, Centrado.
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	<p style="text-align: center;"> Micrometro 0 a 1, 1 a 2 Calibradores 6`` y 12`` Llaves Bristol Buril derecho Buril izquierdo Buril frontal, Lima Llaves de copa y torreta, Flexometro </p>
Clase de material o piezas que se transforman	Fundicion, acero, aluminio, inox, bronce.
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo consta de un torno convencional llamado AFM 1000, de dimensiones 2.8x1.05 mts, asi mismo cuenta con una gaveta para herramientas
Tiempos de montaje:	Los tiempos de montaje pueden variar entre 3 min a 15 min.

Fuente: Autores

Adicional al formato de procesos, se creó un formato en Microsoft Project el cual contiene los tiempos de producción de los componentes y/ pieza además de la secuencia general, el tiempo que se demora cada sub ensamblaje, y el tiempo de la máquina completa, además los recursos necesarios para llevarlo a

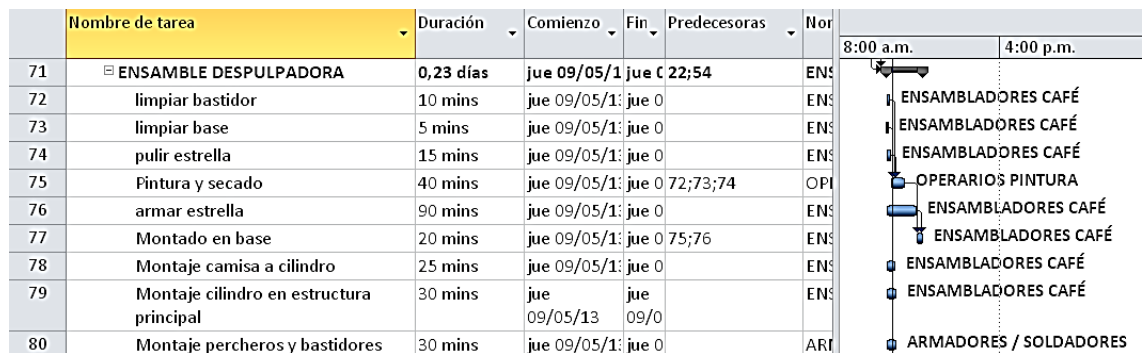
cabo, como los operarios necesarios y encargados, con el fin de contar con información que ayude a mejorar los procesos productivos de la empresa. La secuencia detallada para la fabricación de la DCV-306 se encuentra en el anexo H.

Figura 98. Secuencia de operaciones general



Fuente: Autores

Figura 99. Secuencia detallada de operaciones



Fuente: Autores

6.4.2 Rediseño de dispositivos

En la sección de metalistería se hizo una evaluación exhaustiva, para encontrar los dispositivos de la máquina DCV-306 que requerían intervención, para esto se utilizó una tabla ponderada de evaluación para cada uno de los dispositivos,

se encontraron cuatro dispositivos que requerían rediseño. Un dispositivo el cual se requiere para el armado del rotor de la maquina DELVA DX-2 presenta problemas en los tiempos de montaje, ya que se requiere hacer el desmonte de los canales guías para los dedos, para luego ser re-soldados de nuevo a la estructura, esto se presenta por la cantidad de máquinas DELVA que existe por lo cual la separación entre los dedos de cada máquina es fluctuante según sea la capacidad de procesamiento de la máquina. En el caso de los otros tres dispositivos el problema reside en su movilidad la cual es muy restringida por el tamaño de estos y por qué no existen sistemas de levantamiento integrados a los dispositivos, para estos tres dispositivos la propuesta de solución es básicamente la misma por lo cual se hará alusión a uno solo de estos.

A continuación se presentan las tablas de evaluación para los dos dispositivos; el de fijación de dedos al rotor y el de estructura lateral de la tolva, antes de esto se debe hacer alusión a los rangos utilizados para el test los cuales se exponen en la tabla 36. Para conocer la evaluación de los cuatro dispositivos consultar el anexo J. Tablas de evaluación para mejora dispositivos.

Tabla 36. Rangos de valor

Valoración	Nota
Malo	1
Regular	2
Aceptable	3
Bueno	4
Muy bueno	5

Fuente: Autores

Con base en la tabla 36 se puede decir que un dispositivo requerirá intervención cuando su nota este por debajo de 3 puntos.

Tabla 37. Evaluación del dispositivo para puentear dedos del rotor

ITEMS A EVALUAR	ITEMS ESPECIFICOS	VALOR %	NOTA A OBTENER	PONDERADA
Geometria	Seccion	10%	4	0,4
	Volumen	20%	2	0,4
Maniobrabilidad	Agarre	10%	1	0,1
	Facil desplazamiento	5%	3	0,15
	Peso	5%	3	0,15
Componentes dentro de tolerancia	Medida acorde a la pieza	5%	3	0,15
Conformidad en las piezas	Piezas o subensamblajes de calidad	5%	3	0,15
Funcionamiento y rendimiento	Facilita los procesos	40%	1	0,4
Total nota		100%		1,9

Fuente: Autores

Tabla 38. Evaluación del dispositivo estructura lateral de la tolva y base motor

ITEMS A EVALUAR	ITEMS ESPECIFICOS	VALOR %	NOTA A OBTENER	PONDERADA
Geometria	Seccion	10%	2	0,2
	Volumen	10%	2	0,2
Maniobrabilidad	Agarre	20%	3	0,6
	Facil desplazamiento	20%	1	0,2
	Peso	10%	1	0,1
Componentes dentro de tolerancia	Medida acorde a la pieza	10%	3	0,3
Conformidad en las piezas	Piezas o subensamblajes de calidad	10%	3	0,3
Funcionamiento y rendimiento	Facilita los procesos	10%	4	0,4
Total nota		100%		2,3

Fuente: Autores

Como resultado de la valoración de los equipos se determina que requieren una mejora. El dispositivo de fijación de dedos y tres dispositivos de soporte en la construcción de la estructura, de los cuales se presente el dispositivos el dispositivo de fijación de dedos y estructura lateral tolva. Los demás dispositivos se encuentran en el anexo J (tablas de evaluación para mejora de dispositivos).

➤ **Dispositivo de fijación de dedos.**

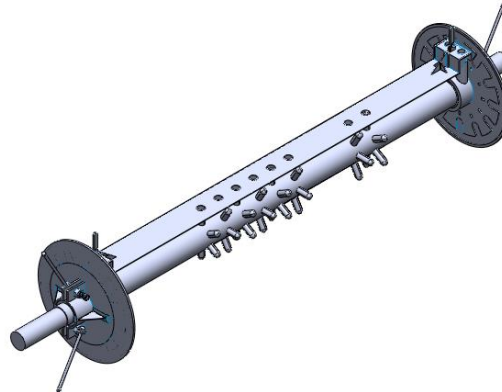
Para el dispositivo de fijación de dedos se presentan el estado actual y la propuesta.

Figuras 100. Dispositivos de fijación de dedos



Fuente: Autores

Figura 101. Propuesta dispositivo fijación dedos al rotor



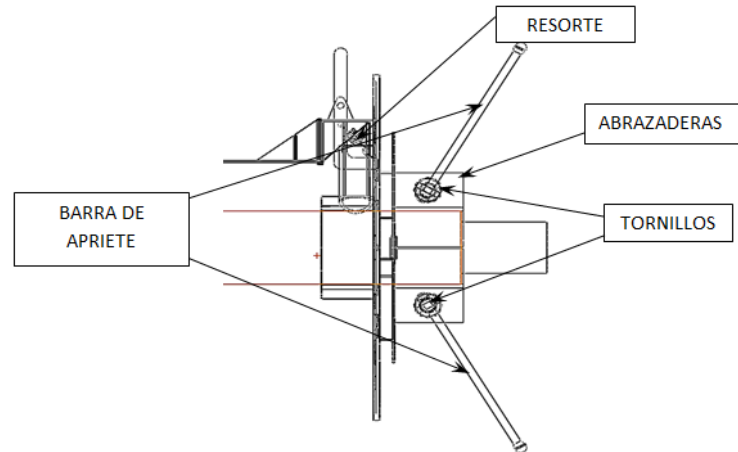
Fuente: Autores

Los problemas significativos del actual dispositivo, mostrado en la figura 97, son los siguientes:

- ✓ Precariedad en sus sistemas de fijación al rotor
- ✓ Demasiado tiempos de preparación para el proceso

Se puede observar en la figura 101 el ensamblaje final del dispositivo con el respectivo rotor de la máquina Delva DX-2, este dispositivo está provisto de una serie de partes móviles (ver planos 04-00 y 05-00.....05-10, en el anexo L) que cuentan con guías que permiten hacer un ensamblaje de los dedos con tiempos de montaje muy cortos, y precisos en sus medidas, el dispositivo como tal no soporta ningún tipo de carga, ya que este sirve únicamente como guía para la manufactura del rotor, por lo cual se procederá a diseñar el resorte referenciado en la figura 99, el cual da la ayuda necesaria al dispositivo para asegurarlo en una posición fija, además se procederá hacer el análisis CAE del mecanismo de agarre del dispositivo propuesto, el cual es referenciado en la figura 101 como abrazadera, y la selección del tornillo necesario para que cumpla la función de apriete (ver figura 102).

Figura 102. Mecanismo de resorte y apriete del dispositivo de fijación de dedos

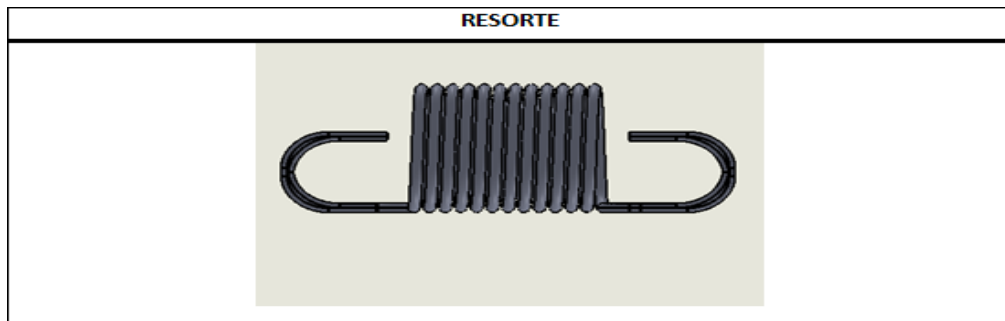


Fuente: Autores

En el anexo L, se encuentran en detalle los componentes del dispositivo de fijación de dedos.

➤ **Diseño del resorte**

Tabla 39. Diseño del resorte



DATOS DE ENTRADA		
Parámetro	Ecuación	Valor
Diámetro alambre	Tabla 41	$d = 0,7 \text{ mm}$ $= 0,028 \text{ in}$
Pendiente calculo S_{ut}	Tabla 41	$m = 0,912$
Intersección línea recta para calculo S_{ut}	Tabla 41	$A_p = 1750 \text{ MPa}$
Modulo elasticidad por cortante	Tabla 40	$G = 11,5 * 10^6 \text{ PSI}$ $= 79,35 * 10^9 \text{ Pa}$
Radio de gancho	Asumido por autores	$r_1 = 3 \text{ mm}$
Radio dobles	Asumido por autores	$r_2 = 2 \text{ mm}$
Diámetro medio espira	Asumido por autores	$D = 5 \text{ mm}$
Numero de espiras activas	Asumido por autores	$N_a = 12$
Precarga	Asumido por autores	$P_i = 1 \text{ N}$

RESULTADOS		
Resistencia máxima de tensión S_{ut}	$S_{ut} = \frac{A_p}{d^m}$	$S_{ut} = 1,874 \text{ GPa}$
Esfuerzo de fluencia por torsión S_{sy}	$S_{sy} = 0,4 * S_{ut}$	$S_{sy} = 0,750 \text{ GPa}$
Esfuerzo fluencia por tensión S_{ty}	$S_{ty} = 0,6 * S_{ut}$	$S_{ty} = 1,124 \text{ GPa}$
Índice resorte	$C = \frac{D}{d}$	$C = 7,14$
Factor cortante transversal	$K_d = 1 + \frac{0,5}{C}$	$K_d = 1,07$
Tensión inicial	$\tau_i = \frac{P_i * 8 * C}{\pi d^2}$	$\tau_i = 37,1 \text{ MPa}$
Razón del resorte	$K = \frac{d * g}{8 * N_a * C^3}$	$K = 1589,5 \text{ N/m}$
Esfuerzo flexión crítico	$\sigma_a = \left(\frac{32 * P_a * r_1}{\pi * d^3} \right) * \left(\frac{r_1}{r_1 - \frac{d}{2}} \right) + \frac{4 * P_a}{\pi * d^2} = S_{ty}$	$P_a = 10,87 \text{ N}$
Esfuerzo cortante de torsión crítico	$\tau_B = \frac{8 * P_B * C}{\pi * d^2} * \left(\frac{r_2}{r_2 - \frac{d}{2}} \right)$	$P_B = 16,67 \text{ N}$
Deflexión	$\delta = \frac{P_a - P_i}{k}$	$\delta = 6,2 \text{ mm}$

Fuente: Autores

De esta forma se obtiene una deflexión mayor a la requerida la cual es aproximadamente de 3,5 [mm], con esto se asegura que el resorte no falle por los esfuerzos de flexión los cuales son críticos. Para este resorte, el alambre escogido fue el estirado duro, esto por su fácil obtención en el mercado con respecto a los otros materiales, a continuación se referencian las tablas utilizadas para el diseño del resorte.

De la tabla 40 se obtiene el módulo de elasticidad por cortante para el acero anteriormente referenciado.

Tabla 40. Materiales utilizados en resortes

Tabla 16.1 Propiedades generales de materiales de resortes comunes. [Adaptado de Rolox (1996)]

Nombre común	Especificación	Módulo de elasticidad, E , psi	Módulo de elasticidad por cortante, G , psi	Densidad, ρ , lb/in ³	Temperatura de servicio máxima, °F	Características principales
Aceros de alto carbono						
Alambre de piano	ASTM A228	30×10^6	11.5×10^6	0.283	250	Alta resistencia; excelente vida a la fatiga.
Estrado duro	ASTM A227	30×10^6	11.5×10^6	.283	250	Uso general; vida a la fatiga deficiente.
Aceros inoxidables						
Martensítico	AISI 410, 420	29×10^6	11×10^6	.280	500	No satisfactorio para aplicaciones bajo cero.
Austenítico	AISI 301, 302	28×10^6	10×10^6	.282	600	Buena resistencia a temperaturas moderadas; baja relajación de esfuerzos.
Aleaciones con base de cobre						
Latón para resorte	ASTM B134	16×10^6	6×10^6	.308	200	Bajo costo; alta conductividad; propiedades mecánicas deficientes.
Bronce fosforado	ASTM B159	15×10^6	6.3×10^6	.320	200	Capacidad para soportar flexiones repetidas; aleación popular.
Cobre al berilio	ASTM B197	19×10^6	6.5×10^6	.297	400	Alta resistencia elástica y a la fatiga; templeable.
Aleaciones con base de níquel						
Inconel 600	—	31×10^6	11×10^6	.307	600	Buena resistencia; alta resistencia a la corrosión.

Fuente: HAMROCK BERNARD J. Elementos de máquinas

Con la tabla 41 se pueden obtener los coeficientes para el cálculo de la resistencia máxima de tensión (S_{ut}), además de los rangos de tamaño obtenidos comercialmente.

Tabla 41. Coeficiente calculo S_{ut}

Tabla 16.2 Coeficientes usados en la ecuación (16.2) para cinco materiales de resorte. [Engineering Guide to Spring Design, Barnes Group, Inc., 1987.]

Material	Rango del tamaño		Exponente	Constante, A	
	pulg	mm	m	ksi	MPa
Alambre de piano ^a	0.004–0.250	0.10–6.5	0.146	196	2 170
Revenido en aceite ^b	0.020–0.500	0.50–12	0.186	149	1 880
Alambre estrado duro ^c	0.028–0.500	0.70–12	0.192	136	1 750
Cromo vanadio ^d	0.032–0.437	0.80–12	0.167	169	2 000
Cromo silicio ^e	0.063–0.375	1.6–10	0.112	202	2 000

^a Superficie lisa libre de defectos y con un acabado brillante, lustroso.

^b Superficie con escoria ligera de tratamiento de calor que se debe remover antes de enchapar.

^c Superficie lisa y brillante sin marcas visibles.

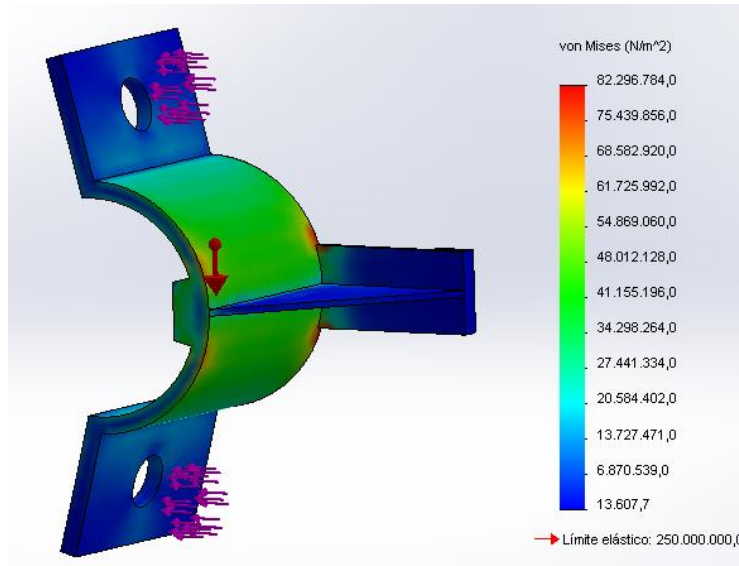
^d Alambre templado de calidad de aeronaval; también se obtiene recocido.

^e Templado a Rockwell C49; también se obtiene sin templar.

Fuente: HAMROCK BERNARD J. Elementos de máquinas

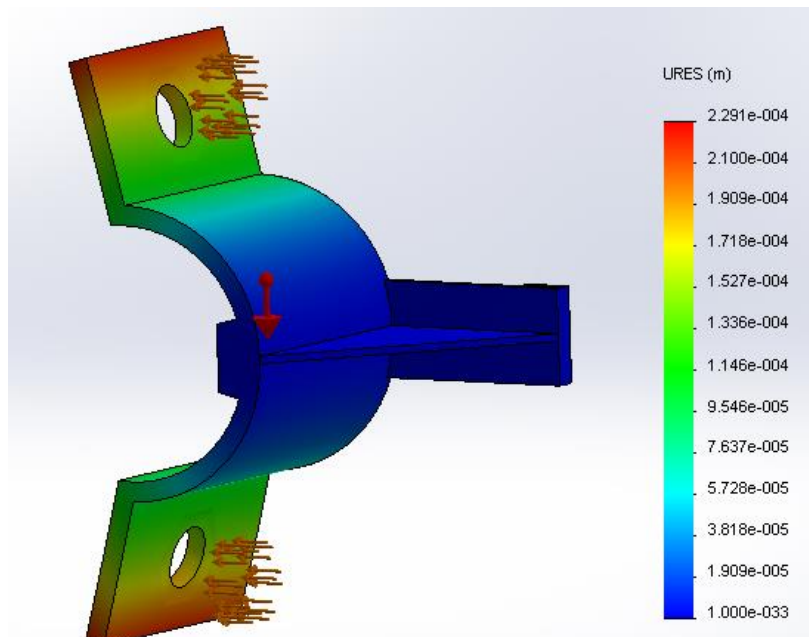
Se propone hacer un estudio asistido por computadora buscando encontrar un factor de seguridad que garantice que el dimensionamiento de las piezas cumple con la resistencia necesaria.

Figura 103. Análisis CAE abrazadera, esfuerzo máximo



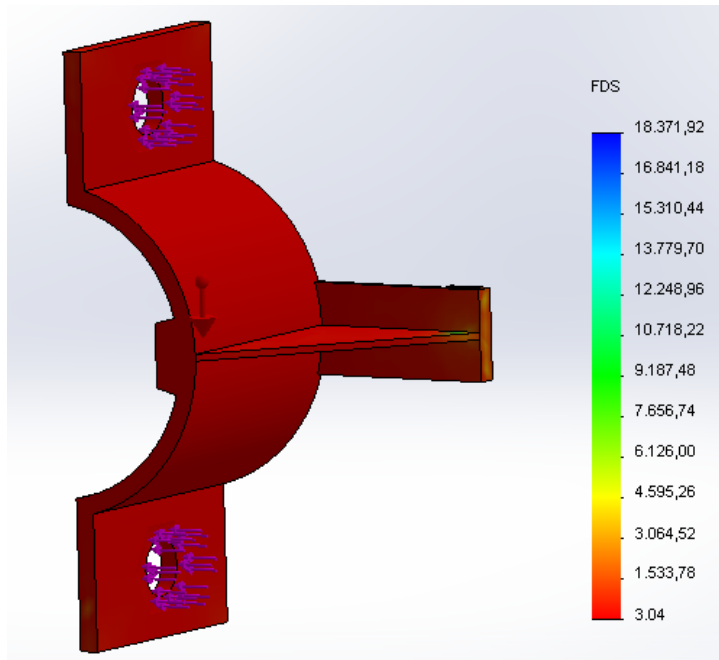
Fuente: Autores

Figura 104. Análisis CAE abrazadera, desplazamiento máximo



Fuente: Autores

Figura 105. Análisis CAE abrazadera, factor de seguridad



Fuente: Autores

Como se puede observar en la figura 100. El esfuerzo máximo de la pieza tiene un valor de 82 [MPa], el cual es inferior al límite elástico del material. La deformación máxima corresponde a 0,22 [mm], que es propicio para un buen apriete del rotor por parte de la abrazadera. Finalmente en la figura 102 se puede observar que el factor de seguridad tiene un valor de 3,04. Es de notar que las fuerzas aplicadas a la abrazadera tienen un valor de 40 [kgf].

Para el tornillo se selecciona uno de $\frac{1}{2}$ [in] de diámetro grado 2, el cual presenta una buena relación costo/beneficio y es de fácil adquisición en el mercado.

A continuación en la figura 106 y en las tablas 42, 43 y se pueden observar las principales propiedades geométricas y mecánicas de este tipo de tornillos.

Figura 106. Características geométricas del tornillo SAE GRADO 2



Fuente: Catálogo de tornillos GUTENBERTO

Tabla 42. Longitudes de rosca para tornillos

Longitudes de la rosca básica para tornillos de cabeza hexagonal serie en pulgadas SAE Grado 2
(Basic thread lengths for hex cap screws inches SAE Grade 2)

LONGITUD NOMINAL	DIÁMETRO NOMINAL										
	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	5/8	3/4	7/8	1		
1/2			NO SE	FABRICA	NO SE	NO SE	NO SE				
3/4				FABRICA	FABRICA	FABRICA	NO SE	NO SE			
1	TOTAL	ROSCA	ROSCA	ROSCA	ROSCA			FABRICA	FABRICA		
1-1/4		TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	ROSCA	ROSCA				NO SE
1-1/2							TOTAL	TOTAL	ROSCA	ROSCA	FABRICA
2	38.10 42.86							TOTAL	TOTAL	ROSCA	ROSCA
2-1/2											TOTAL
3											
3-1/2	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00						
4	48.50	48.50	48.50	48.50	48.50	50.80					
4-1/2						55.80					
5							50.80				
5-1/2							55.56	50.80	57.15	63.50	
6								55.56	61.91	68.25	
6-1/2											
7											
7-1/2	NO SE	NO SE		NO SE	NO SE	NO SE					
8	FABRICA	FABRICA		FABRICA	FABRICA	FABRICA					
8-1/2			NO SE								
9			FABRICA								
10											

Fuente: Catálogo de tornillos GUTENBERTO

Tabla 43. Propiedades mecánicas tornillos

Diámetro nom. del producto e hilos por pulgada (Nominal diameter and thread)	Área de esfuerzo in ² (Stress area)	Grado de Resistencia (Grade Designation)							
		Grado 1 (Grade 1)		Grado 2 (Grade 2)		Grado 5 (Grade 5)		Grado 8 (Grade 8)	
		Carga de prueba (libras) (Proof load) (lb)	Resistencia a la tracción mínima (libras) (Tensile strength min.) (lb)	Carga de prueba (libras) (Proof load) (lb)	Resistencia a la tracción mínima (libras) (Tensile strength min.) (lb)	Carga de prueba (libras) (Proof load) (lb)	Resistencia a la tracción mínima (libras) (Tensile strength min.) (lb)	Carga de prueba (libras) (Proof load) (lb)	Resistencia a la tracción mínima (libras) (Tensile strength min.) (lb)
ROSCA ORDINARIA UNC (Coarse thread)									
1/4 - 20	0.318	1.050	8.900	1.750	2.350	2.700	3.800	3.900	4.750
5/16 - 18	0.524	1.750	3.150	2.900	3.900	4.450	6.300	6.300	7.850
3/8 - 16	0.775	2.550	4.650	4.250	5.150	6.000	9.300	9.300	11.600
7/16 - 14	1.063	3.500	6.400	5.850	7.650	9.050	12.900	12.900	15.900
1/2 - 13	1.419	4.700	8.500	7.800	10.500	12.100	17.900	17.900	21.300
9/16 - 12	1.82	6.000	10.900	10.000	13.500	15.500	21.900	21.900	27.300
5/8 - 11	2.26	7.450	13.600	12.400	16.700	19.200	27.100	27.100	33.900
3/4 - 10	3.34	11.000	20.000	18.400	24.700	28.400	40.100	40.100	50.100
7/8 - 9	4.62	15.200	27.700	25.200	32.700	38.300	55.400	55.400	69.300
1 - 8	6.06	23.000	38.400	35.000	45.000	51.900	72.700	72.700	90.900
1 1/8 - 7	7.63	25.200	43.800	35.200	45.600	53.900	80.100	80.100	114.400
1 1/4 - 7	9.69	32.000	58.100	32.000	58.100	71.700	101.700	116.300	145.400
1 3/8 - 6	1.153	38.100	69.300	38.100	69.300	85.900	121.300	138.900	173.200
1 1/2 - 6	1.415	48.400	94.300	48.400	94.300	114.000	147.500	168.900	216.900
ROSCA FINA UNF (Fine Thread)									
1/4 - 28	0.364	1.200	2.200	2.000	2.700	3.100	4.300	4.350	5.450
5/16 - 24	0.580	1.900	3.500	3.200	4.300	4.900	6.900	6.950	8.700
3/8 - 24	0.826	2.900	5.250	4.800	6.500	7.450	10.500	10.500	13.200
7/16 - 20	1.157	3.900	7.100	6.550	8.800	10.100	14.200	14.200	17.800
1/2 - 20	1.586	5.300	9.500	8.800	11.800	13.500	19.200	19.200	24.000
9/16 - 18	2.03	6.700	12.200	11.200	15.000	17.300	24.400	24.400	30.400
5/8 - 18	2.56	8.450	15.400	14.100	18.900	21.800	30.700	30.700	38.400
3/4 - 16	3.73	12.300	22.400	20.500	27.600	31.700	44.800	44.800	56.000
7/8 - 14	5.09	16.800	30.500	28.600	38.500	43.300	61.100	61.100	76.400

Fuente: Catálogo de tornillos GUTEMBERG

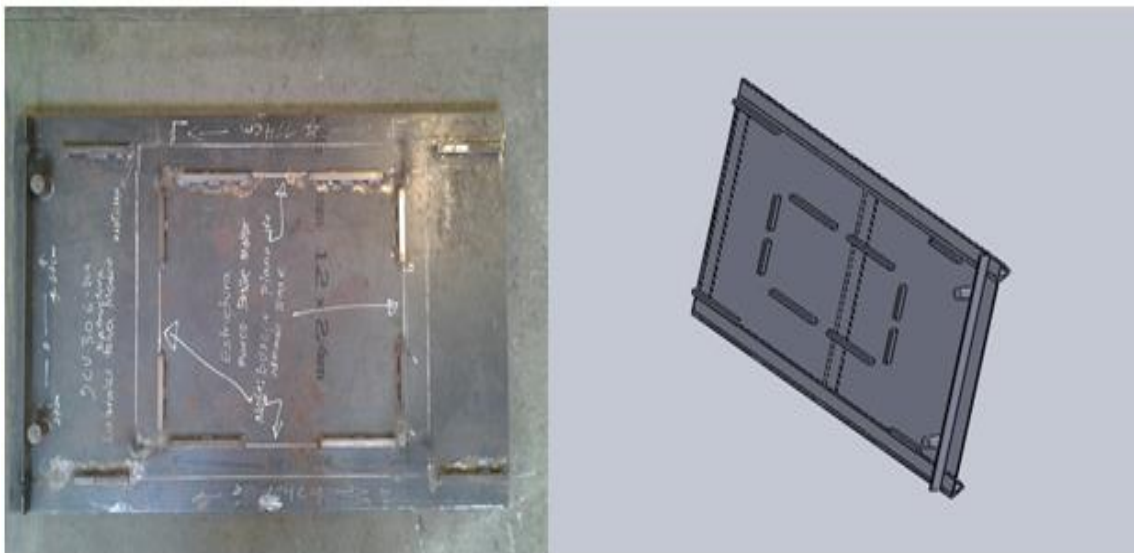
Es de notar que el largo del tornillo que se escogió es de 2" de rosca fina como se referencia la figura 101, y además cuenta con 20 hilos por pulgada.

➤ **Dispositivos estructurales.**

A continuación se mostrara la mejora en el diseño del dispositivo de armado de estructuras laterales de tolva. Los demás dispositivos a modificar se les planteara la misma propuesta de mejora y su funcionalidad es relativamente la misma ya que sirven como matriz para la creación de las estructuras. Los planos del estado actual como de la propuesta pueden ser consultados en el anexo L.

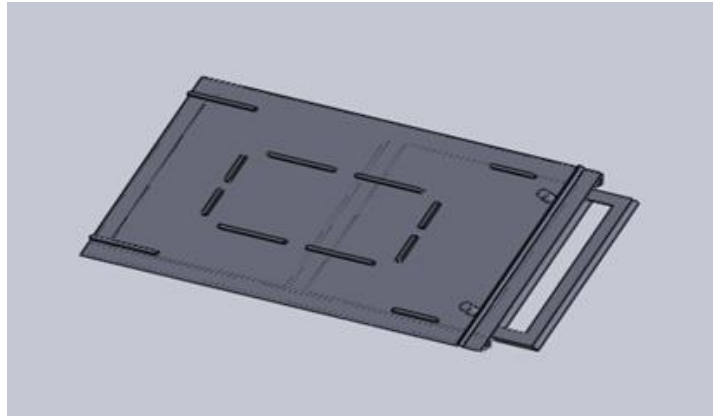
En la figura 107 se evidencia la falta de sistemas sujeción que ayuden en el transporte del dispositivo, esto tiene fuertes impactos en los tiempos de producción de la línea de producción ya que incrementa los tiempos muertos de transporte y reubicación.

Figura 107. Dispositivo de armado de estructura laterales de tolva



Fuente: Autores

Figura 108. Dispositivo armado de estructura laterales de tolva con mejora



Fuente: Autores

En la figura 108 se muestra el rediseño del dispositivo. El rediseño se adecua al sistema de transporte diseñado en este proyecto, así con esto se consigue transportar todos estos dispositivos voluminosos y pesados por toda la cadena de valor, sin que esto implique esfuerzos en el operario que los manipula. Básicamente el dispositivo implementa pallets metálicas las cuales no tienen el riesgo de romperse con su uso y que se acoplan perfectamente a los ganchos del vehículo como se muestra en la figura 109.

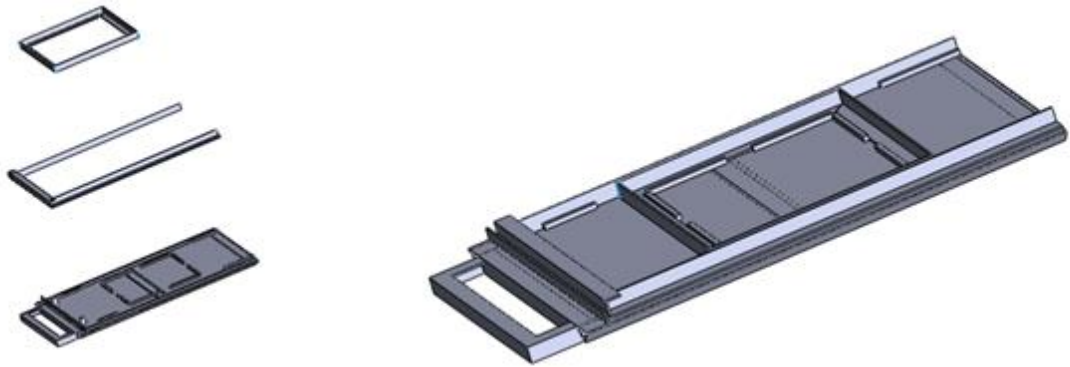
Figura 109. Dispositivo estructura lateral tolva acoplado al vehículo



Fuente: Autores

A continuación en la figura 110. Se presenta el dispositivo estructura lateral tolva y base motor con los marcos armados.

Figura 110. Utilización del dispositivo lateral tolva y base motor



Fuente: Autores

6.5 CALCULO DE LA EFICIENCIA DE LA LINEA PARA LA MAQUINA DCV-306.

Para el cálculo de la eficiencia de la línea se realizó la siguiente simulación, mostrada en la tabla 44 y 45. Se le pidió a un operario ubicar un dispositivo de fijación y ensamble en el actual sitio dispuesto para el almacenamiento de los mismos que se requería para el armado y soldado de una pieza y se tomó dicho tiempo. Luego se acondiciono un estante con varias familias de dispositivos y se le indico al operario buscar el mismo dispositivo con la diferencia de que ahora podía conocer el código que identificaba al dispositivo mediante la base de datos anexada a los planos de las piezas.

Cabe resaltar que debido al modelo por lotes empleando por la empresa PENAGOS HERMANOS en promedio un operario puede cambiar de dispositivos de 1 a 4 veces por turno.

Tabla 44. Eficiencia línea de ensamble DCV-306

DATOS DE ENTRADA		
Parámetro	Ecuación	Valor
Unidades por lote (2012)	Departamento de producción PENAGOS	$D_L = 10 \text{ unidades/lote}$
Número de turnos a la semana	Departamento de producción PENAGOS	$S_w = 6 \frac{\text{turnos}}{\text{semana}}$
Horas totales de un turno	Departamento de producción PENAGOS	$H_{sh} = 8 \frac{\text{horas}}{\text{turno}}$
Tiempos muertos de reubicación	-	$T_r = 13 \text{ min}$
Tiempo de servicio más largo	Tomado de la hoja de ruta	$T_s = 140 \text{ min}$
RESULTADOS		
Tiempo de ciclo	$T_c = T_s + T_r$	$T_c = 153 \text{ min}$
Velocidad de producción promedio real	$R_p = \frac{D_L}{1,5 * S_w * H_{sh}}$	$R_p = 0,139 \frac{\text{unidades}}{\text{hora}}$
Tiempo de producción promedio	$T_p = \frac{60}{R_p}$	$T_p = 432 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}$
Eficiencia de la línea	$\varepsilon_{linea} = \frac{T_c}{T_p}$	$\varepsilon_{linea} = 35,41\%$

Fuente Autores

Teniendo la eficiencia de la línea, se procede a calcular el nuevo tiempo de producción promedio.

Tabla 45. Tiempo de producción promedio DCV-306

DATOS DE ENTRADA		
Parámetro	Ecuación	Valor
Tiempos muertos de reubicación	-	$T_r = 8,5 \text{ min}$
Eficiencia de la línea	-	$\varepsilon_{\text{linea}} = 35,41\%$
RESULTADOS		
Tiempo de ciclo	$T_c = T_s + T_r$	$T_c = 148,5 \text{ min}$
Tiempo de producción promedio	$T_p = \frac{T_c}{\varepsilon}$	$T_p = 419,3 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}$

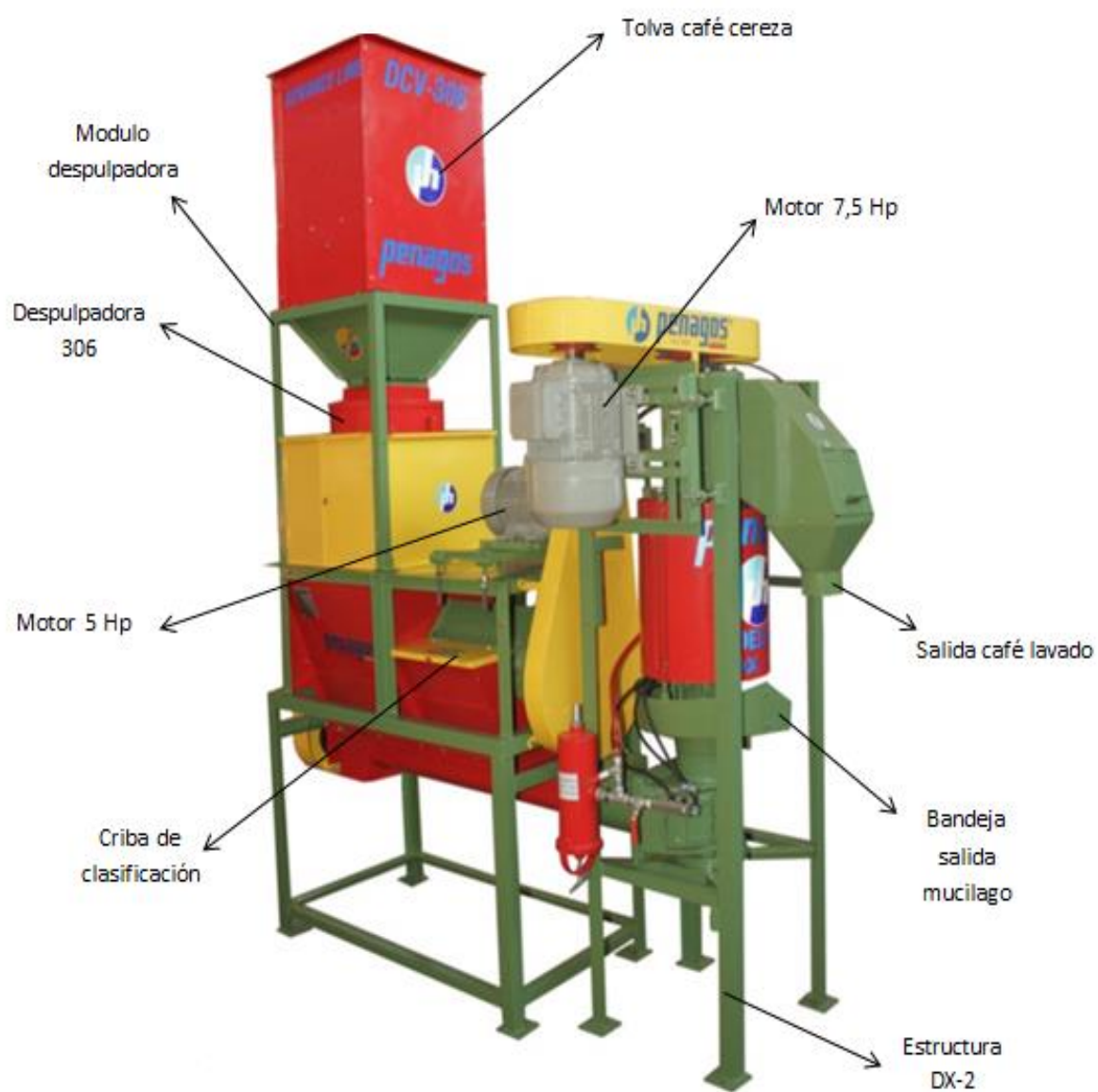
Fuente Autores

Se puede apreciar que el tiempo de producción promedio (T_p), disminuye en 12,7 [min], equivalente a un 3%, lo que se traduce en un aumento de la rata de producción al poder realizar las mismas unidades del lote en menos tiempo.

6.6 CREACION DEL PLAN DE REQUERIMIENTOS DE ENSAMBLE PARA LA MAQUINA DCV-306.

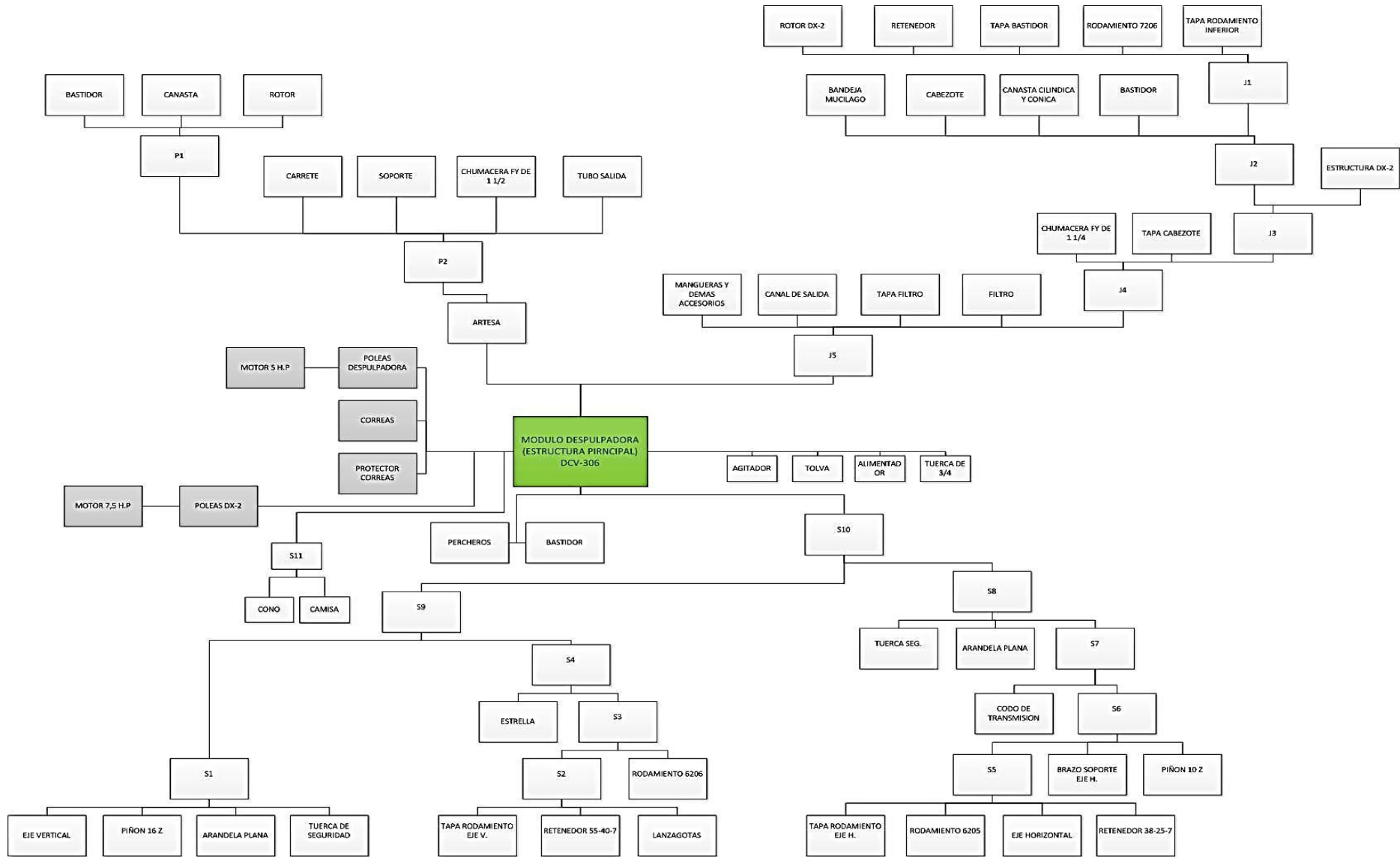
A continuación se muestra el plan de requerimientos de ensambles para la maquina DCV-306, el cual muestra los subensambles y el secuenciamiento del montaje para cada uno de los componentes de la máquina.

Figura 111. Componentes generales DCV-306



Fuente: Manual técnico DCV-306

Figura 112. Requerimientos de ensamble DCV-306 (Ver anexo M)

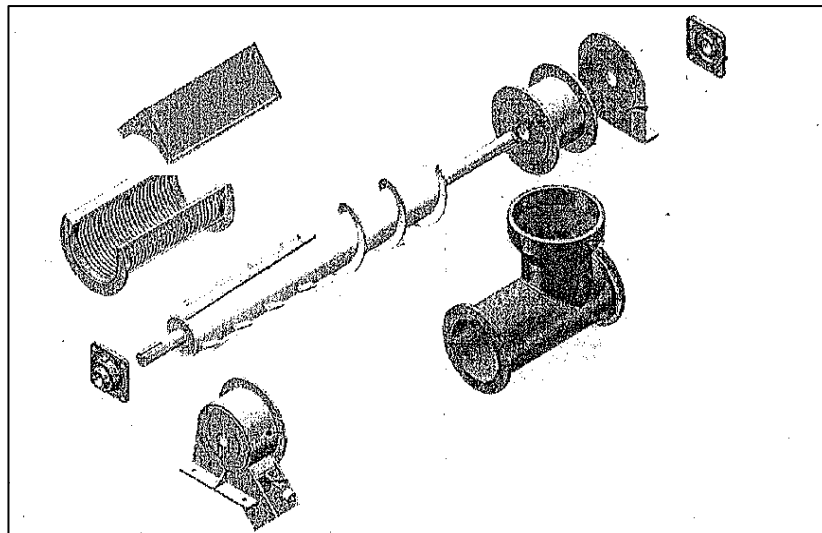


Fuente: Autores

A continuación se da una breve descripción de los principales subensambles de la máquina.

P1 y P2: estos subensambles son los necesarios para el armado del rotor de la criba de clasificación el cual se realiza en los puestos de trabajo, y que posteriormente es transportado para el ensamblaje en piso con la estructura principal de la DCV-306.

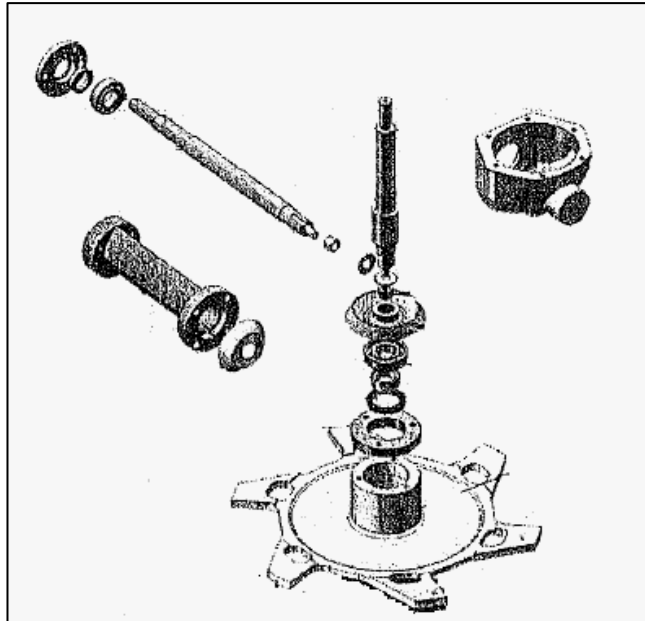
Figura 113. Componentes subensambles P1 y P2



Fuente: Autores

S8 y S9: estos subensambles son el resultado, de diversos ensamblajes anteriores cuyos componentes conformaran una caja de engranajes, la cual tomara la potencia proveniente del motor de 5 [Hp] y se la entregara a la despulpadora 306.

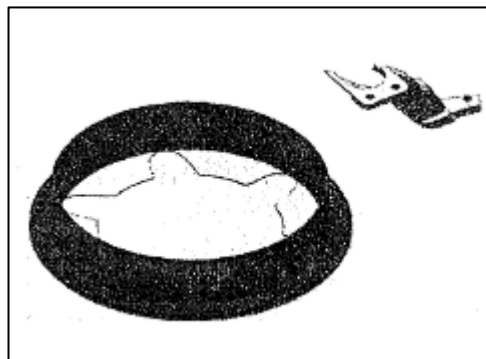
Figura 114. Componentes subensambles S8 y S9



Fuente: Autores

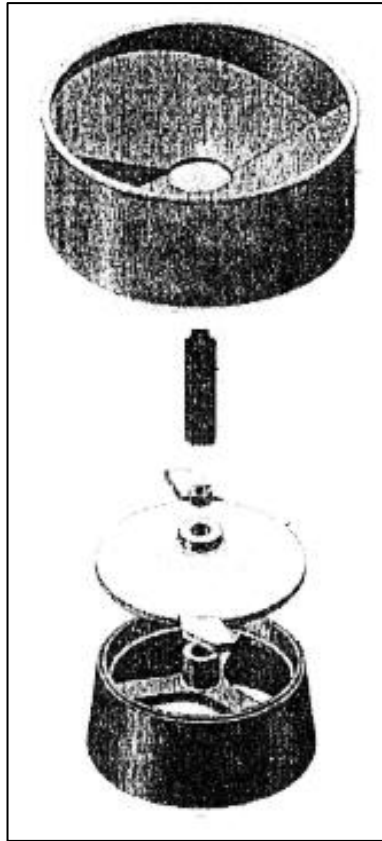
Después de tener los ensamblajes S8 y S9, son llevados a la estructura principal de la 306 junto a la base, para la adición de los demás componentes como lo son el agitador, tolva y alimentador (ver figuras 109 y 110). Posteriormente se le agregan los percheros y bastidores que darán forma a la despulpadora 306.

Figura 115. Perchero y bastidor



Fuente: Autores

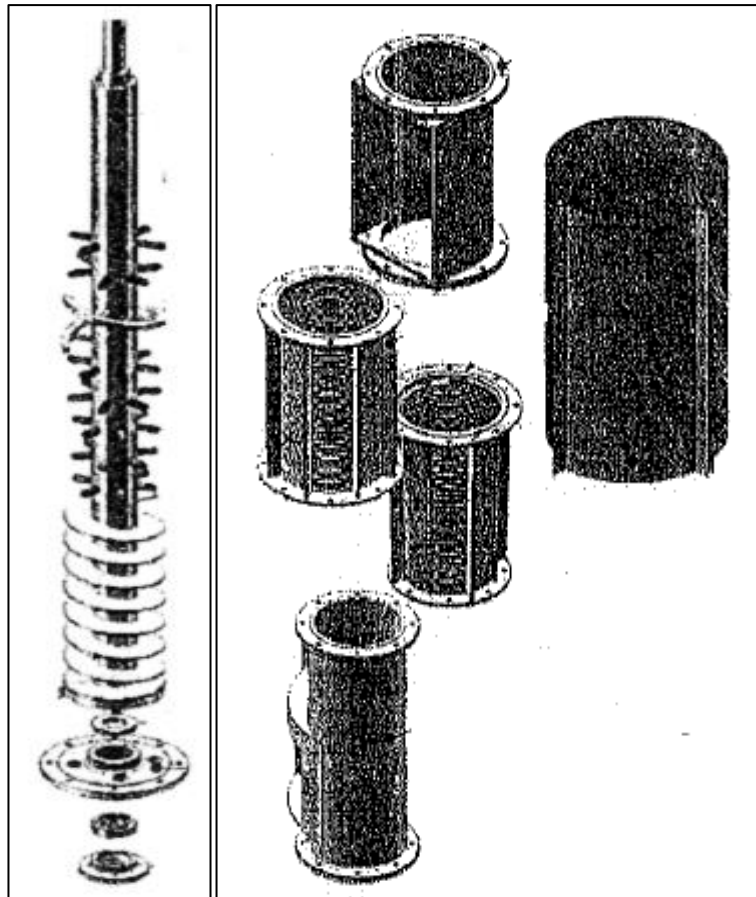
Figura 116. Componentes despulpadora 306



Fuente: Autores

J2: en este subensamblaje se arma todo el eje de rotación constituido por el rotor y todos los componentes cilíndricos que lo acompañan, como lo son las canastas. Este ensamblaje es armado en los puestos de trabajo y posteriormente es ensamblado a la estructura de la Delva DX-2 proveniente de la sección de soldadura. Finalmente ya armada en piso se procede a ensamblar con la estructura principal de la 306. Ver figura 117

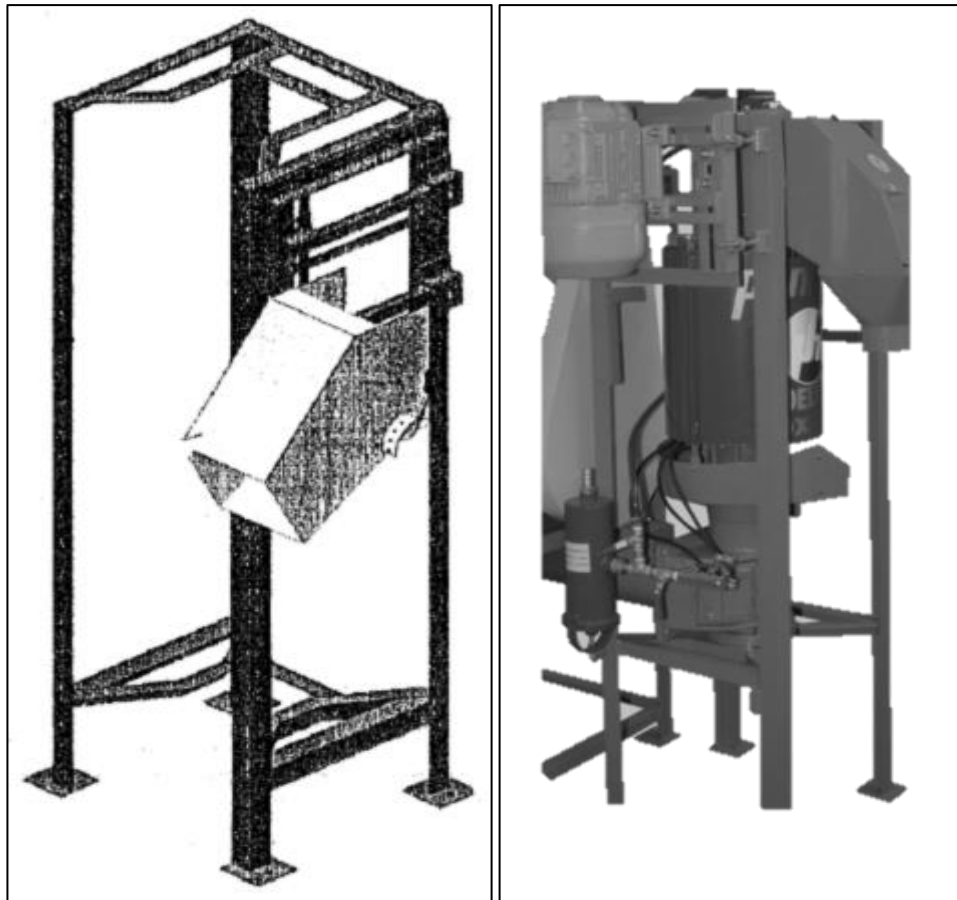
Figura117. Rotor y canastas



Fuente: Autores

Posterior al subensamble J2, se procede a llevarlo a piso para ensamblarlo con la estructura de la DX-2, proveniente de la sección de soldadura y finalmente colocar los componentes restantes para la sujeción del ensamble a la estructura

Figura118. Estructura DX-2



Fuente: Autores

Al módulo de la despulpadora (estructura principal DCV-306), convergen todos los subensamblajes, componentes y accesorios los cuales son ensamblados en piso de forma manual.

De esta forma se establece una secuencia completa para el montaje de la Despulpadora Clasificadora de verdes DCV-306, lo cual permite la recopilación del conocimiento (Know How) que estaba en cabeza de los operarios.

7. CONCLUSIONES

- ✓ Mediante un análisis de las 5's en la sección de metalistería y soldadura de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA se implementa un inventario, una base de datos y un sistema de identificación por medio de una codificación para cada uno de los dispositivos utilizados en la producción de la línea agrícola y café de la empresa.
- ✓ Se implementó una modificación en el layout de la sección de metalistería y soldadura, abarcando los puestos de trabajo de soldadura, permitiendo de esta manera crear el área proyectada para un almacén de dispositivos y herramientas y aprovechando la reorganización para sacar de las secciones aquellas componentes que no generaban valor agregado en la cadena de producción y anexar lo que se necesitaba en la sección como lo es un puesto de esmerilado y pulido.
- ✓ Se propone un vehículo para el transporte de dispositivos de fijación y ensamble cuyo peso sobrepase los 25 [Kg], cuya implementación mejorara las condiciones de trabajo para los operarios y permitirá reducir los tiempos de desplazamiento y preparación de los procesos de manufactura llevados a cabo en la sección. Para el diseño de la maquina se implementa el análisis teórico como primer punto de partida y se realiza posteriormente un análisis mediante CAE que permite comprobar y complementar los parámetros de los diseños y las selecciones de los elementos del vehículo.

Durante todo el desarrollo del vehículo se mantuvo un lazo fuerte entre el diseño y la manufactura, teniendo en cuenta las opciones más viables tanto por economía como por funcionalidad, lo que se tradujo en reducción de costos y facilidad en los procesos de manufactura y ensamble.

- ✓ Mediante un análisis de modo y falla AMEF, se analiza la producción de la maquina despulpadora clasificadora de verdes DCV-306, y se proponen una serie de mejoras que ayudaran a mejorar los procesos de manufactura de la máquina.
- ✓ Se crea una hoja de ruta para los componentes y/o piezas de la maquina DCV-306, la cual incluye la secuencia de los procesos, el departamento y la máquina donde se lleva a cabo la operación, y el tiempo de ciclo de esta. Además se caracterizan los puestos de trabajo y/o equipos con el fin de conocer algunas características, como las herramientas disponibles, procesos que se llevan a cabo, la clase de material que se transforma y los tiempos de montaje promedios. Adicional al formato de la hoja de ruta de los componentes se complementa con un formato diseñado en Microsoft Project el cual cuenta con la secuencia de operaciones paso a paso para la fabricación de la máquina general y el tiempo que se demora cada sub ensamblaje, y el tiempo de la maquina completa. Todo esto con el ánimo de mejorar la planeación, la organización y la identificación de procesos que no representen un valor agregado a la cadena de valor y que por el contrario generen traumatismos como tiempos de espera prolongados, cuellos de botella y demás.
- ✓ Se crea un plan de requerimientos de ensamble para la DCV-306, como apoyo en la producción de la máquina.
- ✓ Mediante un análisis de ingeniería se evaluaron los dispositivos de fijación y ensamble utilizados en la producción de la DCV-306. Se plantea una serie de modificaciones a 4 dispositivos, logrando hacer de ellos elementos versátiles, de fácil maniobrabilidad, funcionales y que cumplan con los requerimientos de las operaciones.

BIBLIOGRAFIA

COLMENA. Catálogo tubería estructural colmena. Disponible en <<http://www.tuboscolmena.com>>

COLPILAS. Catálogo de baterías e inversores de voltaje. Disponible en <<http://www.colpilas.com/files/catalogo-m-tek.pdf>>

COMPAÑÍA GENERAL DE ACEROS. Propiedades mecánicas de los materiales. Disponible en < <http://www.cga.com.co>>.

GAESSA. Motores eléctricos SITI. Disponible en <<http://www.gaessa.com/GAES/Castellano/Productos/Transmisiones/Motores/SITI/SITI.shtml>>

GROOVER, Mikell. Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. México: Prentice Hall, 2007

INTERMEC. Catálogo de elementos de transmisión de potencia. Disponible en <<http://www.intermec.com>>

MOTT, Robert. Diseño de elementos de máquinas. México: Pearson, 2006.

NTN CORPORATION. Catálogo de rodamiento y unidades de rodamientos. Disponible en < <http://www.ntnamerica.com>>.

NORTON, Robert L. Diseño de máquinas. México: Pearson, 1999.

PENAGOS HERMANOS. Página oficial de la compañía. Disponible en <www.penagos.com>.

ANEXOS

ANEXO A. PORTAFOLIO PRODUCTOS PENAGOS HERMANOS

Portafolio de productos

PENAGOS HERMANOS & CIA ha desarrollado diversos productos orientados al sector agroindustrial.

➤ **Maquinaria agrícola**

Unidad Compacta de Beneficio Ecológico (UCBE). Ha sido diseñada bajo los más rigurosos estándares de calidad con el fin de obtener bajos porcentajes de cascarilla y café trillado, y de permitir una clasificación de la pasilla (segundos y terceros) gracias a que posee una criba circular de varillas que permite el paso de grano de buena calidad hacia el desmucilagador. Las referencias que componen esta familia de productos son:

- UCBE 1500
- UCBE 2500
- UCBE 5000
- UCBE 7500
- UCBE 10000
- UCBE 20000
- ECOLINE 400
- ECOLINE 400Z
- ECOLINE 400ZS
- ECOLINE 800Z
- ECOLINE 800ZS
- ECOLINE 1.600
- DELVA 40S
- DELVA 50S
- DELVA 5.000
- DELVA 7.500
- DELVA 10.000
- DX-4

Figura 119. Productos referencia UCBE



Fuente: www.penagos.com

➤ **Unidad Compacta Beneficio Ecológico UCBE 2500**

La unidad compacta de beneficio ecológico UCBE 2500, puede procesar hasta 2500 kilogramos de café cereza por hora, con tan sólo 10.5 HP de potencia eléctrica, proporcionando porcentajes de trilla y cascaneo inferiores al 2%, y además garantizando la no presencia de granos en la pulpa.

Consta de una despulpadora cónica vertical DV 255 CM, que despulpa el café cereza maduro sin usar agua; Un DELVA 2500, que es un desmucilaginador elevador lavador vertical de café que desprende el mucilago del grano despulpado y lo lava, para entregarlo listo para el secado; una criba circular de varillas, que clasifica el café que va a ser procesado en el DELVA; un cepillo limpiador; un sin fin mezclador de pulpa y mucilago; y una estructura rígida, diseñada para soportar los anteriores equipos y pensada para obtener el mínimo espacio y a la vez que sea fácil de instalar y ubicar.

Para más información consulte las especificaciones técnicas mostradas en la parte inferior, o contacte directamente a nuestro distribuidor más cercano.

Ficha Técnica

Capacidad(Kg Cereza/Hora)	2000 – 2500
Potencia Requerida	Eléctrico 10.5 HP, Gasolina 16 HP
Peso Neto con motores Eléctricos	485 Kg
Areaminima de instalación	9 mts ²

Figura 120. UCBE 2500



Fuente: www.penagos.com

➤ **Despulpadoras Horizontales (DH).**

Nuevas Despulpadoras Horizontales fabricadas en costados de lámina, con pechero de hierro fundido rectificado, despulpa totalmente sin agua, minimizando el daño mecánico y el cascareo, sin pérdida de grano en la pulpa. Con transmisión silenciosa de cadena y piñón, durables camisas de acero inoxidable y pintura a base de poliuretano.

Modelos DH-2 y DH-4 (el numero hace referencia a su capacidad en kilogramos).

Figura 121. Productos referencia DH



Fuente: www.penagos.com

➤ **Advance Line DCV 306**

La novedosa tecnología de despulpe desarrollada y presentada por PENAGOS, trabaja completamente sin agua y presenta la relación capacidad/potencia más eficiente del mercado.

El novedoso diseño de los pecheros PENAGOS y su camisa de acero inoxidable hacen que la DCV despulpe solo los granos maduros sin despulpar los granos inmaduros, los cuales se separan posteriormente en una criba especial, mientras que los granos despulpados de café maduro continúan su proceso de secado, fermentación o desmucilaginado.

Especificaciones Técnicas:

Capacidad: 4000 kilos hora de café en fruta

potencia requerida: 2HP por metro cúbico de café

Consumo de Agua: 130Lt. por metro cúbico de fruta

Figura 122. Despulpadora DCV-306



Fuente: www.penagos.com

➤ **Picapastos**

Figura 123. Productos referencia PP

- PP7M
- PP600
- PP9 MV
- PP9 MR
- PP10/PP10T



Fuente: www.penagos.com

➤ Trituradores de Desechos Vegetales – TDV

Figura 124. Productos referencia TDV

- TDV 24
- TDV 24AR
- TDV 24 BT
- TP 32
- TRP 11



Fuente: www.penagos.com

ANEXO B. TABLAS PARA EL DISEÑO DEL VEHICULO

Tabla 46. Angulo de avance y eficiencias roscas Acme

TABLA 14-4
 Ángulo de avance y eficiencias para roscas estándar Acme con coeficientes de fricción $\mu = 0.15$

Tamaño	Ángulo de avance (grados)	Eficiencia %
1/4 - 16	5.2	36
5/16 - 14	4.7	34
3/8 - 12	4.5	34
7/16 - 12	3.8	30
1/2 - 10	4.0	31
5/8 - 8	4.0	31
3/4 - 6	4.5	34
7/8 - 6	3.8	30
1 - 5	4.0	31
1 1/8 - 5	3.6	28
1 1/4 - 5	3.2	26

Fuente: NORTON, Robert L. Diseño de máquinas

Tabla 47. Coeficientes de fricción

Steel screw and bronze or cast-iron nut			Thrust-collar friction		
Conditions	Average coefficient of friction, μ		Materials	Average coefficient of friction, μ_c	
	Starting	Running		Starting	Running
High-grade materials and workmanship and best running conditions . . .	0.14	0.10	Soft steel on cast iron	0.17	0.12
Average quality of materials and workmanship and average running conditions			Hardened steel on cast iron		
Poor workmanship or very slow and infrequent motion with indifferent lubrication or newly machined surfaces	0.18	0.13	Soft steel on bronze	0.10	0.08
			Hardened steel on bronze		
	0.21	0.15			

* After C. W. Ham and D. G. Ryan, An Experimental Investigation of the Friction of Screw Threads, *Univ. Illinois Eng. Expt. Sta. Bull.* 247, 1932.

Fuente: MOTT, Robert, Diseño de elementos de maquinas

Tabla 48. Factores de rotación, cargas radiales y de empuje

Factores V, X y Y para cojinetes radiales											
Tipo de cojinete			En relación con la carga, el anillo interior está:		Cojinetes de una sola hilera 1)				Cojinetes de doble hilera 2)		
			Rotatorio	Estacionario	$\frac{F_a}{F_r} > \epsilon$		$\frac{F_a}{F_r} \leq \epsilon$		$\frac{F_a}{F_r} > \epsilon$		
					V	V	X	Y	X	Y	X
3)	4)	5)									
Cojinetes de bola de ranura de contacto radial	$\frac{F_a}{C_0}$	$\frac{F_a}{i Z D_m^3}$									
	0.014	25									
	0.028	50									
	0.056	100									
	0.084	150									
	0.11	200	1	1.2							
	0.17	300									
	0.28	500									
	0.42	750									
	0.56	1000									
20°											
25°			1	1.2	0.43	1.00		1.09	0.70	1.63	
30°					0.41	0.87		0.92	0.67	1.44	
35°					0.39	0.76	1	0.78	0.63	1.24	
40°					0.37	0.66		0.66	0.60	1.07	
					0.35	0.57		0.55	0.57	0.93	
Cojinetes de bolas autoalineables			1	1	0.40	0.4 cot α	1	0.42 cot α	0.65	0.65 cot α	1.5 tan α
Cojinetes de rodillos autoalineables y cónicos			1	1.2	0.40	0.4 cot α	1	0.45 cot α	0.67	0.67 cot α	1.5 tan α

Fuente: NORTON, Robert L. Diseño de máquinas

Tabla 49. Especificaciones técnicas cadena ANSI # 25

CADENA NUMERO	DIMENSIONES							LIMITE DE ROTURA Lbs.	PESO Lbs. POR PIE 30.5 cms.
	PASO "P"	LARGO RODILLO "W"	DIAMETRO RODILLO "D"	DIAMETRO PASADOR "C"	GRUESO CHAPETA "F"	ANCHO CHAPETA "H"	M.		
25	1/4" * 6.35 mm	0.125	0.130	0.0905	0.030	0.234	0.188	0.875	0.09
35	3/8" * 9.52 mm	0.187	0.200	0.141	0.050	0.350	0.267	2.100	0.21
40	1/2" * 12.7 mm	0.312	0.312	0.156	0.060	0.466	0.380	3.700	0.42

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

Tabla 50. Sprockets Intermecc

REF	D	Dm	L	d
25B9	21,2	11	15	6,35
25B10	23,4	13	13	6,35
25B11	25,5	14	13	6,35
25B12	27,5	16	13	6,35
25B13	29,6	18	13	6,35
25B14	31,6	21	13	6,35
25B15	33,7	23	13	6,35
25B16	35,7	25	13	6,35
25B17	37,8	26	13	6,35
25B18	39,8	29	13	6,35
25B19	41,9	28	15	9,53
25B20	43,9	33	16	6,35
25B21	45,9	35	16	6,35
25B22	48,0	37	16	6,35
25B23	50,0	38	16	6,35
25B24	52,1	38	16	9,53
25B25	54,1	38	16	9,53
25B26	56,1	35	16	9,53
25B27	58,2	38	16	9,53
25B28	60,1	38	16	9,53
25B29	62,2	35	16	9,53
25B30	64,2	38	16	9,53
25B31	66,2	38	16	9,53
25B32	68,3	38	16	9,53
25B33	70,3	38	16	9,53
25B34	72,3	38	16	9,53
25B35	74,4	38	16	9,53

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

Tabla 51. Tabla de capacidad para cadenas

No. de dientes piñón conductor	R.P.M DEL PIÑÓN CONDUCTOR																	
	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1500	1800	2100	2500	3000	3500
9	0.02	0.04	0.12	0.18	0.25	0.31	0.41	0.50	0.58	0.67	0.79	0.93	1.06					
10	0.03	0.05	0.13	0.21	0.28	0.35	0.45	0.56	0.65	0.75	0.88	1.04	1.19					
11	0.03	0.05	0.14	0.23	0.31	0.39	0.50	0.62	0.73	0.83	0.98	1.15	1.32					
12	0.03	0.06	0.16	0.25	0.34	0.43	0.55	0.68	0.80	0.92	1.07	1.26	1.45					
13	0.04	0.06	0.17	0.27	0.37	0.47	0.60	0.74	0.87	1.00	1.17	1.38	1.59					
14	0.04	0.07	0.19	0.30	0.40	0.50	0.65	0.80	0.94	1.08	1.27	1.49	1.71					
15	0.04	0.07	0.20	0.32	0.43	0.54	0.70	0.86	1.01	1.17	1.36	1.61	1.85					
16	0.04	0.08	0.22	0.34	0.47	0.58	0.76	0.92	1.09	1.25	1.46	1.72	1.98					
17	0.05	0.08	0.23	0.37	0.50	0.62	0.81	0.99	1.16	1.33	1.56	1.84	2.11					
18	0.05	0.09	0.25	0.39	0.53	0.66	0.86	1.05	1.24	1.42	1.66	1.96	2.25					
19	0.05	0.09	0.26	0.41	0.56	0.70	0.91	1.11	1.31	1.50	1.76	2.07	2.38					
20	0.06	0.10	0.28	0.44	0.59	0.74	0.96	1.17	1.38	1.59	1.86	2.19	2.52					
21	0.06	0.11	0.29	0.46	0.62	0.78	1.01	1.24	1.46	1.68	1.96	2.31	2.66					
22	0.06	0.11	0.31	0.48	0.66	0.82	1.07	1.30	1.53	1.76	2.06	2.43	2.79					
23	0.06	0.12	0.32	0.51	0.69	0.86	1.12	1.37	1.61	1.85	2.16	2.55	2.93					
24	0.07	0.13	0.34	0.53	0.72	0.90	1.17	1.43	1.69	1.94	2.27	2.67	3.07					
25	0.07	0.13	0.35	0.56	0.75	0.94	1.22	1.50	1.76	2.02	2.37	2.79	3.21					
26	0.07	0.14	0.37	0.58	0.79	0.98	1.28	1.56	1.84	2.11	2.47	2.91	3.34					
28	0.08	0.15	0.40	0.63	0.85	1.07	1.38	1.69	1.99	2.29	2.68	3.15	3.62					
30	0.08	0.16	0.43	0.68	0.92	1.15	1.49	1.82	2.15	2.46	2.88	3.40	3.90					
32	0.09	0.17	0.46	0.73	0.98	1.23	1.60	1.95	2.30	2.64	3.09	3.64	4.18					
35	0.10	0.19	0.51	0.80	1.08	1.36	1.75	2.15	2.53	2.91	3.41	4.01	4.61					
40	0.12	0.22	0.58	0.92	1.25	1.57	2.03	2.48	2.93	3.36	3.93	4.64	5.32					
45	0.13	0.25	0.66	1.05	1.42	1.78	2.31	2.82	3.32	3.82	4.47	5.26	6.05					
	Lubricación Tipo A										Lubricación Tipo B							

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

ANEXO C. LISTA DE CHEQUEO 5'S

Tabla 52. Lista de chequeos 5 S's

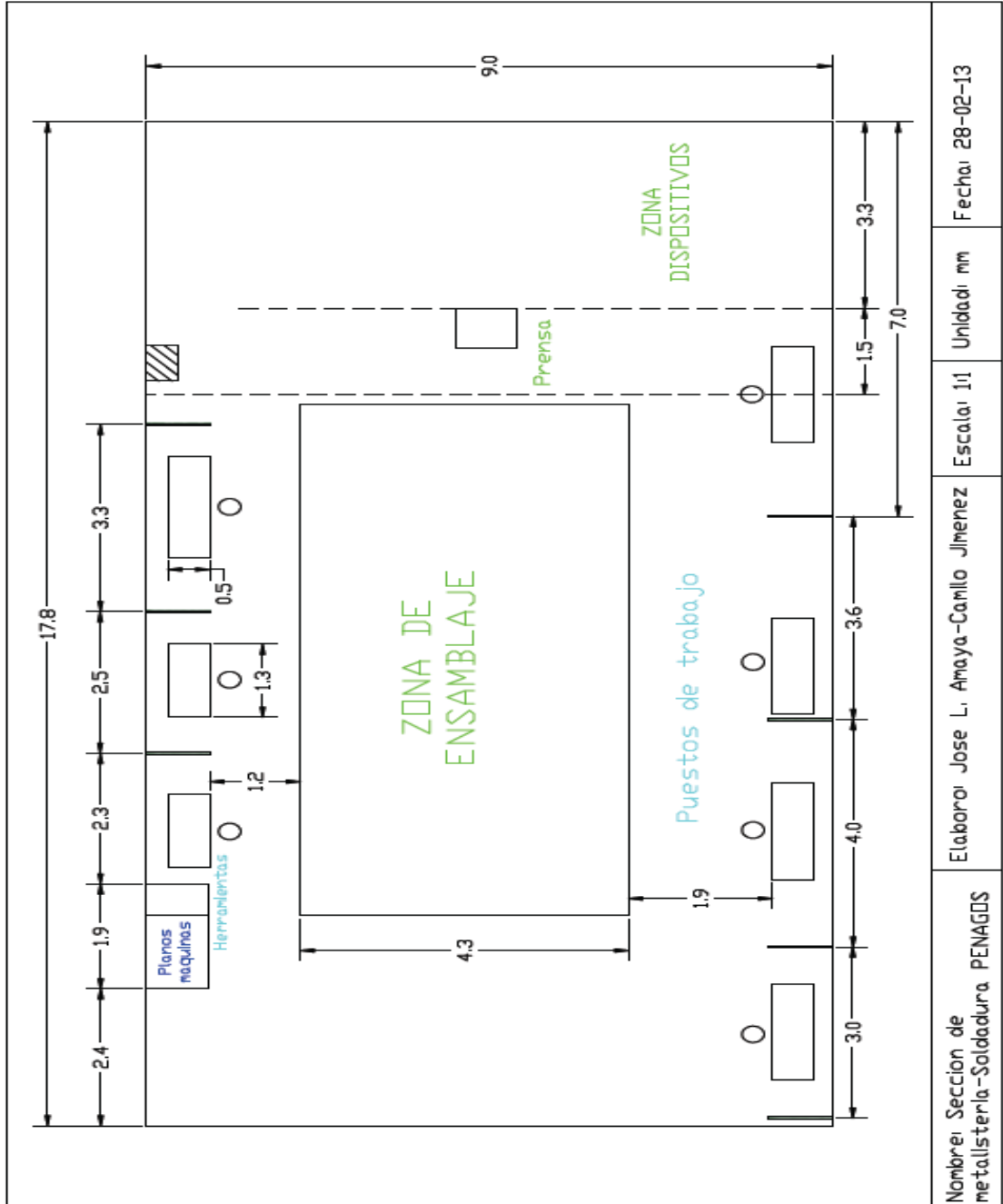
LISTA DE CHEQUEO 5 S'S						
SECCIÓN:	REVISADO:	FECHA:				
Marque 1. Nunca 2. Rara vez 3. Algunas veces 4. Casi siempre 5. Siempre		1	2	3	4	5
1.1 Se controlan la cantidad de productos almacenados en su puesto de trabajo?						
1.2 ¿Los elementos que son de uso suyo, para su labor, están en su puesto de trabajo?						
1.3 En su puesto de trabajo <u>SOLO</u> existen los objetos necesarios para laborar según el lote de producción?						
1.4 ¿Están todos los elementos clasificados según su frecuencia de uso en su puesto de trabajo?						
1.5 ¿Están separados los productos de pedidos anteriores y los de la producción actual?						
1.6 ¿Tiene usted la información e instrucciones necesarias, para la elaboración de su trabajo?						
1.7 ¿ <u>NO</u> existe algún elemento que por su mala ubicación en su puesto de trabajo, atente contra su salud?						
1.8 ¿El piso se encuentra libre de dispositivos y/o herramientas?						
2.1 ¿Los implementos necesarios para su trabajo están en el lugar que corresponde?						
2.2 ¿Al iniciar su jornada, usted busca sus implementos en un lugar específico, al terminar los lleva a ese mismo lugar?						
2.3 ¿Están rotulados los equipos, herramientas, dispositivos, estantes, gavetas, archivadores y áreas de las secciones y puestos de trabajo?						
2.4 ¿Se encuentra bien distribuido el puesto de trabajo?						
2.5 ¿ Botellas, vasos, cascos de seguridad, llaves, guantes de operadores y otros <u>NO</u> se encuentran sobre los equipos, mesas, estanterías y elementos en general de los puestos de trabajo?						
2.6 ¿Están señalizadas la zona de herramientas y/o dispositivos y estos mismos?						
2.7 ¿Hay fácil acceso a extintores y sistemas de emergencia?						
2.8 ¿Son visibles e identificados los dispositivos de seguridad de los equipos de producción?						
2.9 ¿La ropa y objetos personales, suyos o de sus compañeros se ubican en los lugares apropiados?						
3.1 ¿Esta limpio su puesto de trabajo?						
3.2 ¿Limpia a diario su puesto?						
3.3 ¿Tiene suficientes implementos de limpieza y estos son los adecuados?						
3.4 ¿ La Admón. hace campañas de limpieza?						
3.5 ¿ Su puesto de trabajo están libres de polvo, mugre, virutas, pegantes adheridos, chorreaduras de aceite o grasa?						
3.6 ¿ Están las lámparas, focos, limpios y en buen estado?						

3.7 ¿ Las estanterías, gavetas y archivadores están libres de polvo?					
3.8 ¿ Conoce usted la existencia de un manual de limpieza?					
3.9 ¿ Los desperdicios, sobrantes y retales de material tienen una ubicación específica lejos de su puesto o equipo de trabajo, de manera que no le incomoden?					
4.1 ¿ Se respetan las zonas de trabajo?					
4.2 ¿ Hay niveles aceptables, agradables, de ruido, polvo, calor, iluminación?					
4.3 ¿ Hay zonas específicas para comer, fumar, etc.?					
4.4 ¿ Existen reglas establecidas para la eliminación de desperdicios en su sección y puesto de trabajo?					
4.5 ¿ Existen reglas establecidas para eliminar elementos y artículos innecesarios?					
4.6 ¿ Están los uniformes en buen estado y limpios siempre a la hora de laborar?					
4.7 ¿ La planta esta libre de goteras, o resplandor o algún otro distractor que le incomode en la realización de su trabajo?					
4.8 ¿ Se da seguimiento periódico a la limpieza de todas las áreas y secciones de la empresa?					
4.9 ¿ Conoce las cinco eses ?					
4.10 ¿ Existen indicadores sobre cinco eses?					
5.1 ¿ Limpia su lugar de trabajo por iniciativa propia ?					
5.2 ¿ Está usted dispuesto a aplicar la técnica de cinco (5) eses?					
5.3 ¿ Colaboran sus compañeros con la aplicación de las cinco (5) eses?					
5.4 ¿ Utiliza el espacio de forma adecuada?(su puesto, donde van las herramientas?, materiales, etc.)?					
5.5 ¿ Es usted consciente de que si su puesto esta en orden, eso le motiva y le impulsa a trabajar mejor?					
5.6 ¿ El personal llega a tiempo a su trabajo?					
5.7 ¿ Se sentiría orgulloso de mostrar la planta u oficinas a los clientes o visitantes y familiares?					
5.8 ¿ La empresa capacita a los operarios, supervisores y colaboradores sobre la seguridad industrial de tal forma que estén preparados para cualquier situación de emergencia ?					
5.9 ¿ Los operarios, supervisores y colaboradores llevan acabo sus labores teniendo en cuenta las normas básicas de seguridad?					

Fuente: Fuente: SAHIRI Cindy, CAMARGO Orlando, PINZON Anderson (2010)
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CADENA DE VALOR Y DE LOS RECURSOS
RESTRICTIVOS DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (RRCP) EN LAS ÁREAS DE
MECANIZADO Y METALISTERÍA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PENAGOS HERMANOS.
(Proyecto de grado). Ingeniería Industrial. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga

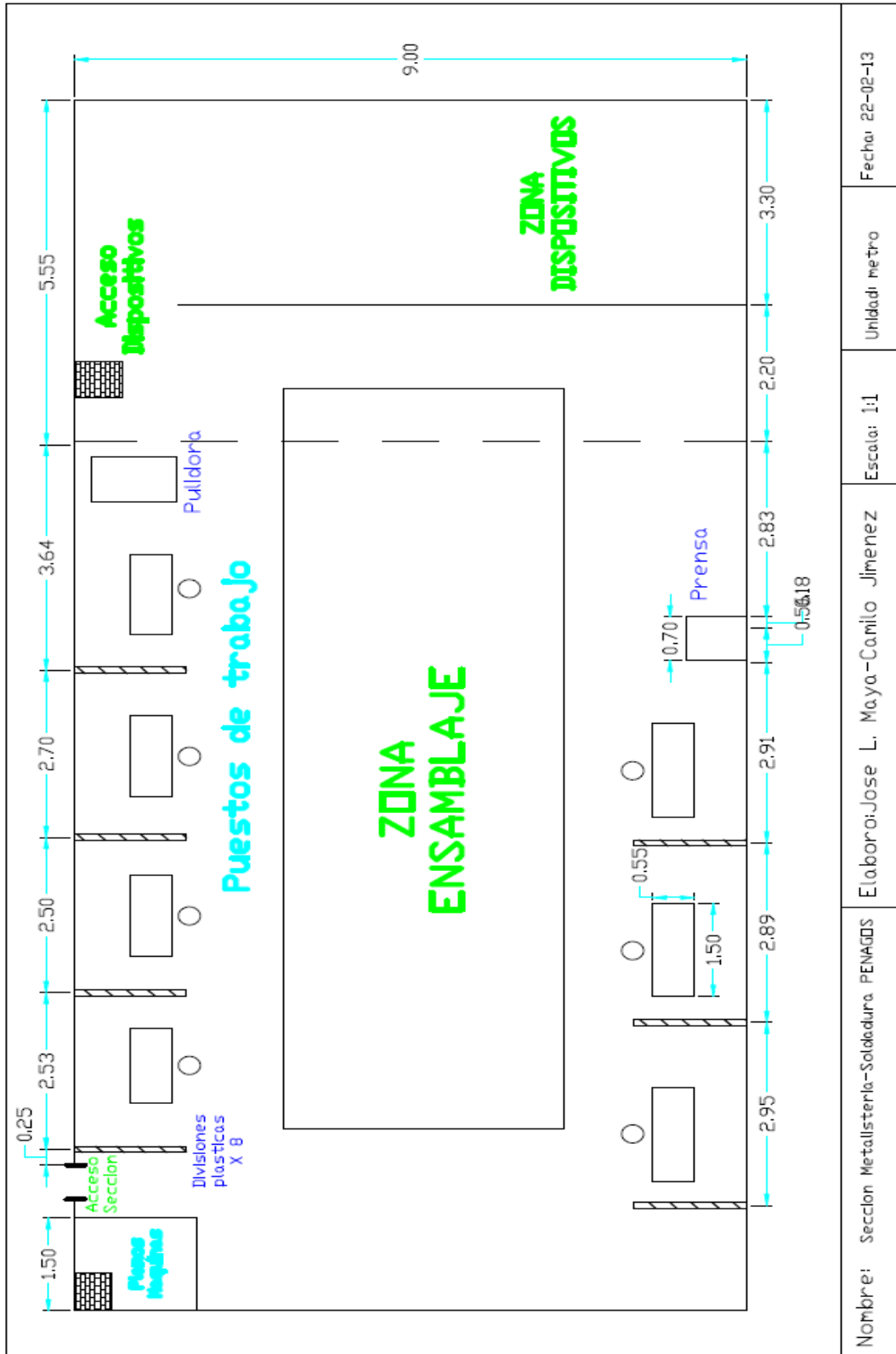
ANEXO D. PLANOS SECCION METALISTERIA

Figura 125. Plano sección antigua



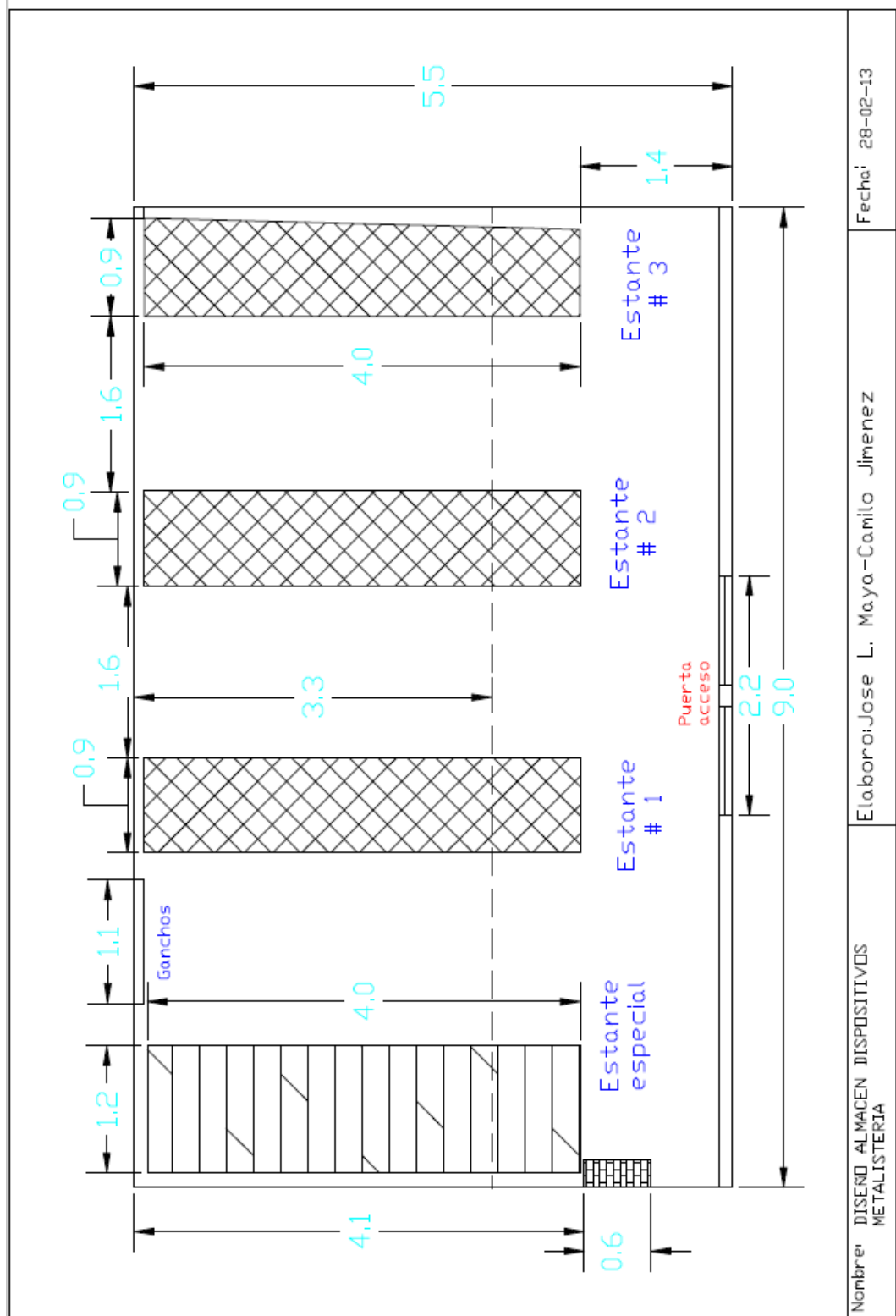
Fuente: Autores

Figura 126. Plano sección nueva



Fuente: Autores

Figura 127. Plano almacen dispositivos



Nombre: DISEÑO ALMACEN DISPOSITIVOS METALISTERIA	Elaborador: Jose L. Maya-Camilo Jimenez	Fecha: 28-02-13
--	---	-----------------

Fuente: Autores

ANEXO E. COMPONENTES DCV-306

Figura 128. Explosión componentes despulpadora 306

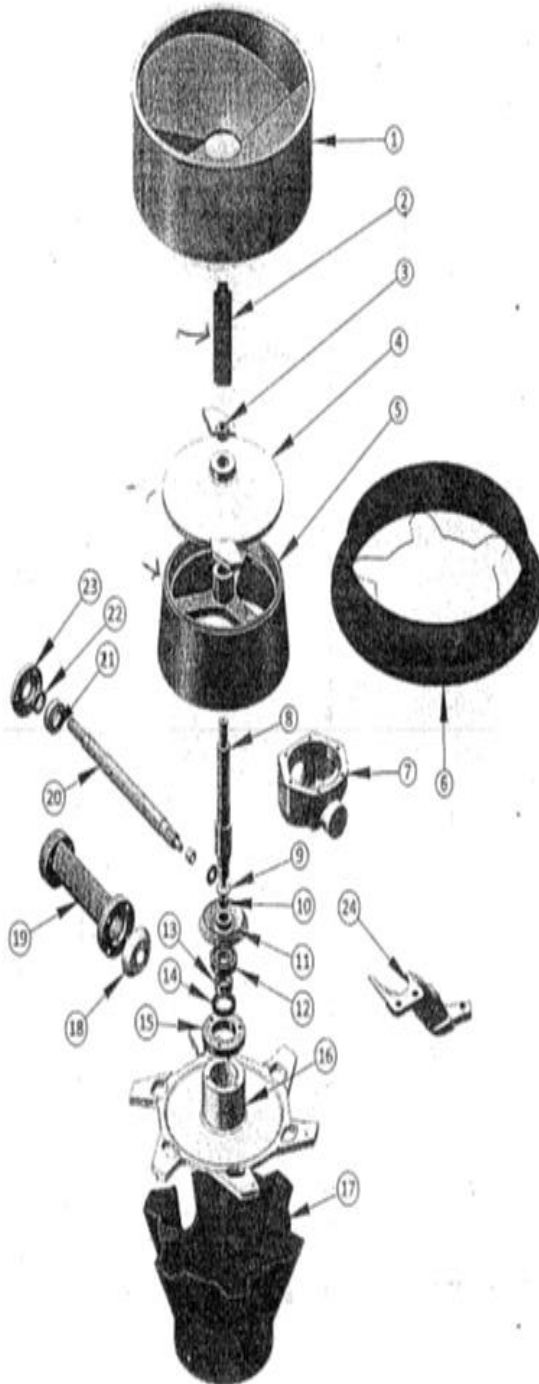
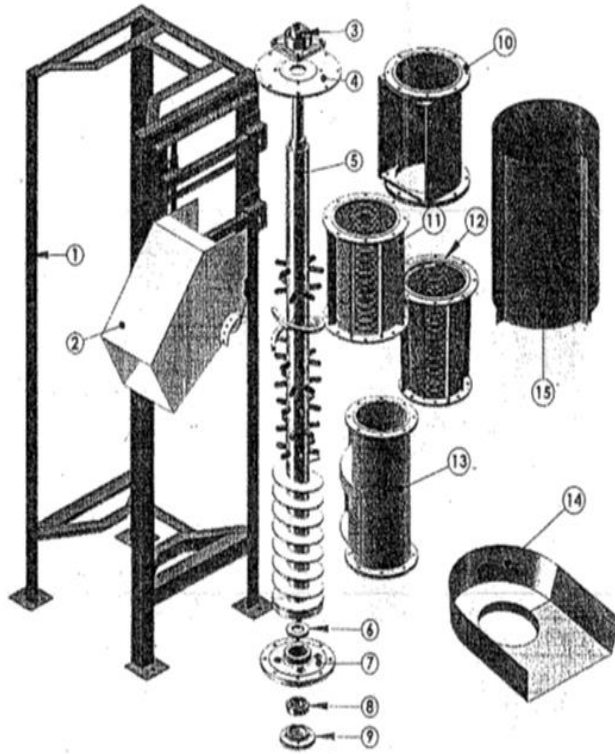


TABLA DE PARTES DESPULPADORA DCV 306		
NUMERO	REFERENCIA	NOMBRE
1		TONVA
2	DCV 306-1H	ALIMENTADOR
3		TUERCA DE M"
4	DCV 306-1B	AGITADOR
5	DCV 306-2H	CONO ENCAMISADO
6	DCV 306-2AL	BASTIDOR
7		CODO TRANSMISION
8		EJE VERTICAL
9		ARANDELA PLANA
10		TUERCA DE SEGURIDAD
11		PIÑON BRONCE 16Z
12		RODAMIENTO 6206
13		LANZAGOTAS
14		RETENEDOR 55-40-7
15	DCV 306-2AL	TAPA RODAMIENTO EJE VERTICAL
16	DCV 306-2B	ESTRELLA
17	DCV 306-4AL	BASE
18		PIÑON BRONCE 10Z
19	DCV 306-3H	BRAZO SOPORTE EJE HORIZONTAL
20		EJE HORIZONTAL
21		RODAMIENTO 6205
22		RETENEDOR 38-25-7
23		TAPA RODAMIENTO EJE HORIZONTAL
24	DCV 306-3B	PECHERO VIBROELASTICO

Fuente: Manual técnico DCV-306

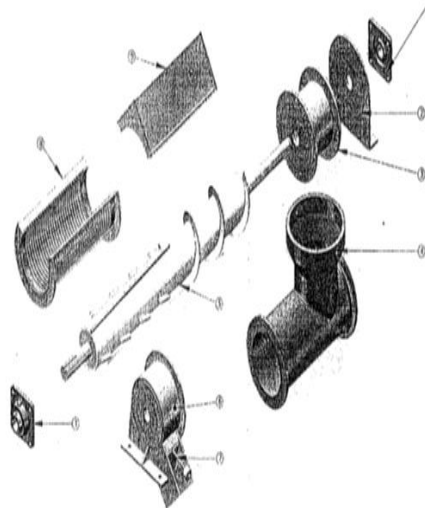
Figura 129. Explosión componentes DX-2



NUMERO	REFERENCIA	NOMBRE
1		ESTRUCTURA
2		CANAL DE SALIDA
3		CHUMACERA FY DE 1 1/4"
4		TAPA DE CABEZOTE
5		ROTOR
6		RETENEDOR DE
7		TAPA BASTIDOR
8		RODAMIENTO 7206
9		TAPA RODAMIENTO INFERIOR
10		CABEZOTE
11		CANASTA CILINDRICA
12		CANASTA CONICA
13		BASTIDOR
14		BANDEJA DE MUCILAGO
15		GUARDAS

Fuente: Manual técnico DCV-306

Figura 130. Explosión componentes criba clasificación

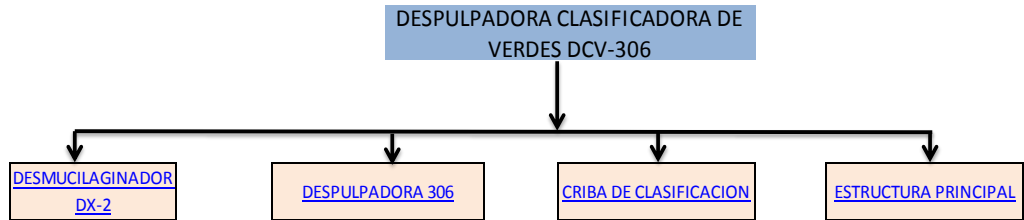


NUMERO	REFERENCIA	NOMBRE
1		CHUMACERA FY DE 1 3/4"
2	DCV 306-SH	SOPORTE
3	DCV 306-BAL	CARRETE
4	DCV 306-SAL	BASTIDOR CRIBA
5		ROTOR
6	DCV 306-19H	TUBO SALIDA CRIBA
7		COMPUERTA ABATIBLE CRIBA
8		CANASTA REMOVIBLE
9		TAPA SUPERIOR CANASTA

Fuente: Manual técnico DCV-306

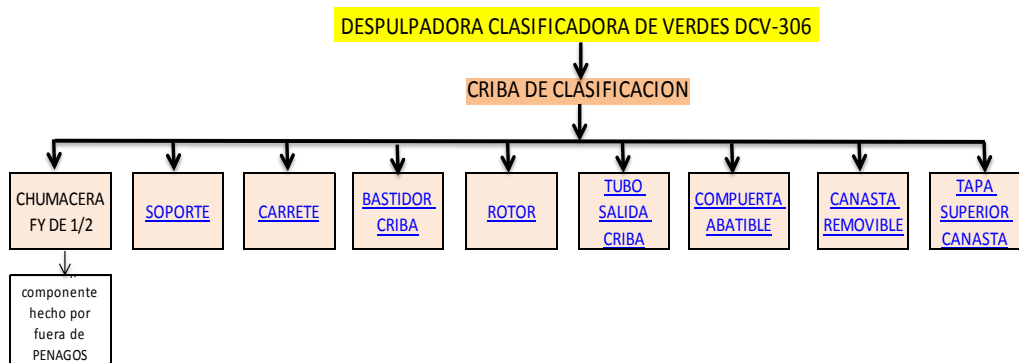
ANEXO F. HOJA DE RUTA DCV-306

Figura 131. Componentes principales DCV-306



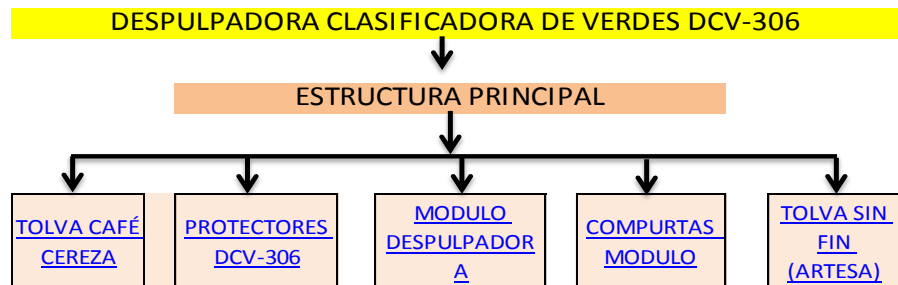
Fuente: Autores

Figura 132. Componentes criba de clasificación



Fuente: Autores

Figura 133. Componentes estructura principal



Fuente: Autores

1. Hojas de ruta DX-2

Tabla 53. Hoja de ruta de estructura DX-2

Parte No.	Nombre de Pieza	FORMATO HOJA DE RUTA				penagos
		DESMUCILAGINADOR DX-2				
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
1	ESTRUCTURA DX-2					
ANGULO A36 1 1/2 X 3/16	-		020-026	17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE DE ANGULOS (38)	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			95 m
2	DESTIJERE DE ANGULOS (11)	METALISTERIA	PLASMA MANUAL			25 m
2	CORTE DE PLATINAS	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			4 m
3	CORTE PLANCHUELAS (4)	METALISTERIA	PLASMA CNC			15 m
4	PULIR CORTES	METALISTERIA	PULIDORA			15 m
5	CORTE TENSOR BASE MOTOR	METALISTERIA	SEGUETA MECANICA			4 m
6	TRANSPORTE TENSOR A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			4 m
7	PERFORAR BUJE	MECANIZADO	TALADRO MASS			1 m
8	REFRENATAR BUJE	MECANIZADO	TORNO CONVECCIONAL			2 m
9	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			4 m
10	ARMADO BASE MOTOR	SOLDADURA	SOL. MIG			12 m
11	ARMADO TOTAL ESTRUCTURA	SOLDADURA	SOL. MIG			5 h
12	TALADRAR ESTRUCTURA	SOLDADURA	TALADRO MANUAL			8 m
13	ENSAMBLE DELVA FILTRO Y PROTECTOR	SOLDADURA	ENSAMBLE MANUAL			10 m
14	TRANSPORTE A PINTURA		CARRETILLA MANUAL			2 m
15	PINTURA	PINTURA				5 m
16	SECADO	PINTURA	HORNO			40 m

Fuente: Autores

Tabla 54. Hoja de ruta de canal de salida

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza					
2	CANAL DE SALIDA					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
LAMINA HR CALIBRE 18			048-096-047-046	17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE LATERALES (5)	METALISTERIA	PLASMA CNC			12 m
2	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			10 m
3	PUNZONADO	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			10 m
4	CORTE TAPA TUBO	METALISTERIA	PLASMA CNC			3,5m
5	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			10 m
6	DOBLAR (37)	METALISTERIA	DOBLADORA			20 m
7	CORTAR CINTA SUPERIOR E INFERIOR	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			3 m
8	DOBLAR	METALISTERIA	DOBLADORA			2 m
9	CORTE DISCO COMPUERTA	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			3 m
10	DOBLAR	METALISTERIA	DOBLADORA			2 m
11	CORTE GRADUACION COMPUERTA	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			3 m
12	PUNZONADO	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			10 m
13	CORTE BOCA-TUBO SALIDA	METALISTERIA	PLASMA CNC			4 m
14	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			6 m
15	DOBLAR	METALISTERIA	DOBLADORA			5 m
16	PUNZONADO	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			4 m
17	ARMADO	SOLDADURA	SOL. MIG			120 m
18	PULIR	SOLDADURA	PULIDORA			20 m
19	TRANSPORTE A PINTURA	PINTURA	CARRETILLA MANUAL			2 m
20	PINTURA	PINTURA				5 m
	SECADO	PINTURA	HORNO			30 m

Fuente: Autores

Tabla 55. Hoja de ruta de tapa cabezote

		FORMATO HOJA DE RUTA DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza						
4	TAPA CABEZOTE						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
LAMINA HR 1/2 [in]				17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Cido	
1	PERFORADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			2,5 m	
2	CILINDRADO EXTERNO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			14 m	
3	MECANIZADO HEMBRA	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			25 m	
4	MECANIZADO MACHO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			21m	
5	RECTIFICADO DEL PERFORADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			2 m	
6	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			4 m	
7	ROSCADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			6 m	
8	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			3 m	

Fuente: Autores

Tabla 56. Hoja de ruta de rotor DX-2

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza						
5	ROTOR DX-2						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
ACERO 1045	-		No registra	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	CORTE TUBO	MECANZADO	SEGUETA MECANICA			3 m	
2	CORTE PUNTAS	MECANZADO	SEGUETA MECANICA			5 m	
3	SOLDAR PUNTAS ROTOR	SOLDADURA	SOL MIG			15 m	
4	TRANSPORTE A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			4 m	
5	CENTRAR PUNTAS	MECANZADO	TORNO CONVENCIONAL			6 m	
6	PERFORAR	MECANZADO	TORNO CONVENCIONAL			7,8 m	
7	ROSCADO INTERNO	MECANZADO	TORNO CONVENCIONAL			8 m	
8	SOLDAR AROS ROSCA AL ROTOR	SOLDADURA	SOL MIG			50 m	
9	PULIR	SOLDADURA	PULIDORA			15 m	
10	SOLDAR DEDOS	SOLDADURA	SOL MIG			45 m	
11	SOLDAR ROSCA INTERMEDIA	SOLDADURA	SOL MIG			5 m	
12	RESOLDAR DEDOS	SOLDADURA	SOL MIG			140 m	
13	TRANSPORTE A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			4 m	
14	RECTIFICADO PUNTAS ROTOR	MECANZADO	TORNO CONVENCIONAL			16 m	
15	RECTIFICADO EXTERNO ROSCAS	MECANZADO	TORNO CONVENCIONAL			30 m	
16	TRANSPORTE A ENSAMBLE	ENSAMBLE	PULIDORA			4 m	
17	PULIR ROTOR	SOLDADURA	PULIDORA			20 m	
18	BALANCEO MANUAL ROTOR	SOLDADURA	SOL MIG			30 m	
19	TRANSPORTE A PINTURA		CARRETILLA MANUAL			1 m	
20	PINTURA	PINTURA				10 m	
21	SECADO PINTURA	PINTURA	HORNO			35 m	
22	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			1 m	

Fuente: Autores

Tabla 57. Hoja de ruta de tapa bastidor

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza					
7	TAPA BASTIDOR					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
FUNDICION GRIS				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	REFRENTADO UNA CARA	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3 m
2	CILINDRADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			4 m
3	CONTORNEADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3 m
4	ALESADO INTERIOR	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			5 m
5	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			2 m
6	ROSCADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			4 m
7	REFRENTADO OTRA CARA	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3 m
8	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			2 m
9	ROSCADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			4 m
10	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			3 m



Fuente: Autores

Tabla 59. Hoja de ruta de cabezote

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza					
10	CABEZOTE					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
FUNDICIO GRIS				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CILINDRADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			7 m
2	REFRENTADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			4 m
3	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			2 m
4	ROSCADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			4 m

Fuente: Autores

Tabla 60. Hoja de ruta de tapa cabezote

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza					
4	TAPA CABEZOTE					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
LAMINA HR 1/2 [in]				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	PERFORADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			2,5 m
2	CILINDRADO EXTERNO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			14 m
3	MECANIZADO HEMBRA	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			25 m
4	MECANIZADO MACHO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			21m
5	RECTIFICADO DEL PERFORADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			2 m
6	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			4 m
7	ROSCADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			6 m
8	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			3 m



Fuente: Autores

Tabla 61. Hoja de ruta de canastas

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza						
11	CANASTAS						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
ACERO INOX				17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	CORTE PLATOS	METALISTERIA	PLASMA CNC			6 m	
2	TRANSPORTAR PLATOS A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			2 m	
3	CILINDRADO INTERNO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			6,9 m	
4	CILINDRADO EXTERNO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			5,9	
5	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			4 m	
6	SOLDAR VARILLA 3/16 [in]	SOLDADURA	SOL. MIG			25 m	
7	PULIR SOLDADURA	SOLDADURA	PULIDORA			15 m	
8	TRANSPORTAR A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			4 m	
9	REFRENTAR	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			7 m	
10	ENROLLAR VARILLA Y ALAMBRE DE 0,5 [mm]	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			35 m	
11	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			4 m	
12	SOLDAR PLATINAS REFUERZO	SOLDADURA	SOL. MIG			35 m	
13	DESMONTE DISPOSITIVO ARMADO	METALISTERIA	PRENSA HIDRAULICA			4 m	
14	TALADAR HUECOS PLATO	MECANIZADO	TALADRO			2,5 m	
15	SOLDAR RETARDADORES	SOLDADURA	SOL. MIG			15 m	
16	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			3 m	
17	PULIR	ENSAMBLE CAFÉ	PULIDORA			15 m	
18	TRANSPORTE A ZINCADO (si es hierro)		CARRETILLA MANUAL			2 m	
19	ZINCADO	ZINCADO				40 m	



Fuente: Autores

Tabla 62. Hoja de ruta de dedo común

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza						
14	DEDO COMUN						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
ACERO 5/8 [in]				17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	REFRENTADO ARCO	MECANIZADO	CNC			0,5 m	
2	RECTIFICADO ARCO	MECANIZADO	CNC			0,4 m	
3	BISELADO CARA PLANA	MECANIZADO	CNC			0,8 m	
4	CORTE CARA BISELADA	MECANIZADO	CNC			0,5 m	
5	REFRENTADO CARA BISELADA	MECANIZADO	CNC			0,3 m	
6	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			4 m	

Fuente: Autores

Tabla 63. Hoja de ruta de dedo piloto

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza						
15	DEDOS PILOTO ROTOR						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
ACERO 5/8 [in]				17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	REFRENTADO	MECANIZADO	CNC			1 m	
2	CILINDRADO	MECANIZADO	CNC			0,7 m	
3	BISELADO	MECANIZADO	CNC			1,5 m	
4	CORTADO	MECANIZADO	CNC			1,3 m	
5	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			4 m	



Fuente: Autores

Tabla 64. Hoja de ruta de dedo limpiador

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza					
1	DEDO LIMPIADOR ROTOR					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
ACERO 5/8				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	REFRENTADO	MECANIZADO	CNC			1,5
2	BISELADO	MECANIZADO	CNC			1,1
3	CORTE	MECANIZADO	CNC			1,5 m
4	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			4 m

Fuente: Autores

Tabla 65. Hoja de ruta de buje dedos

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza					
1	BUJE DEDOS ROTOR					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
ACERO 3/8 [in] INOX				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	REFRENTADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			1,5
2	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			1,1
3	TRONZADO		TORNO CONVENCIONAL			0,5 m
4	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			4 m

Fuente: Autores

Tabla 66. Hoja de ruta de rosca rotor

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza					
5	ROSCAS ROTOR DX-2					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
LAMINA HR CALIBE 10				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE ROSCAS	METALISTERIA	CNC PLASMA			16 m
2	PULIR ROSCAS	METALISTERIA	PULIDORA			15 m
3	TRANSPORTE A MECANIZADO		CARRETILLA AMNUAL			1 m
4	CILINDRAR DIAM. INTERNO ROSCA	MECANZADO	TORNO CONVENCIONAL			1 m
5	ESTIRAR ROSCAS	MECANZADO	PRENSA HIDRAULICA			0,7 m
6	TRANSPORTE A SOLDADURA					2 m

Fuente: Autores

Tabla 67. Hoja de ruta de hélice intermedia rotor

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza					
5	HELICE INTERMEDIA ROTOR DX-2					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
ACERO				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE HELICE	METALISTERIA	CNC PLASMA			3 m
2	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			15 m
3	TRANSPORTE A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			1 m
4	CILINDRAR DIAM. INTERNO HELICE	MECANZADO	TORNO CONVENCIONAL			2 m
5	ESTIRAR ROSCAS	MECANZADO	PRENSA HIDRAULICA			0,7 m
6	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			2 m


Fuente: Autores

Tabla 68. Hoja de ruta de bastidor tangencial

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza						
13	BASTIDOR TANGENCIAL						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
ALUMINIO + ACERO INOX (camisa)			020-106-100	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	ALESADO	MECANIZADO	ALESADORA			50 m	
2	CORTE CAMISA	METALISTERIA	PLASMA CNC			5 m	
3	TRANSPORTAR A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			4 m	
4	CILINDRAR	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			12 m	
5	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			4 m	
6	SOLDAR CAMISA	SOLDADURA	SOL. TIG			15 m	
7	AJUSTE CAMISA AL BASTIDOR	METALISTERIA	PRENSA HIDRAULICA			4 m	
8	SOLDAR TOPE	SOLDADURA	SOL. MIG			4 m	
9	TRANSPORTE A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			4 m	
10	REFRENTADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3 m	
11	FRESADO PARTE LATERAL BASTIDOR	MECANIZADO	FRESADORA			14 m	
12	TALADRAR HUECOS BASTIDOR	MECANIZADO	TALADRO MASS			2 m	
13	TRANSPORTE A METALISTERIA		CARRETILLA MANUAL			3 m	
14	CORTE COMPUERTA BASTIDOR	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			3 m	
15	COLOCAR TOPE Y PASADOR COMPUERTA	SOLDADURA	SOL. MIG			10 m	
16	PUNZONAR LATERALES COMPUERTA	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			6 m	
17	DOBLAR COMPUERTA Y LATERALES	METALISTERIA	DOBLADORA			8 m	
18	PULIR COMPUERTA	METALISTERIA	PULIDORA			10 m	
19	SOLDAR COPUERTA AL BASTIDOR	SOLDADURA	SOL. MIG			10 m	
20	TRANSPORTE A PINTURA		CARRETILLA MANUAL			1 m	
21	PINTURA	PINTURA				10 m	
22	SECADO PINTURA	PINTURA	HORNO			35 m	
23	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			1 m	



Fuente: Autores

Tabla 69. Hoja de ruta de bandeja mucilago

	FORMATO HOJA DE RUTA					
DESMUCILAGINADOR DX-2						
Parte No.	Nombre de Pieza					
14	BANDEJA MUCILAGO					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
LAMINA HR CALIBRE 18	-			17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE LAMINA	METALISTERIA	PLASMA CNC			4 m
2	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			3 m
3	PUNZONADO	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			5 m
4	DOBLAR	METALISTERIA	DOBLADORA			4 m
5	ARMADO	SOLDADURA	SOL. MIG			15 m
6	PULIR	SOLDADURA	PULIDORA			7 m
7	TRANSPORTE A PINTURA	PJNTURA	CARRETILLA MANUAL			2 m
8	PINTURA	PINTURA				10 m
9	SECADO	PINTURA	HORNO			35 m

Fuente: Autores

Tabla 70. Hoja de ruta de soporte bandeja mucilago

	FORMATO HOJA DE RUTA					
DESMUCILAGINADOR DX-2						
Parte No.	Nombre de Pieza					
15	SOPORTE BANDEJA MUCILAGO					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
LAMINA HR CALIBRE 10				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE ANILLOS	METALISTERIA	PLASMA CNC			4 m
2	CORTE CINTA ANILLOS	METALISTERIA	PLASMA CNC			2 m
3	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			3 m
4	PUNZONAR	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			2 m
6	CILINDRADO	SOLDADURA	DISPOSITIVO			4 m
7	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			4 m
8	ARMADO SOPORTE	SOLDADURA	SOL. MIG			15 m
9	PULIR	SOLDADURA	PULIDORA			10 m
10	TRANSPORTE A PINTURA	PJNTURA	CARRETILLA MANUAL			3 m
11	PINTURA	PINTURA				10 m
	SECADO	PINTURA	HORNO			30 m

Fuente: Autores

Tabla 71. Hoja de ruta de guardas mucilago

Parte No.	Nombre de Pieza		FORMATO HOJA DE RUTA			
	GUARDAS MUCILAGO		DESMUCILAGINADOR DX-2			
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
ACERO				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE (5)	METALISTERIA	PLASMA CNC			10 m
2	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			5 m
3	PUNZONAR	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			15 m
4	TRANSPORTE A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			3 m
5	CILINDRAR	SOLDADURA	DISPOSITIVO			10 m
7	DOBLAR	METALISTERIA	DOBLADORA			3 m
8	CORTE MANIJAS	METALISTERIA	PLASMA CNC			4 m
9	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			5 m
10	DOBLAR	METALISTERIA	DOBLADORA			2 m
11	ARMADO	SOLDADURA	SOL .MIG			15 m
12	PULIR	SOLDADURA	PULIDORA			4 m
13	TRANSPORTE A PINTURA	PINTURA	CARRETILLA MANUAL			2 m
14	PINTURA	PINTURA				5 m
15	SECADO	PINTURA	HORNO			30 m

Fuente: Autores

Tabla 72. Hoja de ruta de alimentador

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza						
16	ALIMENTADOR						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
ACERO			057-053-050-058	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	CORTE TUBO 6[in]	METALISTERIA	SEGUETA MECANICA			10 m	
2	CORTE EJE ALIMENTADOR	METALISTERIA	SEGUETA MECANICA			4 m	
3	TRANSPORTAR A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			3 m	
4	REFRENTADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			4 m	
5	CORTE PLATOS TUBO	METALISTERIA	PLASMA CNC			5 m	
6	CORTE ROSCA ALIMENTADOR	METALISTERIA	PLASMA CNC			3 m	
7	PUNZONAR PLATOS	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			10 m	
8	PULIR ROSCA	METALISTERIA	PULIDORA			5 m	
9	SOLDAR PLATOS AL TUBO	SOLDADURA	SOL. MIG			15 m	
10	SOLDAR AROS ROSCA	SOLDADURA	SOL. MIG			10 m	
11	PULIR	SOLDADURA	PULIDORA			5 m	
12	SOLDAR ROSCA AL EJE	SOLDADURA	SOL. MIG			10 m	
13	TRANSPORTAR A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			4 m	
14	CILINDRAR ROSCA	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			4 m	
15	TRANSPORTE A PINTURA	PINTURA	CARRETILLA MANUAL			3 m	
16	PINTURA	PINTURA				10 m	
17	SECADO	PINTURA	HORNO			30 m	

Fuente: Autores

Tabla 73. Hoja de ruta de filtro

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza						
9	FILTRO						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
HIERRO GALVANIZADO			035-033-029-036-037	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	CORTE TUBO	MECANIZADO	SEGUETA MECANICA			4 m	
3	REFRENTADO TUBO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			2 m	
4	REFRENTADO ARANDELA	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			1,5 m	
5	CILINDRADO ARANDELA	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3 m	
6	PULIR TAPAS	METALISTERIA	PULIDORA			5 m	
7	CORTE PALTINA MANIJA	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			2 m	
8	CORTE TORNILLO	METALISTERIA	SEGUETA MECANICA			4 m	
9	ARMADO DEL FILTRO	SOLDADURA	SOL .MIG			30 m	
10	PULIR	SOLDADURA	PULIDORA			4 m	
11	TRANSPORTE A PINTURA	PINTURA	CARRETILLA MANUAL			2 m	
12	PINTURA	PINTURA				10 m	
13	SECADO	PINTURA	HORNO			30 m	


Fuente: Autores

Tabla 74. Hoja de ruta de tapa filtro

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESMUCILAGINADOR DX-2					
Parte No.	Nombre de Pieza						
12	TAPA FILTRO						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
FUNDICION GRIS				17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	CILINDRADO INTERIOR Y EXTERIOR	MECANIZADO	CNC			2,5 m	
2	REFRENTADO	MECANIZADO	CNC			1,5	
3	AVELLANADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			4 m	
4	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			4 m	

Fuente: Autores

Tabla 75. Hoja de ruta de protector

	FORMATO HOJA DE RUTA					
DESMUCILAGINADOR DX-2						
Parte No.	Nombre de Pieza					
10	PROTECTOR					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
LAMINA HR CALIBRE 18				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE	METALISTERIA	PLASMA CNC			4 m
2	CORTE CINTA	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			3 m
3	CORTE APOYOS	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			10 m
4	PUNZONADO APOYOS	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			10 m
5	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			2 m
6	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			5 m
7	DOBLAR	SOLDADURA	DISPOSITIVO			10 m
8	ARMADO EN PISO	SOLDADURA	SOL. MIG			30 m
9	TRANSPORTE A PINTURA	PINTURA	CARRETILLA MANUAL			2 m
10	PINTURA	PINTURA	HORNO			15 m

Fuente: Autores


Tabla 76. Hoja de ruta de polea DX-2

	FORMATO HOJA DE RUTA					
DESPULPADORA 306						
Parte No.	Nombre de Pieza					
17	POLEA DX -2					
Material	Tamaño	Planificador	Fecha			
Fundición Gris			17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	PERFORADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			10 m
2	AJUSTE	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			20 m
3	ACANALADO	MECANIZADO	ACANALADORA			5 m
4	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			4 m
5	ROSCADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			6 m
6	TRANSPORTE A PINTURA	PINTURA	CARRETILLA MANUAL			2 m
7	PINTURA	PINTURA				10 m
8	SECADO	PINTURA	HORNO			30 m

Fuente: Autores



2. Hojas de ruta despulpadora 306

Tabla 77. Hoja de ruta de alimentador

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza					
2	ALIMENTADOR					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
ACERO			95	17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	REFRENTADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			1,3 m
2	PERFORADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			2m
3	ROSCADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			4 m
4	ALESADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			2,5 m
5	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m

Fuente: Autores

Tabla 78. Hoja de ruta de agitador

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza					
4	AGITADOR					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
Nodular De Grafito			102	17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	PERFORADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3 m
2	ALESADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			15 m
3	REFRENTADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3 m
4	CILINDRADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			4 m
5	REFRENTADO	MECANIZADO	CNC			3 m
6	AJUSTE	MECANIZADO	CNC			4 m
7	PERFORADO	MECANIZADO	CNC			2 m
8	ROSCADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			3 m
9	ACANALADO	MECANIZADO	ACANALADORA			12 m
10	TALADRADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			4 m
11	BLANCEO	MECANIZADO	DISP. DE BALANCEO			20 m
12	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m



Fuente: Autores

Tabla 79. Hoja de ruta de camisa cono

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza						
5	Camisa Cono						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
LAMINA HR CALIBRE			-	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	CORTE LAMINA	METALISTERIA	CNC PLASMA			4 m	
2	PULIR LAMINA	METALISTERIA	PULIDORA			3 m	
3	TROQUELADO	METALISTERIA	TROQUELADORA			8 m	
4	CORTE REBORDES	METALISTERIA	CIZALLA MECANICA			1 m	
5	CILINDRADO	METALISTERIA	DISPOSITIVO			1 m	
6	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			1 m	
7	SOLDAR EXTREMOS	MECANIZADO	TALADRO MASS			1,5 m	
8	SOLDAR REFUERZOS	MECANIZADO	ACANALADORA			3 m	
9	TRANSPORTE A METALISTERIA		CARRETILLA MANUAL			1 m	
10	TROQUELADO DE ESFERAS	METALISTERIA	TROQUELADORA			6 m	
11	RELLENADO ESFERAS CON MACILLA		MANUAL			3 m	



Fuente: Autores

Tabla 80. Hoja de ruta de cono encamisado

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza						
25	CONO ENCAMISADO						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
FUNDICION HIERRO			97	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	REFRENTADO	MECANIZADO	CNC			2 m	
2	PERFORADO	MECANIZADO	CNC			3 m	
3	ALESADO	MECANIZADO	CNC			3 m	
4	REFRENTADO	MECANIZADO	CNC			4 m	
5	CILINDRADO	MECANIZADO	CNC			1,5 m	
6	AJUSTE DIAM. LARGO	MECANIZADO	CNC			5 m	
7	REFRENTADO	MECANIZADO	CNC			2,5 m	
8	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			2 m	
9	BALANCEO	MECANIZADO				15 m	
10	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m	



Fuente: Autores

Tabla 81. Hoja de ruta de bastidor

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza					
6	BASTIDOR					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
ALUMINIO			93-94	17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	REFRENTADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			6 m
2	ALESADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			15 m
3	REFRENTADO ALESADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			4 m
4	RECTIFICADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3 m
5	PERFORAR	MECANIZADO	TALADRO MASS			4 m
6	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m

Fuente: Autores

Tabla 82. Hoja de ruta de cono transmisión

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza					
7	CODO TRANSMISION					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
ALUMINIO			-	17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	ALESADO	MECANIZADO	CNC			12 m
2	REFRENTADO	MECANIZADO	CNC			4 m
3	PERFORADO	MECANIZADO	CNC			4 m
4	ROSCADO	MECANIZADO	CNC			7 m
5	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m

Fuente: Autores

Tabla 83. Hoja de ruta de eje vertical

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza						
8	EJE VERTICAL						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
ACERO 1045 1 1/2 [in]			105	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	REFRENTADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			0,7 m	
2	CENTRADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			2 m	
3	REFRENTADO LARGO TOTAL	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			0,5 m	
4	CENTRADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			1 m	
5	MECANIZADO CUÑAS	MECANIZADO	CNC			4m	
6	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			2 m	
7	ROSCADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			4 m	
8	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m	



Fuente: Autores

Tabla 84. Hoja de ruta de lanza-gotas

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza						
13	LANZAGOTAS						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
ACERO 1045 3/4[in]			99	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	REFRENTADO	MECANIZADO	CNC			1,5 m	
2	CILINDRADO	MECANIZADO	CNC			3 m	
3	PERFORADO	MECANIZADO	CNC			4 m	
4	ALESADO	MECANIZADO	CNC			3 m	
5	CORTE	MECANIZADO	CNC			2 m	
6	PULIR REBABAS	MECANIZADO	PULIDORA			6 m	
7	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m	



Fuente: Autores

Tabla 85. Hoja de ruta de tapa rodamiento eje vertical

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza						
15	TAPA RODAMIENTO EJE VERTICAL						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
FUNDICION ALUMINIO			100	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	REFRENTADO	MECANIZADO	CNC			2 m	
2	CILINDRADO	MECANIZADO	CNC			3 m	
3	ALESADO	MECANIZADO	CNC			2 m	
4	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			2,5 m	
5	ROSCADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			4 m	
6	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m	



Fuente: Autores

Tabla 86. Hoja de ruta de estrella

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza						
16	ESTRELLA						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
FUNDICION BRONCE			108	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	REFRENTADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			5 m	
2	CILINDRADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			12 m	
3	REFRENTADO LARGO TOTAL	MECANIZADO	CNC			4 m	
4	ALESADO (AJUSTE MEDIDAS)	MECANIZADO	CNC			8 m	
5	PERFORADO	MECANIZADO	CNC			3 m	
6	ROSACADO	MECANIZADO	CNC			6 m	
7	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			3 m	
8	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m	



Fuente: Autores

Tabla 87. Hoja de ruta de base

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza						
17	BASE						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
FUNDICION ALUMINIO			96	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	REFRENTADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			4 m	
2	ALESADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			8 m	
3	REFRENTADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3,5 m	
4	ALESADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			6 m	
5	CILINDRADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			4 m	
6	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			3 m	
7	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m	
8	TALADRADO	ENSAMBLE CAFÉ	TALADRO MANUAL			4 m	



Fuente: Autores

Tabla 88. Hoja de ruta de eje horizontal

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza						
20	EJE HORIZONTAL						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
FUNDICION HIERRO			98	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	REFRENTADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			1,5	
2	CENTRADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3 m	
3	REFRENTADO AMBAS CARAS	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3 m	
4	CENTRADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3 m	
5	CILINDRADO	MECANIZADO	CNC PUMA			6 m	
6	PERFORADO	MECANIZADO	CNC PUMA			1 m	
7	ROSCADO	MECANIZADO	CNC PUMA			2 m	
8	MECANIZADO CUÑERO	MECANIZADO	CNC PUMA			2,5 m	
9	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m	


Fuente: Autores

Tabla 89. Hoja de ruta de brazo soporte eje horizontal

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza						
19	BRAZO SOPORTE EJE HORIZONTAL						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
FUNDICION GRIS			211	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	REFRENTADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			2 m	
2	CENTRADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			4 m	
3	REFRENTADO LARGO TOTAL	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3 m	
4	CENTRADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			3 m	
5	MECANIZADO CUÑAS	MECANIZADO	CNC			4 m	
6	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			3 m	
7	ROSCADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			6 m	
8	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m	



Fuente: Autores

Tabla 90. Hoja de ruta de tapa rodamiento eje horizontal

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza						
23	TAPA RODAMIENTO EJE HORIZONTAL						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
FUNDICION ALUMINO			103	17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	REFRENTADO	MECANIZADO	CNC			4 m	
2	ALESADO	MECANIZADO	CNC			3,5 m	
3	PERFORADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			3 m	
4	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m	

Fuente: Autores

Tabla 91. Hoja de ruta de pechero vibro-elástico

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DES PULP A D O R A DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza					
24	PERCHERO VIBROELASTICO					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
FUNDICION GRIS			105	17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	ESMERILADO	MECANIZADO	PULIDORA			4 m
2	FRESADO	MECANIZADO	CNC			13 m
3	PERFORADO	MECANIZADO	CNC			5 m
4	RECTIFICADO	MECANIZADO	CNC			4 m
5	FRESADO LARGO TOTAL	MECANIZADO	FRESADORA			4 m
6	FRESADO CARA PLANA LARGA	MECANIZADO	FRESADORA			6 m
7	FRESADO CARA PLANA CORTA	MECANIZADO	FRESADORA			5,5 m
8	FRESADO CAJA ELASTOMERO	MECANIZADO	FRESADORA			12 m
9	PERFORADO CAJA ELASTOMERO	MECANIZADO	TALADRO MASS			5 m
10	ROSCADO	MECANIZADO	TALADRO MASS			2,5 m
11	TRANSPORTE A PINTURA		CARRETILLA MANUAL			3 m
12	PINTADO	PINTURA	HORNO			30 m
13	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			0,5 m

Fuente: Autores

Tabla 92. Hoja de ruta de camisa

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	DES PULP A D O R A DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza					
26	CAMISA					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
FUNDICION GRIS				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE LAMINA	MECANIZADO	PLASMA CNC			2 m
2	PULIR	MECANIZADO	PULIDORA			3 m
3	PUNZONAR	MECANIZADO	CIZALLA UNIVERSAL			6 m
4	CILINDRAR		CARRETILLA MANUAL			1 m
5	SOLDAR	SOLDADURA	SOL MIG			3 m
6	TRANSPORTA E ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			2 m

Fuente: Autores

Tabla 93. Hoja de ruta de tolva cónica

		FORMATO HOJA DE RUTA DESPULPADORA DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza						
27	TOLVA CONICA						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
FUNDICION ALUMINO				17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	CORTE	METALISTERIA	PLASMA CNC			3 m	
2	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			5 m	
3	PUNZONAR	MECANIZADO	CIZALLA UNIVERSAL			5 m	
4	DOBLAR	METALISTERIA	DOBLADORA			3 m	
5	CILINDRAR	SOLDADURA	DISPOSITIVO			5 m	
6	SOLDAR	SOLDADURA	SOL. MIG			15 m	
7	TRANSPORTA E ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			2 m	

Fuente: Autores



3. Hojas de ruta estructura principal

Tabla 94. Hoja de ruta de modulo despulpadora

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	ESTRUCTURA PRINCIPAL DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza					
28	MODULO DESPULPadora					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
Angulos de acero A36 1 x 1/2 x 3/16				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE ANGULOS (48)	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			144
2	DESTIJERE(25)	MECANIZADO	PLASMA MANUAL			37,5
3	CORTE PLANCHUELAS	METALISTERIA	CNC PLASMA			15 m
4	CORTE APOYO TENSORES	METALISTERIA	CNC PLASMA			12 m
5	ARMADO	SOLDADURA	SOL. MIG			12 h
6	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			

Fuente: Autores

Tabla 95. Hoja de ruta de compuertas modulo

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	ESTRUCTURA PRINCIPAL DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza					
29	COMPUERTAS MODULO					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
LAMIAN HR CALIBRE 18			105	17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Cido
1	CORTE	METALISTERIA	CNC PLASMA			11 m
2	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			40 m
3	DOBLAR	METALISTERIA	DOBLADORA			50 m
4	PUNZONAR	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			30 m
5	ARMADO	SOLDADURA	SOL. MIG			60 m
6	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			2 m

Fuente: Autores

Tabla 96. Hoja de ruta de tolva café cereza

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	ESTRUCTURA PRINCIPAL DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza					
30	TOLVA CAFÉ CEREZA					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
LAMIAN HR CALIBRE 16				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE	METALISTERIA	CNC PLASMA			18 m
2	PUNZONAR	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			60 m
3	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			50 m
4	DOBLAR	METALISTERIA	DOBLADORA			40 m
5	ARMADO	SOLDADURA	SOL. MIG			60 m
6	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			3 m



Fuente: Autores

Tabla 97. Hoja de ruta de protectores DCV 306

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	ESTRUCTURA PRINCIPAL DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza					
31	PROTECTORES DCV 306					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
LAMIAN HR CALIBRE				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE	METALISTERIA	CNC PLASMA			7 m
2	CORTE	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			10 m
3	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			30 m
4	CORTE PLATINAS	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			6 m
5	PUNZONADO PLATINA	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			4 m
6	DOBLAR PLATINAS	METALISTERIA	DOBLADORA			2,5 m
7	ARMADO	SOLDADURA	SOL. MIG			120 m
8	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			3 m

Fuente: Autores

Tabla 98. Hoja de ruta de tolva sinfín

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	ESTRUCTURA PRINCIPAL DCV-306					
Parte No.	Nombre de Pieza					
32	TOLVA SIN FIN					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
LAMIAN HR CALIBRE 18				17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	CORTE	METALISTERIA	CNC PLASMA			40 m
2	PULIR	METALISTERIA	PULIDORA			50 m
3	DOBLAR	METALISTERIA	DOBLADORA			70 m
4	ARMADO	SOLDADURA	SOL. MIG			150 m
5	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			3 m

Fuente: Autores

4. Criba de clasificación

Tabla 99. Hoja de ruta de bastidor T

	FORMATO HOJA DE RUTA					
	CRIBA DE CLASIFICACION					
Parte No.	Nombre de Pieza					
34	BASTIDOR T.					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
Fundicion gris	-			17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo
1	MECANIZADO INTERNO BASTIDOR	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			12 m
2	CORTE CAMISA BASTIDOR	METALISTERIA	PLASMA CNC			3 m
3	PULIR CAMISA	METALISTERIA	PULIDORA			5 m
4	CILINDRAR CAMISA	SOLDADURA	DISPOSITIVO			20 m
5	SOLDAR CAMISA	SOLDADURA	SOL. MIG			30 m
6	CORTE COMPUERTA	METALISTERIA	PLASMA CNC			4 m
7	PUNZONAR COMPUERTA	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			10 m
8	DOBLAR COMPUERTA	METALISTERIA	DOBALDORA			3 m
9	COLOCAR CAMISA AL BASTIDOR	MECANIZADO	PRENSA HIDRAULICA			27 m
10	TRANSPORTE A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			3 m
11	MECANIZADO	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			20 m
12	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			4 m
13	COLOCAR COMPUERTA AL BASTIDOR	SOLDADURA	SOL. MIG			120 m
14	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			3 m
15	LIMPIEZA	ENSAMBLE CAFÉ	MANUAL			60 m
16	TRANSPORTE A PINTURA		CARRETILLA MANUAL			1 m
17	PINTURA	PINTURA				10 m
18	SECADO PINTURA	PINTURA	HORNO			35 m
19	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			1 m

Fuente: Autores

Tabla 100. Hoja de ruta de tubo salida criba

Parte No.	Nombre de Pieza		FORMATO HOJA DE RUTA			
			CRIBA DE CLASIFICACION			
36	TUBO SALIDA CRIBA					
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
LAMINA HR CALIBRE 18	-			17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Cido
1	MECANIZADO BOCA	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			30 m
2	TRANSPORTE A METALISTERIA		CARRETILLA MANUAL			4 m
3	CORTE COMPUERTA BOCA	METALISTERIA	PLASMA CNC			3 m
4	PASADOR COMPUERTA	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			1 m
5	COLOCAR COMPUERTA	SOLDADURA	SOL. MIG			60 m
6	TRANSPORTE A ENSAMBLE CAFÉ		CARRETILLA MANUAL			2 m
7	LIMPIEZA	ENSAMBLE CAFÉ	MANUAL			40 m
8	TRANSPORTE A PINTURA		CARRETILLA MANUAL			1 m
9	PINTURA	PINTURA				10 m
10	SECADO PINTURA	PINTURA	HORNO			35 m
11	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			1 m

Fuente: Autores

Tabla 101. Hoja de ruta de canasta removible

		FORMATO HOJA DE RUTA					
		CRIBA DE CLASIFICACION					
Parte No.	Nombre de Pieza						
37	CANASTA REMOVIBLE						
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha			
LAMINA HR Calibre 3/4	-			17/04/2013			
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Ciclo	
1	CORTE DISCOS	METALISTERIA	PLASMA CNC			3 m	
2	TRANSPORTE A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			3 m	
3	REFRENTAR DISCOS (2)	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			4 m	
4	SOLDAR VARILLAS CANASTA	SOLDADURA	SOL .MIG			30 m	
5	TRANSPORTE A MECANIZADO					4m	
6	ENROLLAR CANASTA	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			10 m	
7	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			4 m	
8	COLOCAR REFUERZOS CANASTA	SOLDADURA	SOL .MIG			90 m	
9	TRANSPORTE A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			4 m	
10	REFRENTAR CANASTA	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			12 m	
11	TRANSPORTE A SOLDADURA		CARRETILLA MANUAL			4 m	
12	SOLDAR DISCOS CANASTA	SOLDADURA	SOL .MIG			60 m	
13	TRANSPORTE A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			4 m	
14	AJUSTE DE MEDIDAS	MECANIZADO	TORNO CONVENCIONAL			10 m	
15	TRANSPORTE A METALISTERIA		CARRETILLA MANUAL			4 m	
16	CORTE CANASTA	METALISTERIA	PLASMA MANUAL			15 m	
17	PULIR CANASTA	METALISTERIA	PULIDORA			30 m	

Fuente: Autores

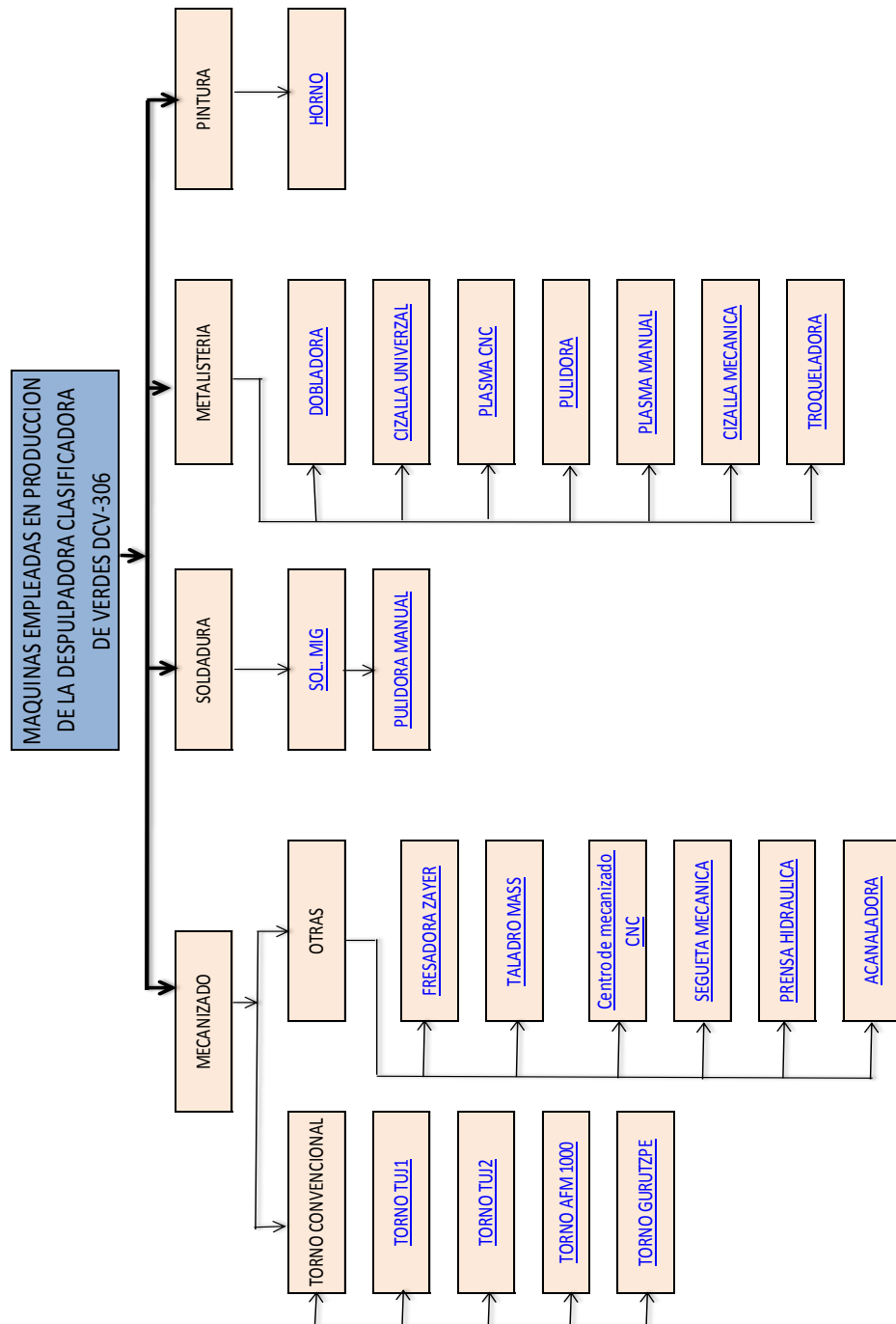
Tabla 102. Hoja de ruta de tapa superior canasta

Parte No.	Nombre de Pieza		FORMATO HOJA DE RUTA			penagos
	TAPA SUPERIOR CANASTA		CRIBA DE CLASIFICACION			
Material	Tamaño	Planificador	Plano	Fecha		
LAMINA HR 3 mm	-			17/04/2013		
No.	Operación	Departamento	Máquina	Herramientas, Medidores	Tiempo de Ajustes	Tiempo de Cido
1	CORTE LAMINA TECHO	METALISTERIA	PLASMA CNC			3 m
2	PULIR LAMINA TECHO	METALISTERIA	PULIDORA			15 m
3	DOBLAR	METALISTERIA	DOBALDORA			15 m
4	CORTE TUBO FALUTA	MECANIZADO	SEGUETA MECANICA			1 m
5	TRANSPORTE A MECANIZADO		CARRETILLA MANUAL			3 m
6	TALADRAR	MECANIZADO	TALADRO MASS			3 m
7	ROSCA INTERNA	MECANIZADO	TALADRO MASS			4 m
8	TRANSPORTE A METALISTERIA		CARRETILLA MANUAL			3 m
9	CORTE PLATINA TECHO	METALISTERIA	CIZALLA UNIVERSAL			2 m
10	ARMAR TECHO	SOLDADURA	SOL MIG			120 m
11	TRANSPORTE A ENSAMBLE		CARRETILLA MANUAL			1 m

Fuente: Autores

ANEXO G. CARACTERIZACION MAQUINAS EMPLEADAS EN LA PRODUCCION DE LA DCV-306

Figura 136. Maquinas utilizadas en la fabricación de la DCV 306




Fuente: Autores

Tabla 103. Caracterización Fresadora Zayer

<p>Nombre Maquina o Puesto de trabajo</p>	<p>FRESADORA ZAYER</p>
	
<p>Operaciones:</p>	<p>Piñones, cuñeros externos, refrentados, ejes estriados.</p>
<p>Documentos de apoyo para las operaciones</p>	<p>Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones</p>
<p>Herramientas Maquina y/o puesto:</p>	<p>llave mixtas de 3/4, 9/16 (2), 1/2, 7/8. Hombre solo Llave de expansión fresas destornilladores</p>
<p>Clase de material o piezas que se transforman</p>	<p>Toda clase de piezas metalicas</p>
<p>Descripcion maquina y/o puesto:</p>	<p>Consta de una fresadora universal, un gabinete de herramientas, un estante de producto e proceso y/o herramientas de uso frecuente ocupa un area de 4,9 m²</p>
<p>Tiempos de montaje:</p>	<p>Los tiempos de montajes de este puesto de trabajo varían entre 3 minutos hasta 5 horas</p>

Fuente: Autores

Tabla 104. Caracterización taladro Mass

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	TALADRO MASS
	
Operaciones:	Perforado. Roscado Interno
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	3 mandriles (0-1/2)(1/8-5/8)(1/8-3/4), brocas desde 1/8 hasta 9/16, machos 1/4, 3/8, 5/16, 1/2, 5/8, macho de alargue 3/8, tornillos de anclaje, martillo, hombrosolo de 6", llave de expansión, llavesmixtas 1 1/8, 1/2, 3/8, 7/16.
Clase de material o piezas que se transforman	fundición gris, aceros, aluminio
Descripcion maquina y/o puesto:	Puesto de trabajo compuesto por un taladro radial marca MAS y un gabinete de herramientas, ocupa un area de 4,3 metros cuadrados
Tiempos de montaje:	Desde 5 minutos hasta 1/2 hora

Fuente: Autores

Tabla 105. Caracterización Torno Gurutzpe

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	TORNO GURUTZPE
	
Operaciones:	Refrentado, Acanalado, Cilindrado
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	Llave Bristol Llave plana Llave fija y mixta Buril de acanalar Porta-herramientas
Clase de material o piezas que se transforman	Acero, Broce, Fundicion gris y Aluminio
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo consta de un torno convencional llamado Gurutzpe, de dimensiones 3,70 x 1,6 mts, El producto en
Tiempos de montaje:	Minimo de 3minutos y maximo de 20 minutos

Fuente: Autores

Tabla 106. Caracterización Torno Toss

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	TORNO TOSS
	
Operaciones:	Refrentado, Cilindrado, Perforado, Centrado.
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	<p style="text-align: center;">Calibradores de 6 y 12" Brocas de diferentes diametros, Buriles Lima redonda y plana Llave de copa, Llave de torreta. Llaves mixtas(1 1/16), 3/4, 15/16, 5/8 Llave expansiva Hombresolo</p>
Clase de material o piezas que se transforman	Acero, Bronce, Fundicion gris y Aluminio
Descripcion maquina y/o puesto:	Este puesto de trabajo cuenta con un torno TOSS de dimensiones 2mts x 0.8 mts un cajon de herramientas de 0,4 metros x 0.5 metros.
Tiempos de montaje:	Minimo de 3minutos y maximo de 20 minutos

Fuente: Autores

Tabla 107. Caracterización Torno TUJ1

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	TORNO TUJ1
	
Operaciones:	Refrentado, Cilindrado, Roscado.
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	Micrometros Calibradores 6`` y 12`` Llaves Bristol Buril derecho Buril izquierdo Buril frontal Llaves de copa y torreta.
Clase de material o piezas que se transforman	Acero, Broce, Fundicion gris y Aluminio
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo consta de un torno convencional llamado TUJ1, de dimensiones 3.15x1.54 mts, asi mismo cuenta con una gaveta para herramientas.
Tiempos de montaje:	Los tiempos de montaje pueden variar entre 3 min a 40 min

Fuente: Autores

Tabla 108. Caracterización Torno TUJ2

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	TORNO TUJ2
	
Operaciones:	Refrentado, Cilindrado, Ajuste de Diametro interior y exterior, Perforado.
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	Micrometro 0 a 1, 1 a 2 Calibradores 6`` y 12`` Llaves Bristol Buril derecho Buril izquierdo Buril frontal
Clase de material o piezas que se transforman	Acero, Broce, Fundicion gris y Aluminio
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo consta de un torno convencional llamado TUJ2, de dimensiones 3.15x1.54 mts, asi mismo cuenta con una gaveta para herramientas
Tiempos de montaje:	Los tiempos de montaje pueden variar entre 3 min a 40 min.

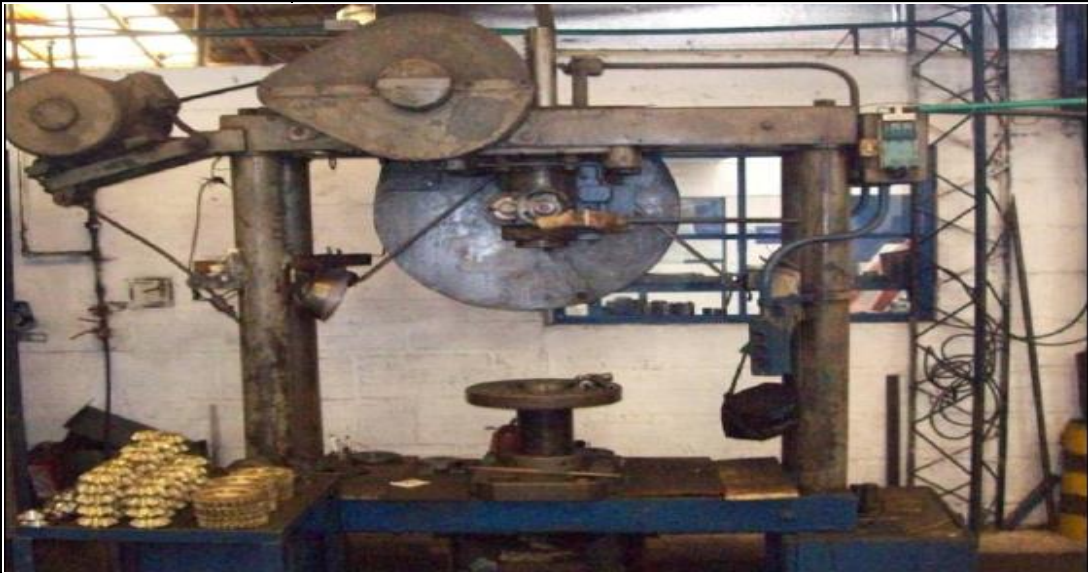
Fuente: Autores

Tabla 109. Caracterización Torno AFM 1000

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	TORNO AFM 1000
	
Operaciones:	Refrentado, Cilindrado, Perforado, Centrado.
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	Micrometro 0 a 1, 1 a 2 Calibradores 6`` y 12`` Llaves Bristol Buril derecho Buril izquierdo Buril frontal, Lima Llaves de copa y torreta, Flexometro
Clase de material o piezas que se transforman	Fundicion, acero, aluminio, inox, bronce.
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo consta de un torno convencional llamado AFM 1000, de dimensiones 2.8x1.05 mts, asi mismo cuenta con una gaveta para herramientas
Tiempos de montaje:	Los tiempos de montaje pueden variar entre 3 min a 15 min.

Fuente: Autores

Tabla 110. Caracterización Acanaladora

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	ACANALADORA
	
Operaciones:	Canales
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	Cuñeros 1/4, 5/6 Calibrador Patrones Martillo
Clase de material o piezas que se transforman	Acero, Fundicion girs, Aluminio, Bronce
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo consta de una canaladora, de dimensiones 2x0,7mts. El producto en proceso se almacena en el piso. En total el puesto de trabajo ocupa un espacio de 3,4 mts.
Tiempos de montaje:	Los tiempos de montaje consisten en ajustar los patrones para acanalar, alistar los instrumentos y montar la pieza, estos tiempos varian de 5 a 20 min.


Fuente: Autores

Tabla 111. Caracterización Seguenta Mecánica

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	SEGUETA MECANICA
	
Operaciones:	Realizar cortes de tubería redonda y cuadrada
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos, y listas de corte
Herramientas Maquina y/o puesto:	Llave de expansión Nivel
Clase de material o piezas que se transforman	Tubería en general
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo como tal de ubicación de la maquina es de 1.5 X 2 metros aproximadamente, aunque cuenta con una zona de almacenaje de tubería la cual tiene una proporción de 7 X 3 metros
Tiempos de montaje:	Los tiempos de montaje varían de 0,5 a 3 min.

Fuente: Autores

Tabla 112. Caracterización Prensa Hidráulica

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	PRENSA HIDRAULICA
	
Operaciones:	Dobleses, meter camisas, meter y sacar dispositivos de canastas
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	Martillo Nivel Dispositivos y/o matrices de sujecion
Clase de material o piezas que se transforman	Lamina de calibre 18 hasta la de ¼, y platinas de 1/8 a 1/4
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo cuenta con un área de aproximadamente 1.5 X 2 [metros]
Tiempos de montaje:	5 minutos el cual es el tiempo requerido de acomodar las piezas en la prensa hidráulica.


Fuente: Autores

Tabla 113. Caracterización Centro CNC DOOSAN

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	CENTRO DE MECANIZADO CNC DOOSAN
	
Operaciones:	Refrentado, Cilindrado, Perforado, Centrado, Perforado.
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	Aceites Taladrina Corriente eléctrica
Piezas que conllevan mayor concentración y esfuerzo al ser transformado	Ejes de acero de ¼" a 1"
Clase de material o piezas que se transforman	Fundición gris y bronce y aluminio
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo abarca un área de 6X4 metros, con una zona de descarga en donde se reciben las piezas para recibir el mecanizado, también se tiene una zona de entrada de datos contigua al centro de mecanizado, consta de una mesa, una CPU y una pantalla
Tiempos de montaje:	Los tiempos de montaje pueden variar entre 20 min a 30 min.

Fuente: Autores

Tabla 114. Caracterización Pulidora Manual

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	PULIDORA MANUAL
	
Operaciones:	Pulir, quitar rebabas, hacer biseles, quitar defectos de soldadura, cortar
Documentos de apoyo para las operaciones	Ninguno
Herramientas Maquina y/o puesto:	Discos de desbaste Discos de corte
Piezas que conllevan mayor concentración y esfuerzo al ser transformado	Limpieza de material cortado en plasma
Clase de material o piezas que se transforman	Laminas, perfiles, aceros redondos
Descripcion maquina y/o puesto:	La zona de trabajo de la pulidora consta de una mesa de aproximadamente 1,5X1,5 aproximadamente, en donde se
Tiempos de montaje:	2 minutos para calibrar el disco

Fuente: Autores

Tabla 115. Caracterización Horno

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	HORNO
	
Operaciones:	Secado o cocinado de pintura
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	Estantes moviles para piezas de diferentes tamaños
Piezas que conllevan mayor concentración y esfuerzo al ser transformado	Estructuras
Clase de material o piezas que se transforman	Pintura de recubrimiento en polvo
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo abarca un área de aproximadamente 3x3 m, asi mismo cuenta con estantes adecuados para el secado de las
Tiempos de montaje:	De 8 a 10 minutos para el precalentamiento del horno

Fuente: Autores

Tabla 116. Caracterización Cizalla Mecánica

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	Cizalla mecanica
	
Operaciones:	Corte de laminas. Solo cortes rectos.
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	<p style="text-align: center;">Plantillas Juego de Llaves Bristol Llave Fija Hombrosolo Martillo Centropunto</p>
Piezas que conllevan mayor concentración y esfuerzo al ser transformado	Las laminas con mayor espesor suelen moverse al momento de realizar el corte. Además en ocasiones no son totalmente rectas y es necesario realizar maniobras para que esta situación no genere defectos.
Clase de material o piezas que se transforman	Laminas de acero HR calibre inferior a 11 (3 mm)
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo consta de una cizalla de dimensiones 2.9 x 1.1 mts, En total el puesto de trabajo ocupa un espacio de 10mts cuadrados.
Tiempos de montaje:	Las labores de montaje sencillas, solo consisten el ubicar las laminas sobre la máquina y poner topes para que la lamina no se mueva al momento de realizar el corte. Esta operación demora como máximo 2 minutos.

Fuente: Autores

Tabla 117. Caracterización Plasma Manual

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	PLASMA MANUAL
	
Operaciones:	Corte y destijere de laminas
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	Hombresolo Compás Escuadra grande Escuadra Pequeña
Piezas que conllevan mayor concentración y esfuerzo al ser transformado	Todas las piezas con calibres gruesos, asi como las piezas que tienen cortes curvos.
Clase de material o piezas que se transforman	Laminas, angulos y platinas. Las anteriores deben tener un calibre no máximo a 1 pulgada de espesor.
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo consta de una mesa de corte y un equipo corte por plasma.La mesa tiene dimensiones 1,4 X 1.6 mts, asi mismo cuenta con una gaveta para herramientas que esta colgada en la pared adyacente a la mesa , esta gaveta tiene 0.9 X 1 mts.
Tiempos de montaje:	Se necesitan algunos dispositivos para realizar ciertas operaciones, estos dispositivos no son de gran peso, pero necesitan cierta rigurosidad para su ajuste, el tiempo máximo de montaje es de 20 minutos.

Fuente: Autores

Tabla 118. Caracterización CNC Plasma

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	CNC PLASMA
	
Operaciones:	Corte de laminas y platinas, Todas las formas.
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	Consumible Boquilla fina Escudo fino y ordinario Boquilla ordinaria Electrodo Difusor Retenedor
Piezas que conllevan mayor concentración y esfuerzo al ser transformado	Todo corte que se realice a laminas de espesor superior a 3 mm. Piezas que tengan un área superior a 0,3 metros cuadrados en calibres inferiores a 14 (1,9 mm)
Clase de material o piezas que se transforman	Laminas y platinas que se encuentre en el rango de calibre de 22 a 3/8
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo consta de una mesa de corte junto con su modulo de control., de dimensiones 3.40 mts x 2.0 mts. La materia prima que llega se almacena en un estante . En total el puesto de trabajo ocupa un espacio de 12 mts cuadrados
Tiempos de montaje:	Los tiempos de montaje y preparación varían dependiendo de la pieza que se vaya a trabajar, generalmente se debe realizar cambios de consumibles en lo cual se invierte aproximadamente 5 minutos. Se debe preparar el programa numérico que guiará el proceso, este procedimiento tiene una duración aproximada de 10 minutos y por último se monta la lamina en la máquina lo cual dura entre 1 a 5 minutos dependiendo del peso de la misma.

Fuente: Autores

Tabla 119. Caracterización Cizalla Universal

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	CIZALLA UNIVERSAL
	
Operaciones:	Punzonado, Corte de angulos y platinas, Troquelado.
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	<p style="text-align: center;">Llave 15``, 16``, 7.16``, 9.16``, 1/2 Hombrosolo Llave expansiva Martillo Pulidora</p>
Piezas que conllevan mayor concentración y esfuerzo al ser transformado	Laminas y angulos que tengan espesores inferiores a 7 mm desde calibre 22 hasta calibre 1/4.
Clase de material o piezas que se transforman	Cribas y canastas
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo consta de una Cizalla universal que por un lado realiza labores de perforacion y por el otro hace cortes, este tiene dimensiones alto 2.2 mts ancho 1.2 mts y largo 1.8 mts. En total el puesto de trabajo ocupa un espacio de 8,5 mts cuadrados.
Tiempos de montaje:	Los tiempos de montaje y preparación varían dependiendo de la pieza que se vaya a trabajar, ya que se necesitan diferentes troqueles o dispositivos. Los tiempos de montaje varían entre 5 a 30 minutos aproximadamente.

Fuente: Autores

Tabla 120. Caracterización Dobladora

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	DOBLADORA
	
Operaciones:	Pliegues y dobleces de laminas y platinas
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	<p style="text-align: center;"> Dados: de 1,60 m y de 0,50 m Platina de 3/16 Juego de muelas (7) Llave Bristol Escuadra Guionometro Rayador Dado de 2,40 m </p>
Piezas que conllevan mayor concentración y esfuerzo al ser transformado	Laminas y platinas que se encuentre en el rango de calibre de 22 a 10. Algunas piezas pequeñas de calibre 3-16
Clase de material o piezas que se transforman	Piezas o laminas de calibre 3 -16
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo consta de una máquina Dobladora de dimensiones 3,2x1,2 mts.
Tiempos de montaje:	Esta operación se hace extensa entre más grande sea la pieza ya que los dados y muelas tambien deben ser de mayor tamaño y por ende son mas pesados, aproximadamente esta operación dura 10 minutos.

Fuente: Autores

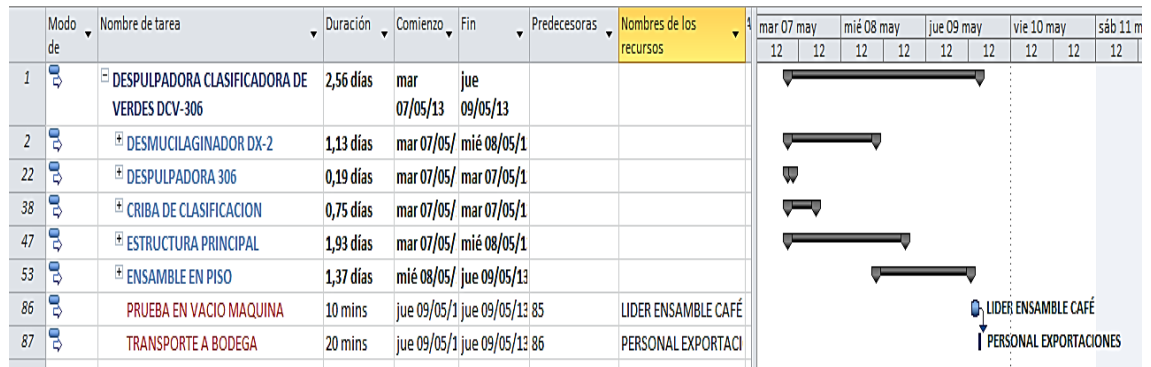
Tabla 121. Caracterización Equipo de Soldadura MIG

Nombre Maquina o Puesto de trabajo	SOL. MIG
	
Operaciones:	Armar y soldar piezas.
Documentos de apoyo para las operaciones	Planos de piezas a trabajar, registro diario de operaciones
Herramientas Maquina y/o puesto:	<p>Pulidora Hombresolo Llave mixta 9-16 x 1/2 Llave 7/16 Llave 3/4 Llave expansiva Machos de 1/4, 3/8 y 5/16 Escuadras Nivelador</p>
Piezas que conllevan mayor concentración y esfuerzo al ser transformado	Laminas, platinas y angulos de cualquier calibre.
Clase de material o piezas que se transforman	Piezas o laminas de calibre 3 -16
Descripcion maquina y/o puesto:	El puesto de trabajo consta de una pequeña estructura donde va montado la unidad de soldadura y el tanque de gas. Ocupa un espacio de aprox. 1 m ²
Tiempos de montaje:	Los tipos de preparación consisten en montar las piezas que se van a pegar en dispositivos que permiten armar la forma que se quiere lograr. Este montaje dura aproximadamente 2 a 5 minutos.

Fuente: Autores

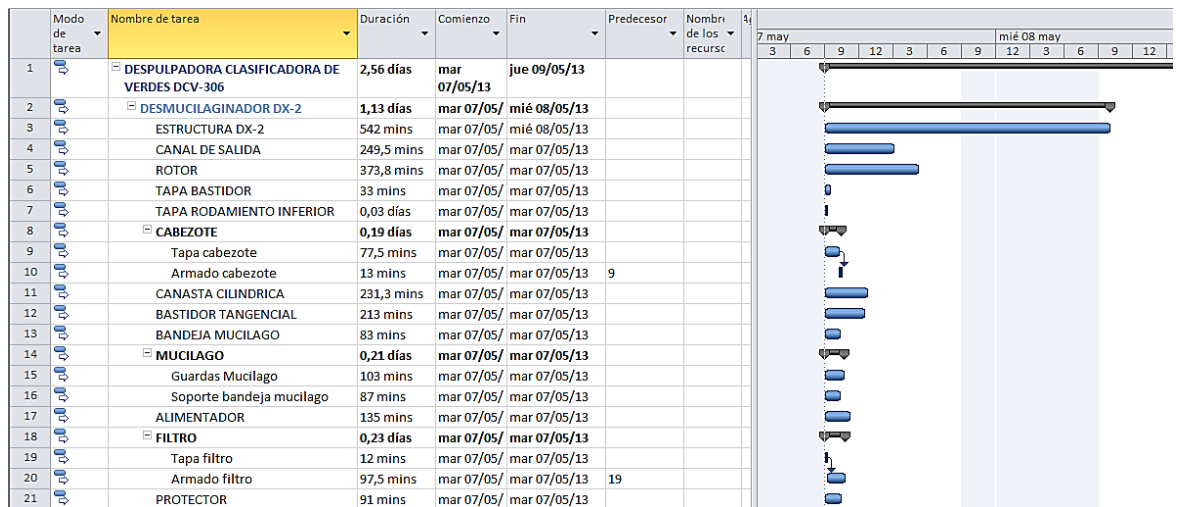
ANEXO H. SECUENCIA DE OPERACIONES DCV-306

Figura 137. Secuencia general de operaciones



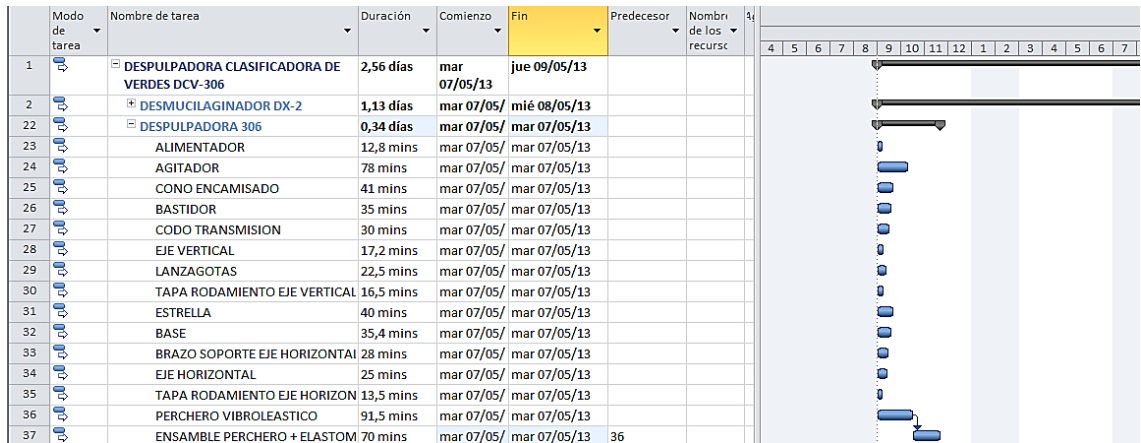
Fuente: Autores

Figura 138. Secuencia operaciones DX-2



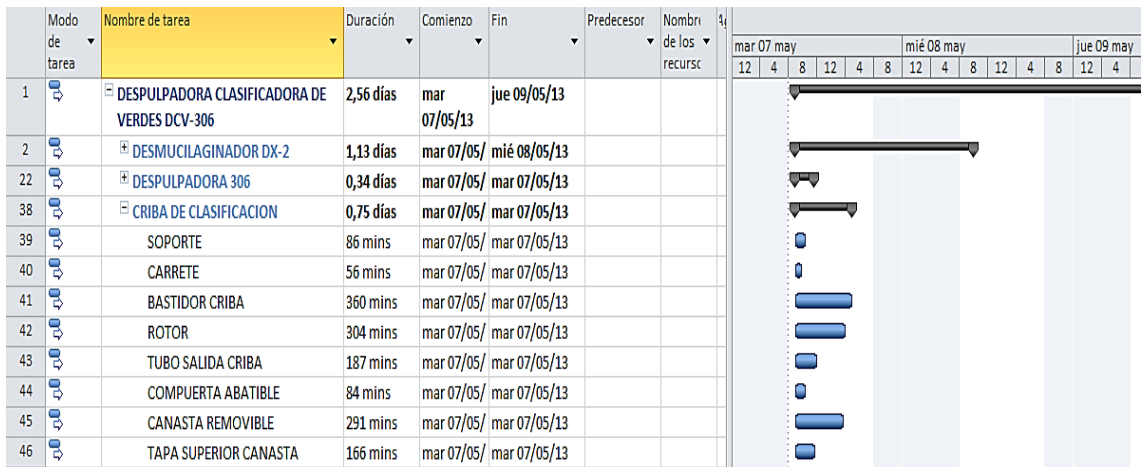
Fuente: Autores

Figura 139. Secuencia operaciones despulpadora 306



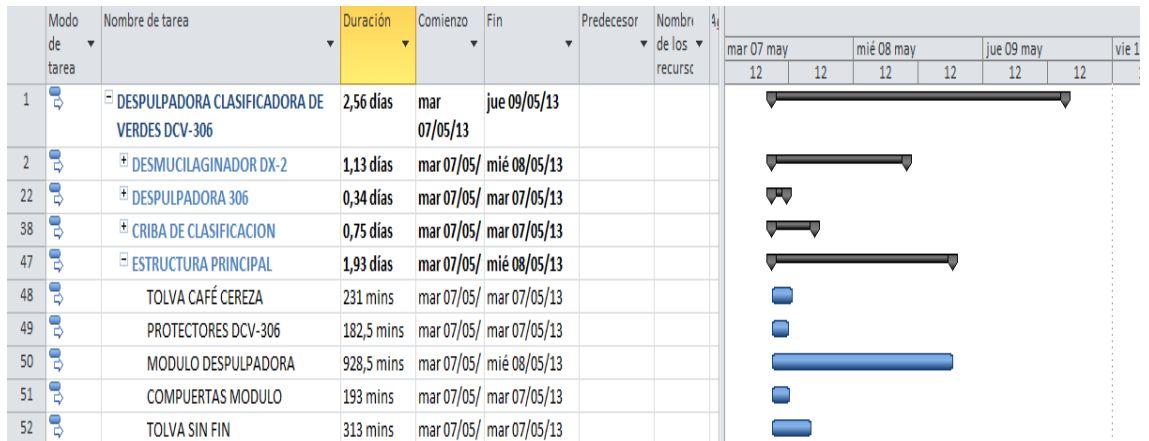
Fuente: Autores

Figura 140. Secuencia operaciones criba de clasificación



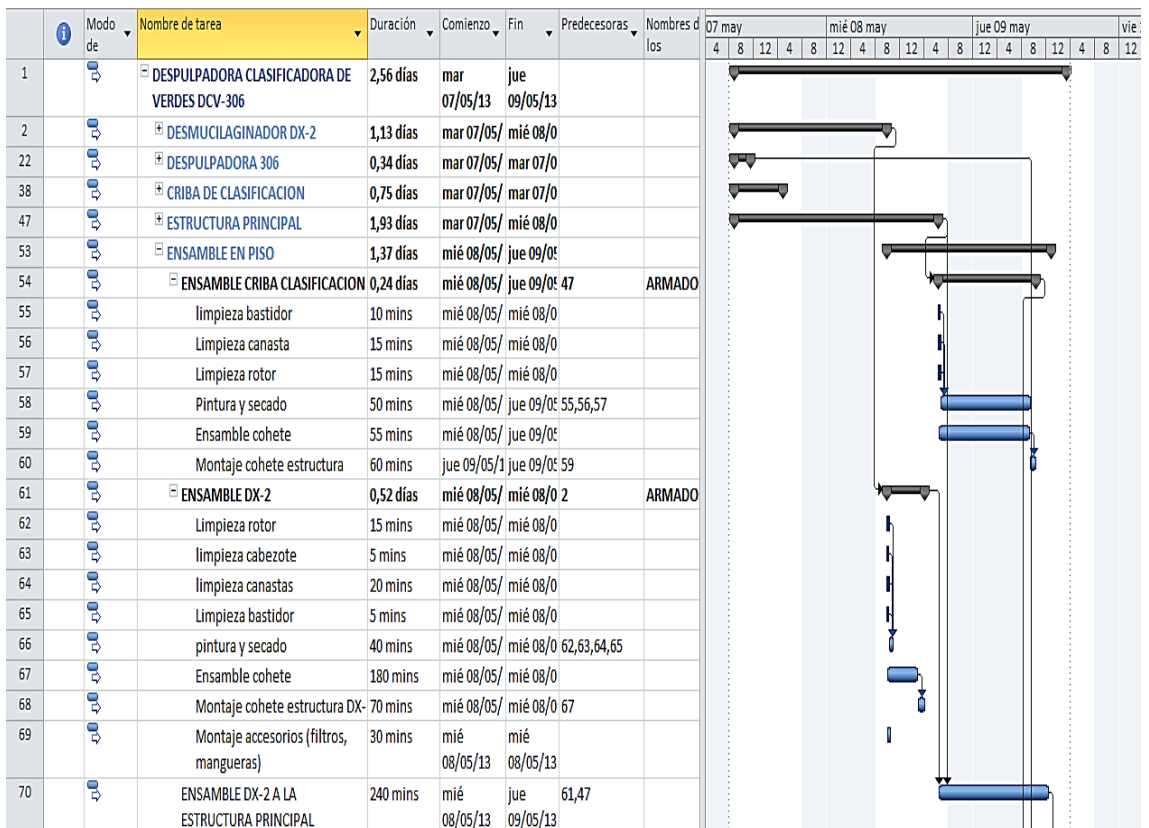
Fuente: Autores

Figura 141. Secuencia operaciones estructura principal



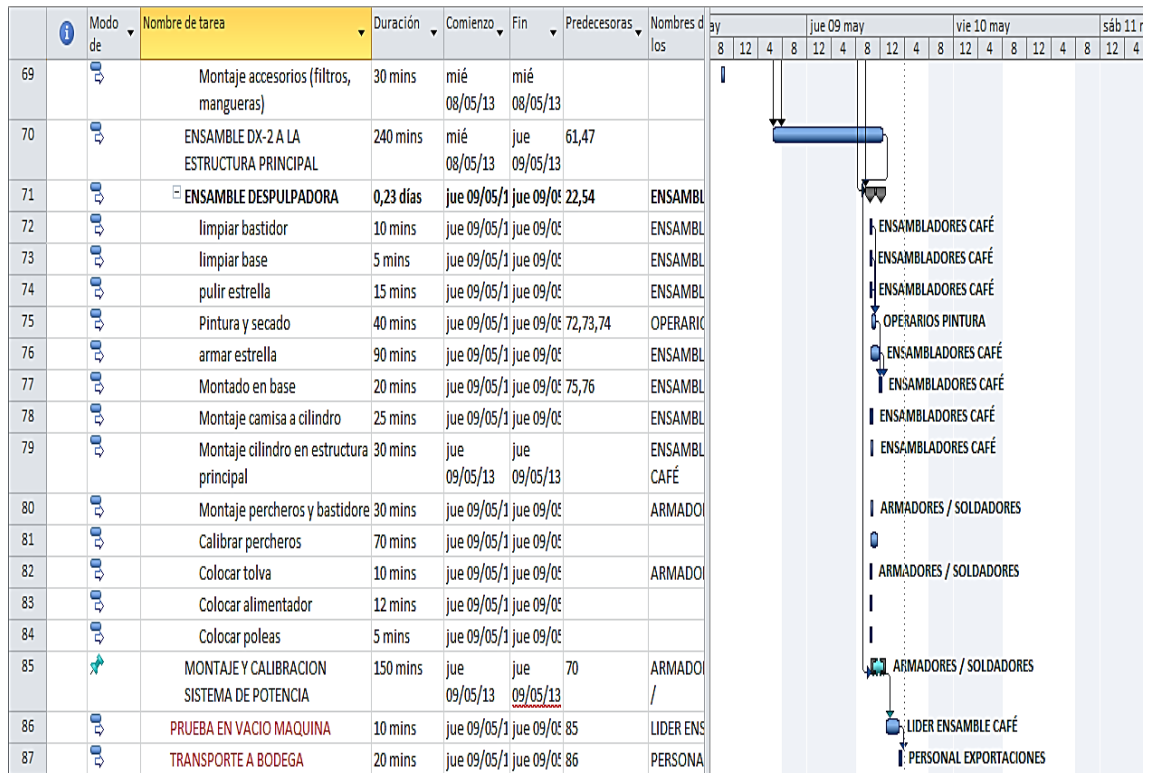
Fuente: Autores

Figura 142. Secuencia ensamble criba de clasificación y DX-2



Fuente: Autores

Figura 143. Secuencia ensamble despulpadora



Fuente: Autores

ANEXO I. TABLAS DE EVALUACION PARA MEJORA DISPOSITIVOS

Tabla 122. Evaluación del dispositivo de fijación de dedos

ITEMS A EVALUAR	ITEMS ESPECIFICOS	VALOR %	NOTA A OBTENER	PONDERADA
Geometria	Seccion	10%	4	0,4
	Volumen	20%	2	0,4
Maniobrabilidad	Agarre	10%	1	0,1
	Facil desplazamiento	5%	3	0,15
	Peso	5%	3	0,15
Componentes dentro de tolerancia	Medida acorde a la pieza	5%	3	0,15
Conformidad en las piezas	Piezas o subensamblajes de calidad	5%	3	0,15
Funcionamiento y rendimiento	Facilita los procesos	40%	1	0,4
Total nota		100%		1,9

Fuente: los autores

Tabla 123. Evaluación del dispositivo estructura lateral tolva y base motor

ITEMS A EVALUAR	ITEMS ESPECIFICOS	VALOR %	NOTA A OBTENER	PONDERADA
Geometria	Seccion	10%	2	0,2
	Volumen	10%	2	0,2
Maniobrabilidad	Agarre	20%	3	0,6
	Facil desplazamiento	20%	1	0,2
	Peso	10%	1	0,1
Componentes dentro de tolerancia	Medida acorde a la pieza	10%	3	0,3
Conformidad en las piezas	Piezas o subensamblajes de calidad	10%	3	0,3
Funcionamiento y rendimiento	Facilita los procesos	10%	4	0,4
Total nota		100%		2,3

Fuente: los autores

Tabla 124. Evaluación del dispositivo marco tolva y soporte

ITEMS A EVALUAR	ITEMS ESPECIFICOS	VALOR %	NOTA A OBTENER	PONDERADA
Geometria	Seccion	10%	2	0,2
	Volumen	10%	3	0,3
Maniobrabilidad	Agarre	20%	3	0,6
	Facil desplazamiento	20%	2	0,4
	Peso	10%	2	0,2
Componentes dentro de tolerancia	Medida acorde a la pieza	10%	3	0,3
Conformidad en las piezas	Piezas o subensamblajes de calidad	10%	3	0,3
Funcionamiento y rendimiento	Facilita los procesos	10%	4	0,4
Total nota		100%		2,7

Fuente: los autores

Tabla 125. Evaluación del dispositivo marco intermedio estructura

ITEMS A EVALUAR	ITEMS ESPECIFICOS	VALOR %	NOTA A OBTENER	PONDERADA
Geometria	Seccion	10%	4	0,4
	Volumen	10%	3	0,3
Maniobrabilidad	Agarre	20%	3	0,6
	Facil desplazamiento	20%	1	0,2
	Peso	10%	2	0,2
Componentes dentro de tolerancia	Medida acorde a la pieza	10%	3	0,3
Conformidad en las piezas	Piezas o subensamblajes de calidad	10%	3	0,3
Funcionamiento y rendimiento	Facilita los procesos	10%	3	0,3
Total nota		100%		2,6

Fuente: los autores

ANEXO J. TABLAS Y FIGURAS PARA EL DISEÑO DEL COMPONENTES DE LOS DISPOSITIVOS PROPUESTOS

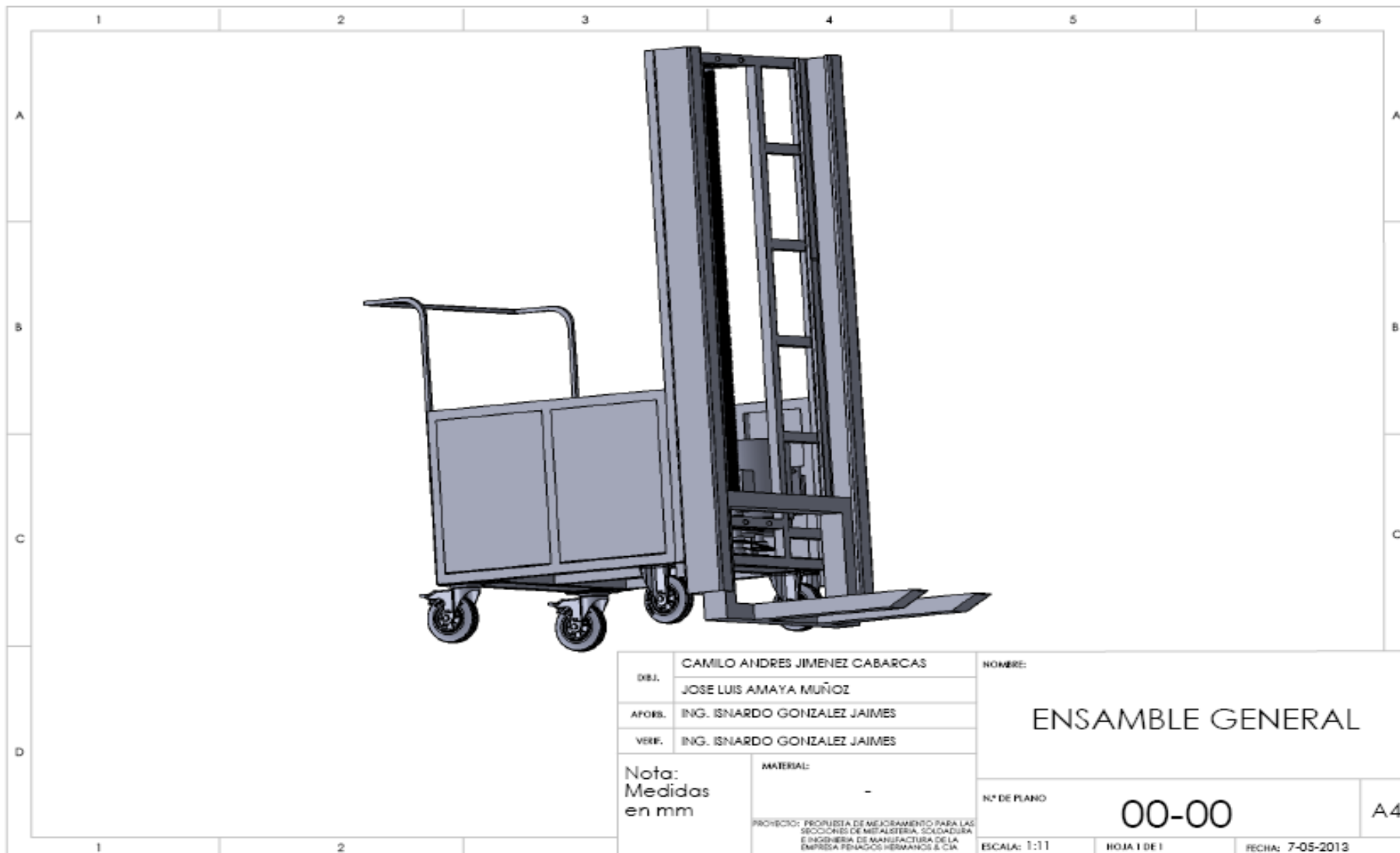
Tabla 126. Tabla de propiedades perfil estructural circular

CARACTERÍSTICAS Y DENOMINACIÓN							PROPIEDADES ESTÁTICAS						UNIDADES DE EMPAQUE
DIAMETRO			Espesor pared e mm	PESO		ÁREA A cm ²	FLEXIÓN			TORSIÓN			
Nominal pulgadas	Exterior d cm	Interior d int. cm		Negro kg/m	Galvanizado kg/m		Momento hercia I cm ⁴	Módulo Sección S cm ³	Radio de Giro r cm	Módulo Plástico Z cm ³	Momento hercia J cm ⁴	Módulo Elástico B cm ³	
			ÁREA A cm ²			Módulo Plástico Z cm ³							
1/2"	2.05	1.75	1.50	0.70	0.75	0.89	0.40	0.40	0.67	0.54	0.81	0.79	37
1/2"	2.07	1.67	2.00	0.93	0.99	1.17	0.52	0.50	0.66	0.70	1.04	1.00	
1/2"	2.07	1.57	2.50	1.12	1.16	1.43	0.80	0.58	0.85	0.83	1.21	1.17	37
3/4"	2.58	2.28	1.50	0.90	0.97	1.15	0.85	0.66	0.86	0.89	1.70	1.32	
3/4"	2.61	2.21	2.00	1.21	1.27	1.51	1.11	0.85	0.86	1.17	2.22	1.70	
3/4"	2.61	2.11	2.50	1.45	1.51	1.85	1.31	1.00	0.84	1.40	2.61	2.00	37
1"	3.29	2.99	1.50	1.16	1.25	1.48	1.83	1.11	1.11	1.48	3.66	2.23	
1"	3.29	2.89	2.00	1.55	1.63	1.94	2.33	1.42	1.10	1.91	4.66	2.83	
1"	3.29	2.79	2.50	1.87	1.95	2.39	2.78	1.69	1.08	2.32	5.56	3.38	37
1 1/4"	4.22	3.92	1.50	1.50	1.62	1.92	3.99	1.89	1.44	2.49	7.98	3.78	
1 1/4"	4.22	3.82	2.00	2.01	2.13	2.53	5.11	2.42	1.42	3.23	10.23	4.85	
1 1/4"	4.22	3.72	2.50	2.44	2.55	3.12	6.17	2.92	1.41	3.95	12.33	5.85	19
1 1/4"	4.22	3.62	3.00	2.90	3.01	3.70	7.16	3.39	1.39	4.63	14.32	6.78	
1 1/2"	4.83	4.53	1.50	1.73	1.86	2.20	6.03	2.50	1.66	3.28	12.06	5.00	
1 1/2"	4.83	4.43	2.00	2.32	2.45	2.91	7.81	3.23	1.64	4.29	15.62	6.47	
1 1/2"	4.79	4.29	2.50	2.78	2.91	3.56	9.20	3.84	1.61	5.15	18.41	7.69	
1 1/2"	4.83	4.23	3.00	3.34	3.47	4.27	10.97	4.55	1.60	6.15	21.94	9.09	19
2"	5.99	5.69	1.50	2.16	2.33	2.75	11.76	3.93	2.07	5.12	23.53	7.85	
2"	5.99	5.59	2.00	2.90	3.07	3.64	15.29	5.10	2.05	6.72	30.59	10.21	
2"	5.99	5.49	2.50	3.52	3.69	4.51	18.64	6.22	2.03	8.25	37.28	12.44	19
2"	5.99	5.39	3.00	4.21	4.37	5.36	21.76	7.27	2.01	9.72	43.53	14.53	
2"	6.02	5.22	4.00	5.52	5.68	7.06	28.02	9.31	1.99	12.66	56.05	18.62	
2 1/2"	7.24	6.84	2.00	3.52	3.73	4.42	27.41	7.57	2.49	9.91	54.83	15.15	7
2 1/2"	7.24	6.74	2.50	4.29	4.49	5.49	33.56	9.27	2.47	12.22	67.12	18.54	
2 1/2"	7.24	6.64	3.00	5.13	5.33	6.54	39.44	10.90	2.46	14.45	78.87	21.79	
2 1/2"	7.24	6.44	4.00	6.72	6.92	8.59	50.42	13.93	2.42	18.73	100.83	27.86	7
3"	8.82	8.42	2.00	4.32	4.57	5.50	50.40	11.42	3.03	14.88	100.80	22.85	
3"	8.82	8.32	2.50	5.26	5.51	6.73	61.93	14.04	3.03	18.38	123.87	28.07	
3"	8.82	8.22	3.00	6.30	6.54	8.03	73.05	16.56	3.02	21.81	146.11	33.12	7
3"	8.82	8.02	4.00	8.28	8.52	10.59	94.11	21.33	2.98	28.41	188.23	42.66	
3"	8.89	7.79	5.50	11.29	11.51	14.41	125.84	28.31	2.96	38.31	251.67	56.62	
4"	11.35	10.95	2.00	5.58	5.91	7.11	108.88	19.19	3.91	24.86	217.75	38.37	7
4"	11.35	10.85	2.50	6.81	7.14	8.72	134.30	23.67	3.93	30.80	268.60	47.33	
4"	11.35	10.75	3.00	8.16	8.49	10.41	159.03	28.02	3.91	36.63	318.05	56.05	
4"	11.35	10.55	4.00	10.76	11.08	13.76	206.45	36.38	3.87	47.97	412.91	72.77	1
5"	13.97	13.29	3.40	11.43	14.56	338.30	48.43	4.82	63.18	678.59	96.86	142.18	
6"	16.82	16.14	3.40	13.83	17.60	597.85	71.09	5.83	92.35	1195.71	142.18	165.47	
6"	16.82	16.02	4.00	16.21	20.83	895.82	82.74	5.81	107.87	1391.64	165.47	185.47	1
6"	16.82	15.82	6.00	24.02	30.57	1,006.83	119.72	5.74	157.93	2,013.67	239.44	277.77	
6"	16.82	15.40	7.10	28.26	35.93	1,168.01	138.88	5.70	184.39	2,336.03	277.77	272.63	
7"	19.37	18.37	5.00	23.27	29.64	1,320.23	136.32	6.67	178.08	2,640.46	272.63	272.63	1
8"	21.91	20.91	5.00	26.40	33.83	1,928.04	176.00	7.57	229.24	3,856.09	351.99	351.99	
8"	21.91	20.81	5.50	28.97	36.91	2,106.27	192.27	7.55	250.99	4,212.54	384.53	384.53	
8"	21.91	20.27	8.20	42.55	54.33	3,025.24	276.15	7.46	364.91	6,050.48	552.30	552.30	1
10"	27.31	25.45	9.30	60.31	77.06	6,709.03	491.41	9.33	647.21	13,418.06	982.83	982.83	
12"	32.39	30.33	10.30	79.65	101.46	12,482.05	770.85	11.09	1,012.99	24,964.10	1,541.71	1,541.71	
16"	40.64	38.10	12.70	123.30	157.08	30,465.73	1,499.30	13.93	1,969.18	60,931.45	2,998.60	2,998.60	1
20"	50.80	48.26	12.70	155.12	197.62	60,639.28	2,387.37	17.52	3,116.27	121,278.56	4,774.75	4,774.75	
24"	60.96	58.42	12.70	187.08	238.15	106,112.10	3,481.37	21.11	4,525.56	212,224.20	6,962.74	6,962.74	

PERFIL ESTRUCTURAL CIRCULAR

Fuente: www.colmena.com

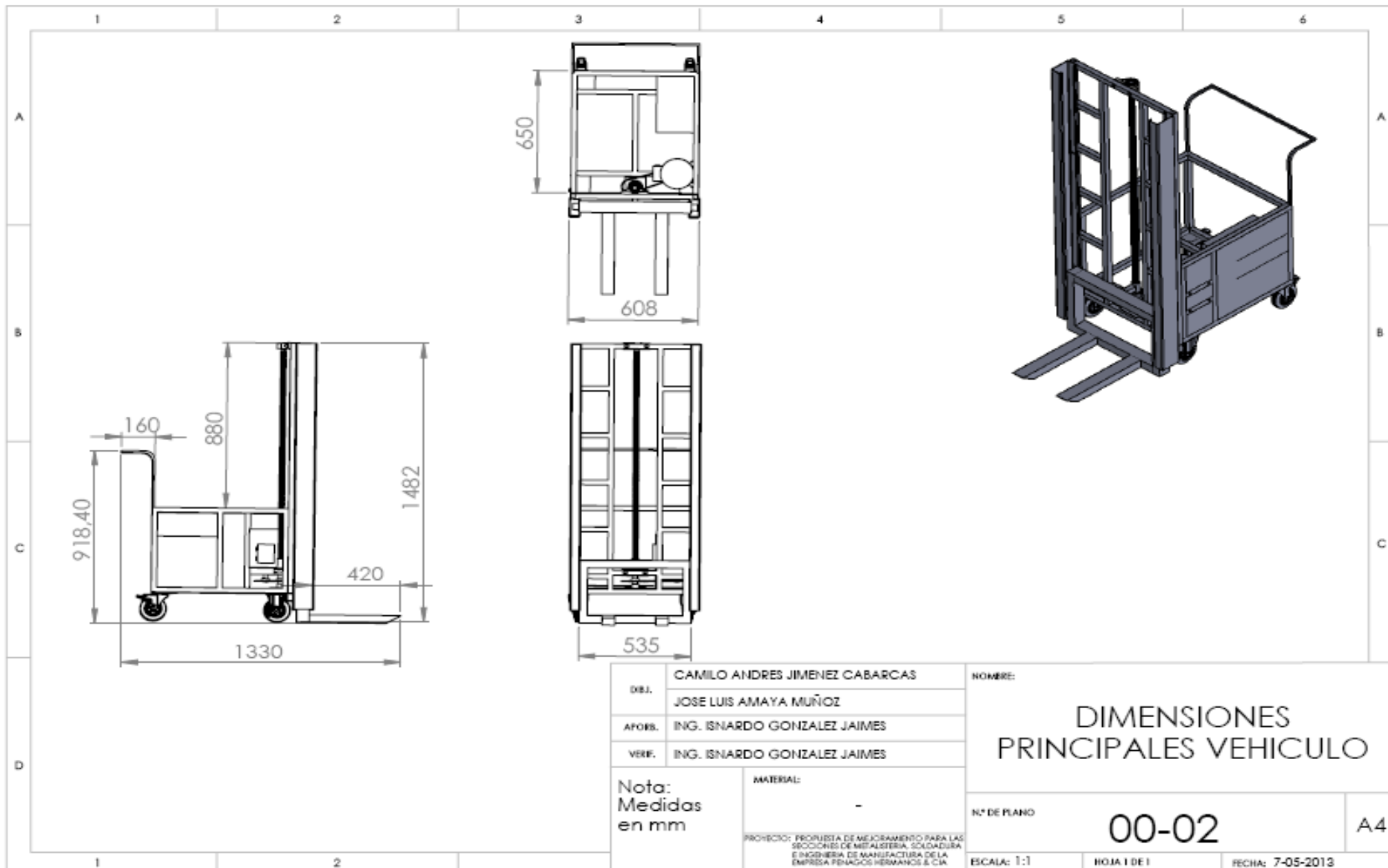
ANEXO K. PLANOS VEHICULO



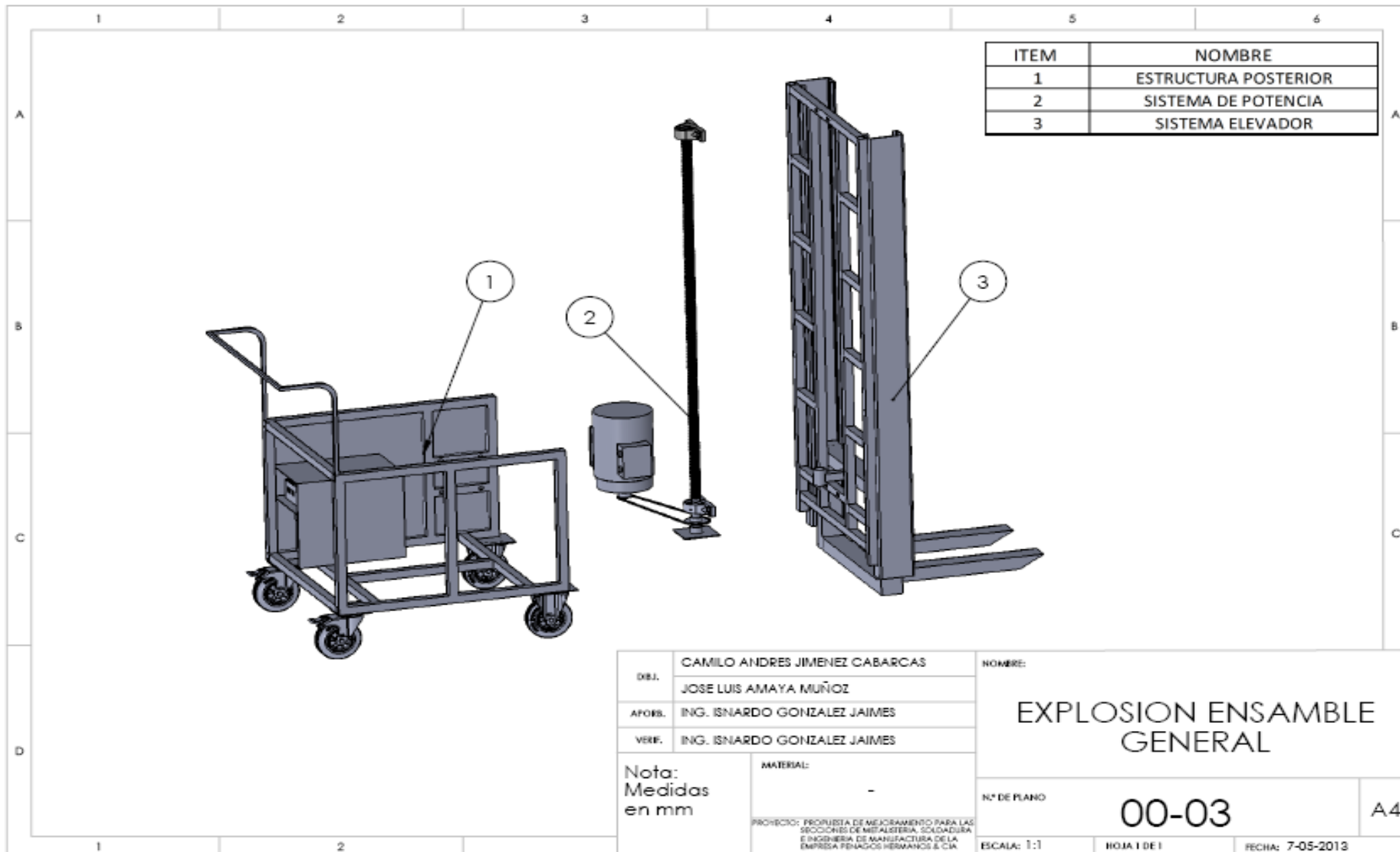
DEJ.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	ENSAMBLE GENERAL		
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ				
AFOB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES				
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES				
Nota: Medidas en mm		MATERIAL:	-		
		PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA FENAGOS HERMANOS & CIA.		N° DE PLANO	00-00
		ESCALA: 1:11	HOJA 1 DE 1	FECHA: 7-05-2013	A4

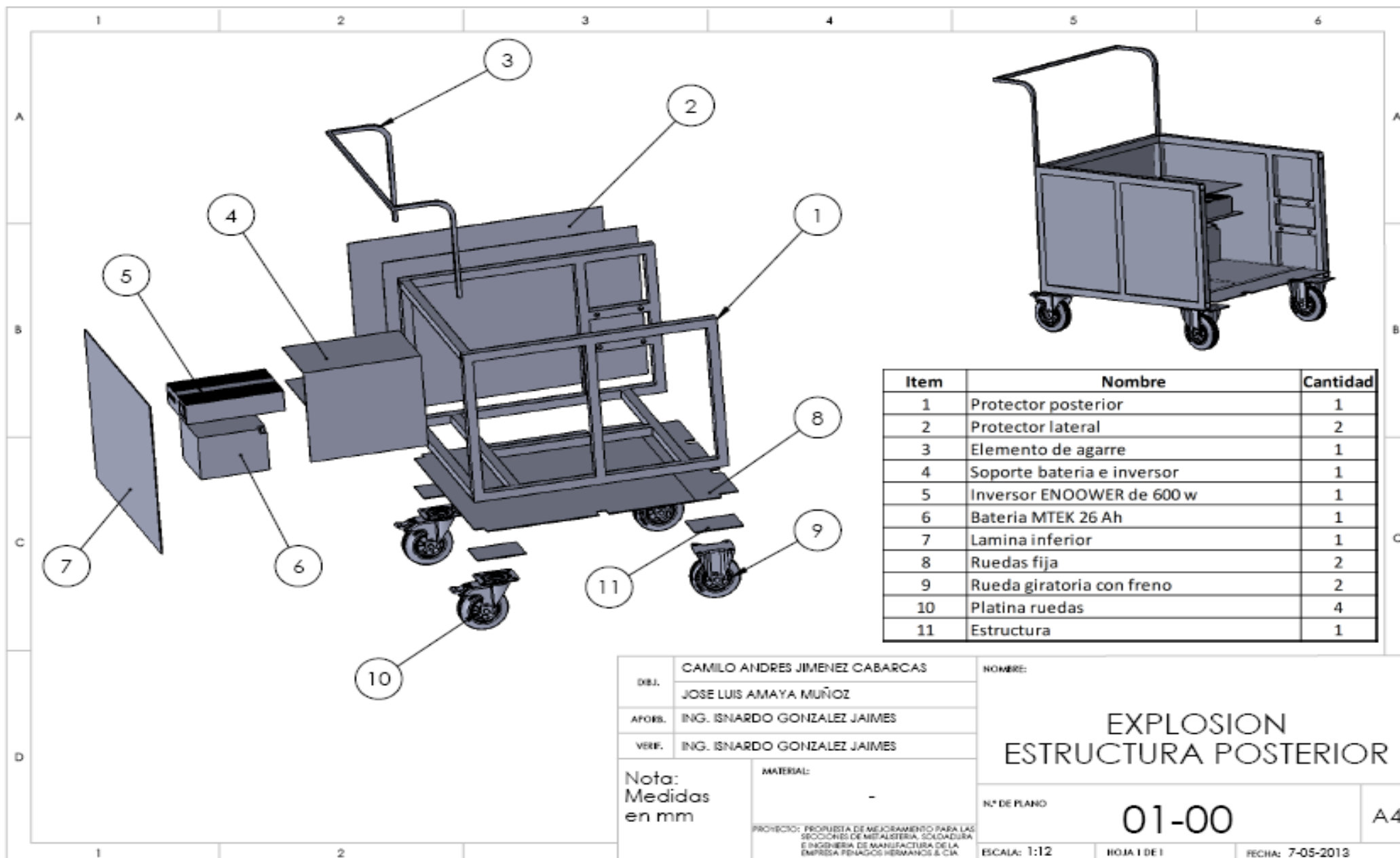


DEJ.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ	ENSAMBLE GENERAL	
AFOB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES		
VERE.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES		
Nota: Medidas en mm		MATERIAL:	
		-	
		PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA.	
		N° DE PLANO	A4
		00-01	
		ESCALA: 1:12	HOJA 1 DE 1
		FECHA: 7-05-2013	



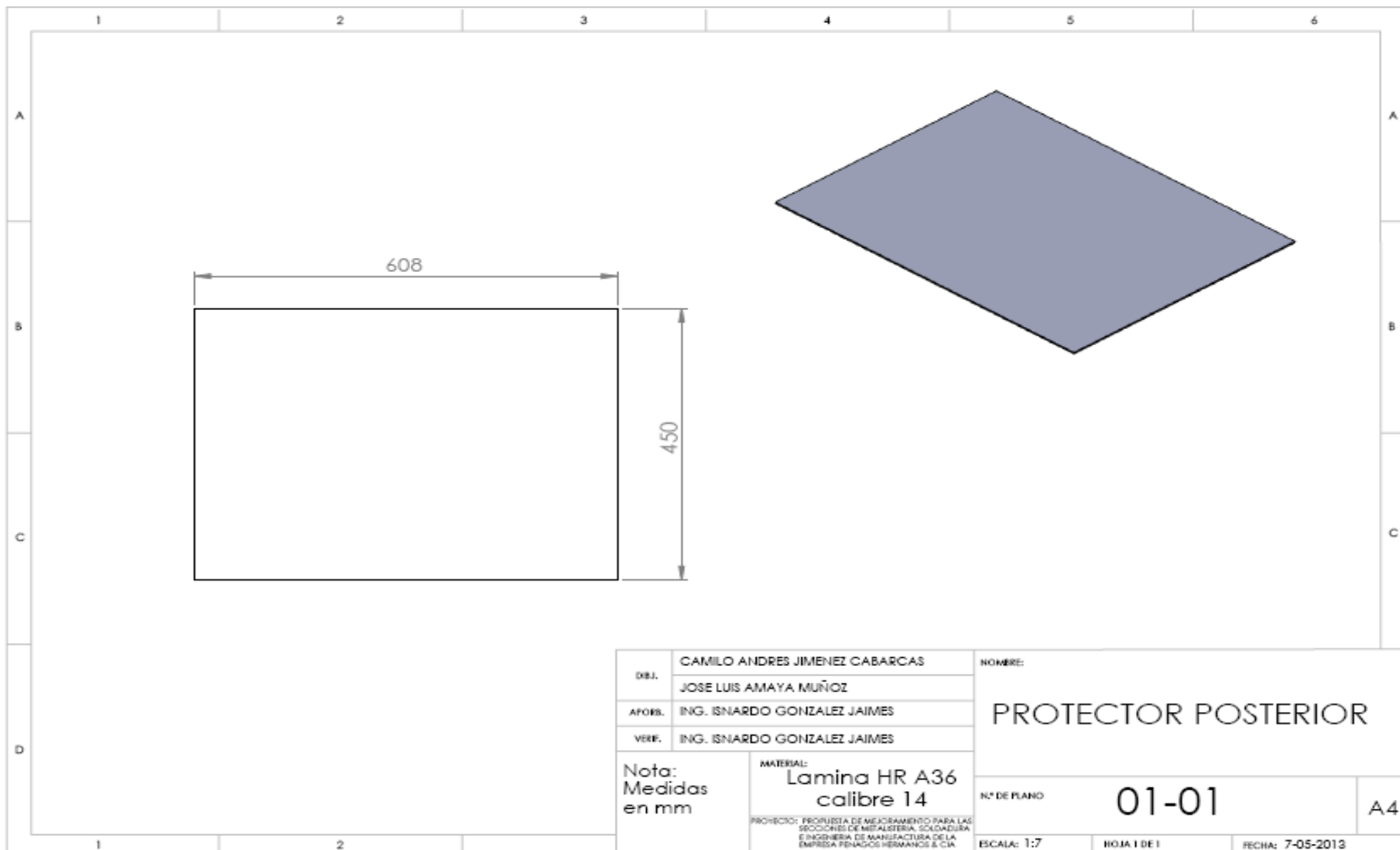
DIBJ.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	DIMENSIONES PRINCIPALES VEHICULO	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ			
APORB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
Nota: Medidas en mm		MATERIAL:	-	
		PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA		
		N° DE PLANO	00-02	A4
		ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	FECHA: 7-05-2013



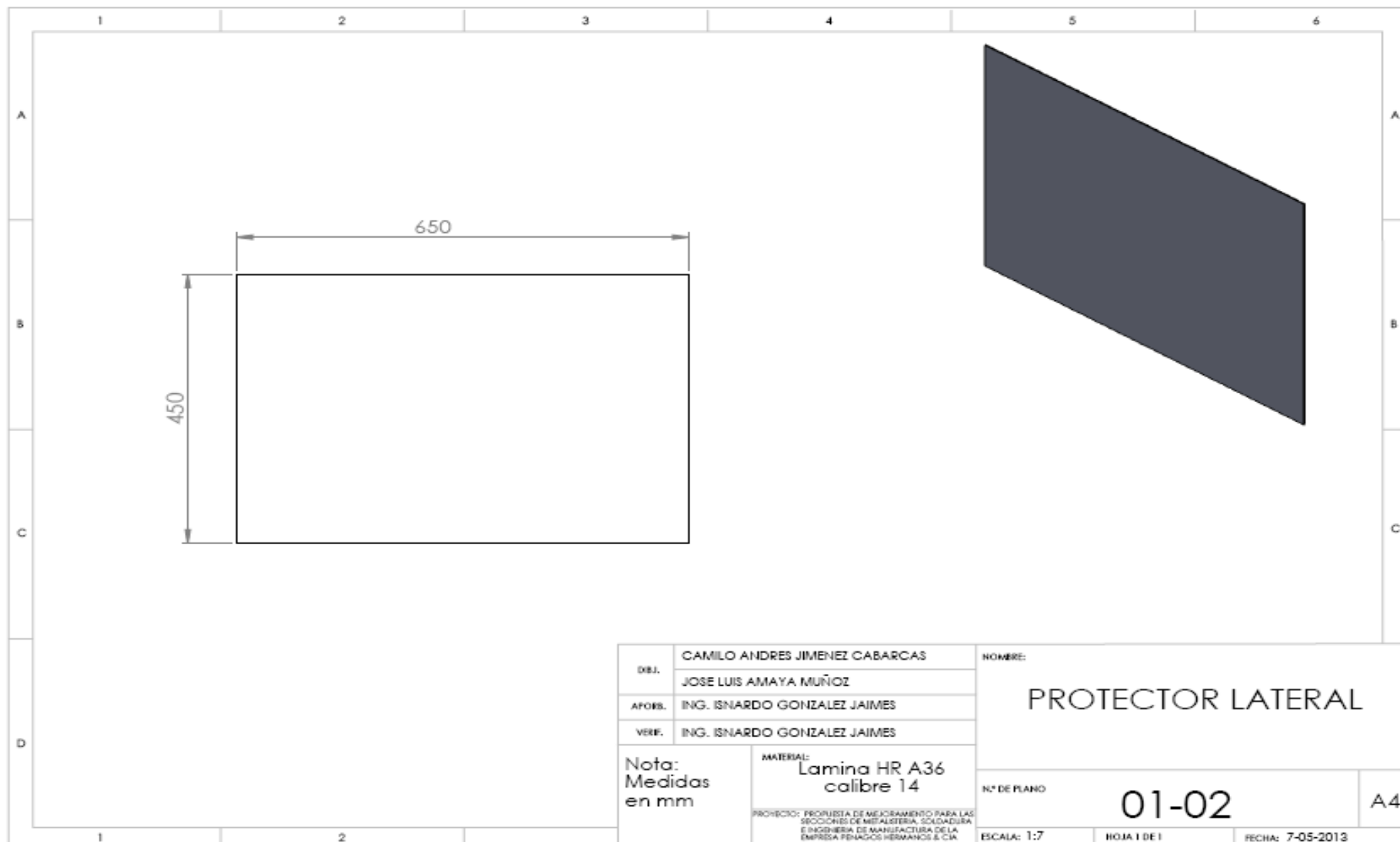


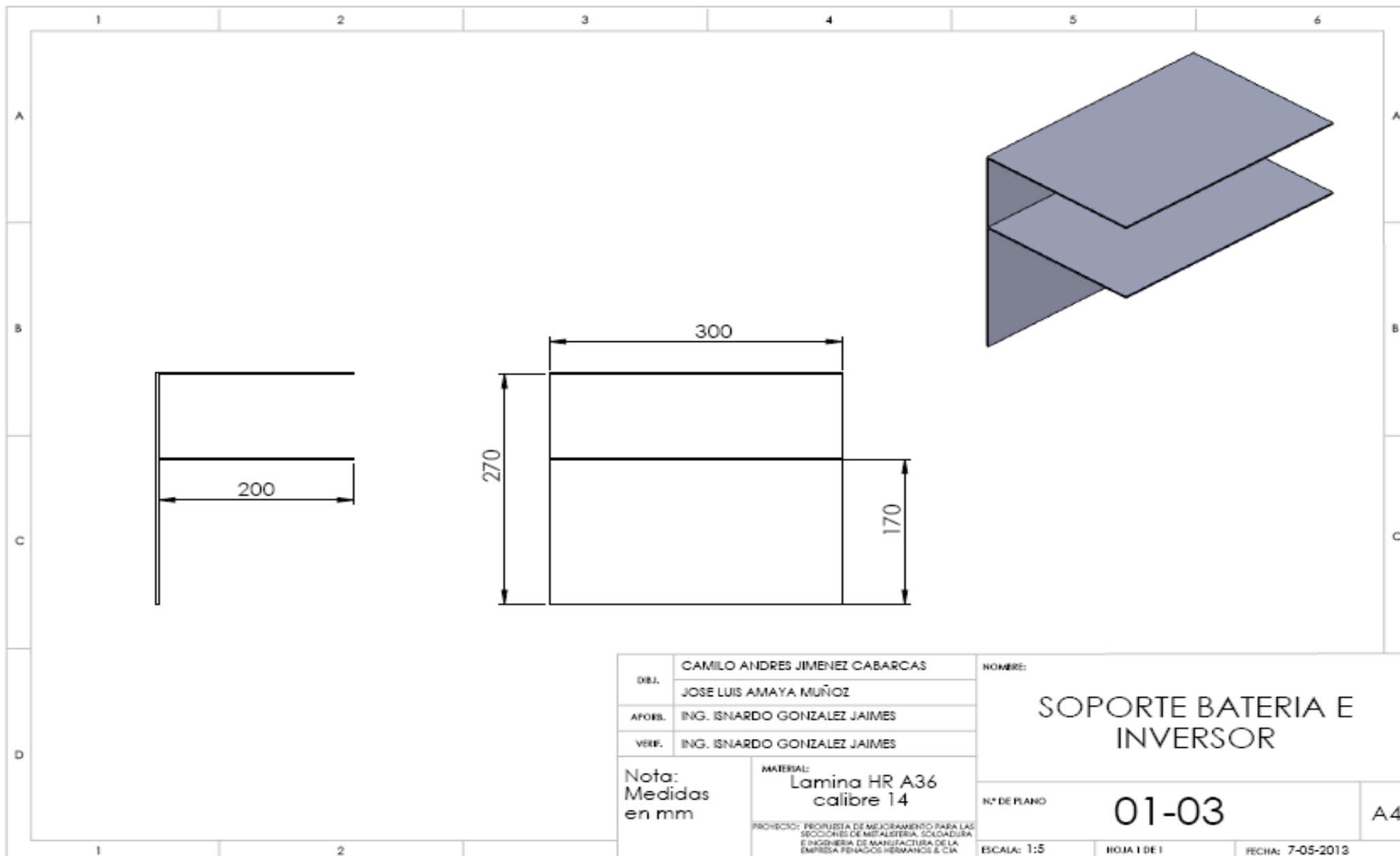
Item	Nombre	Cantidad
1	Protector posterior	1
2	Protector lateral	2
3	Elemento de agarre	1
4	Soporte bateria e inversor	1
5	Inversor ENOOWER de 600 w	1
6	Bateria MTEK 26 Ah	1
7	Lamina inferior	1
8	Ruedas fija	2
9	Rueda giratoria con freno	2
10	Platina ruedas	4
11	Estructura	1

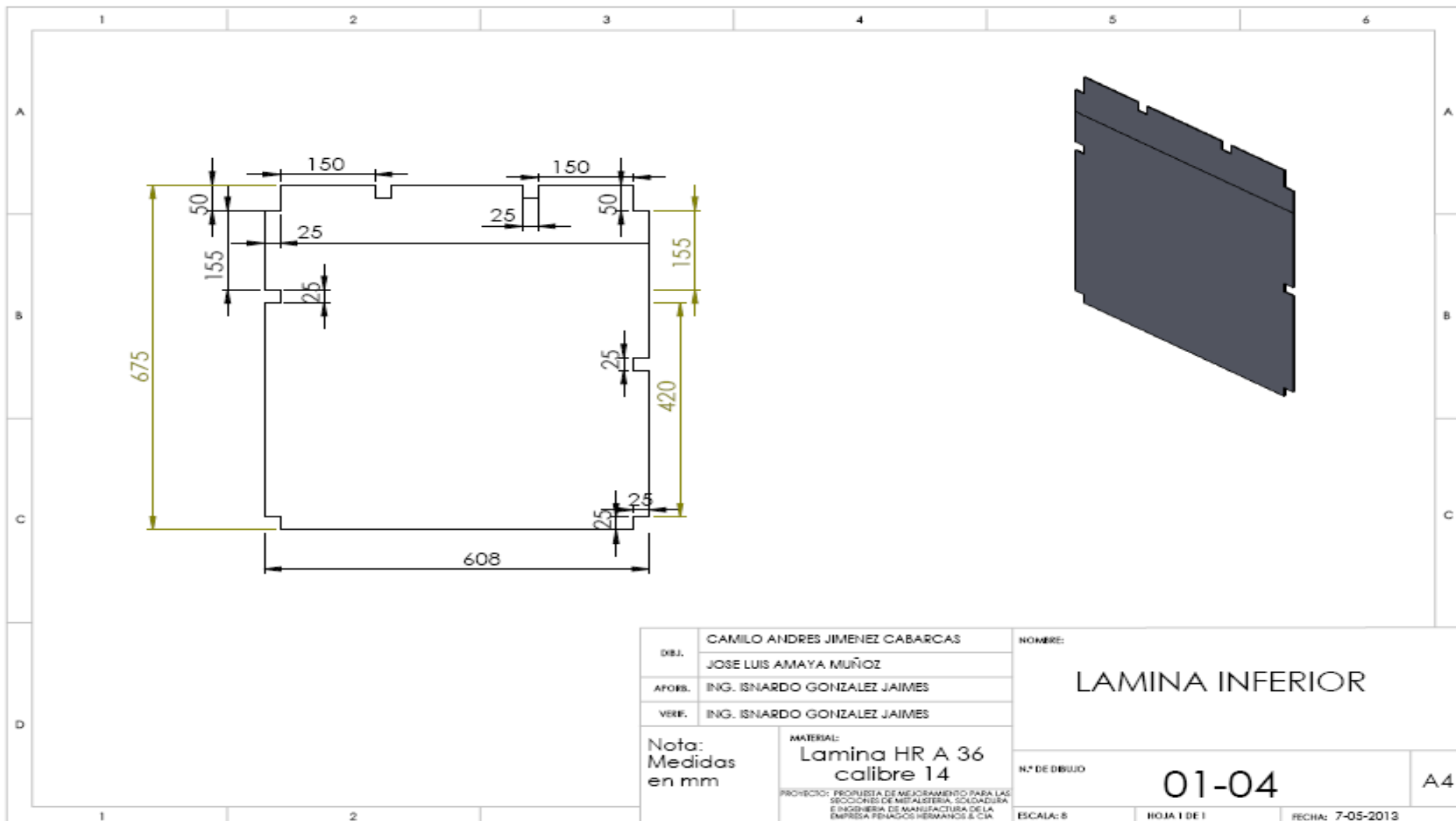
DISEÑADOR: CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS DISEÑADOR: JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ APROBADO: ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES VERIFICADO: ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	NOMBRE: <h2 style="text-align: center;">EXPLOSION ESTRUCTURA POSTERIOR</h2>
Nota: Medidas en mm	MATERIAL: -
PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA FENAGOS HERMANOS & CIA.	N° DE PLANO: 01-00
ESCALA: 1:12	HOJA 1 DE 1
FECHA: 7-05-2013	A4

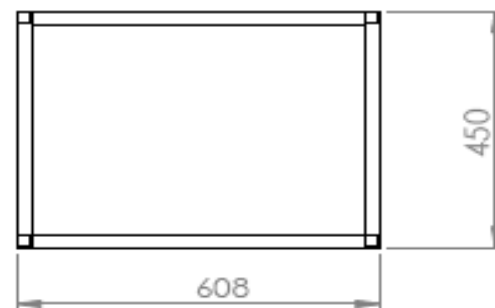
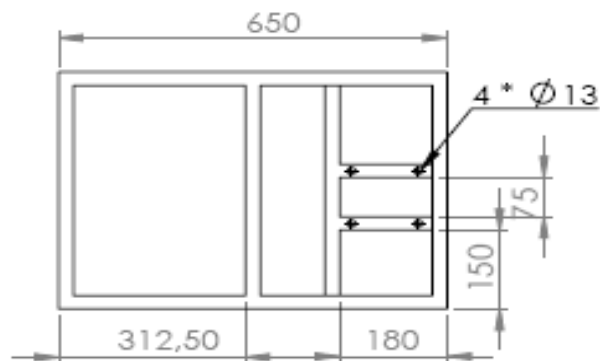
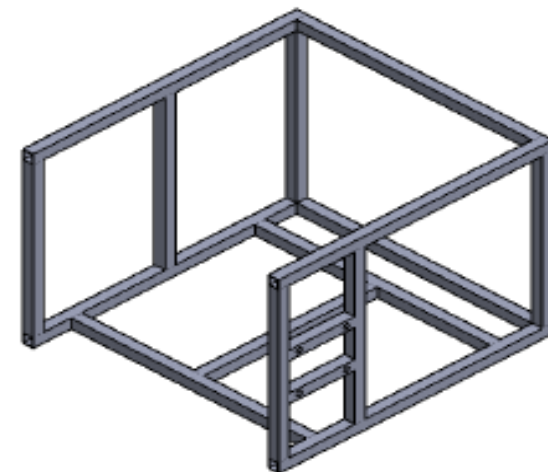
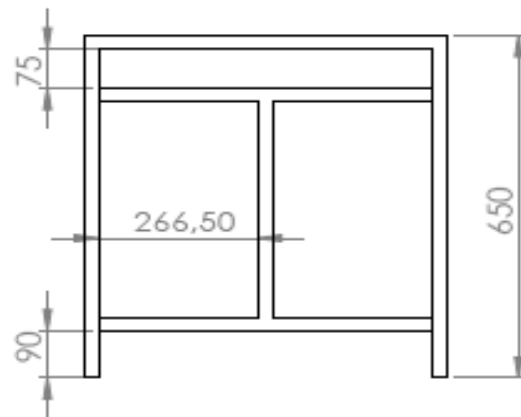


OBJ. CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ APOB. ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES VERE. ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	NOMBRE: PROTECTOR POSTERIOR	
	N° DE PLANO 01-01	
	ESCALA: 1:7	
Nota: Medidas en mm	MATERIAL: Lamina HR A36 calibre 14	HOJA 1 DE 1
<small>PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PINAGOS HERMANOS & CIA</small>		FECHA: 7-05-2013
		A4

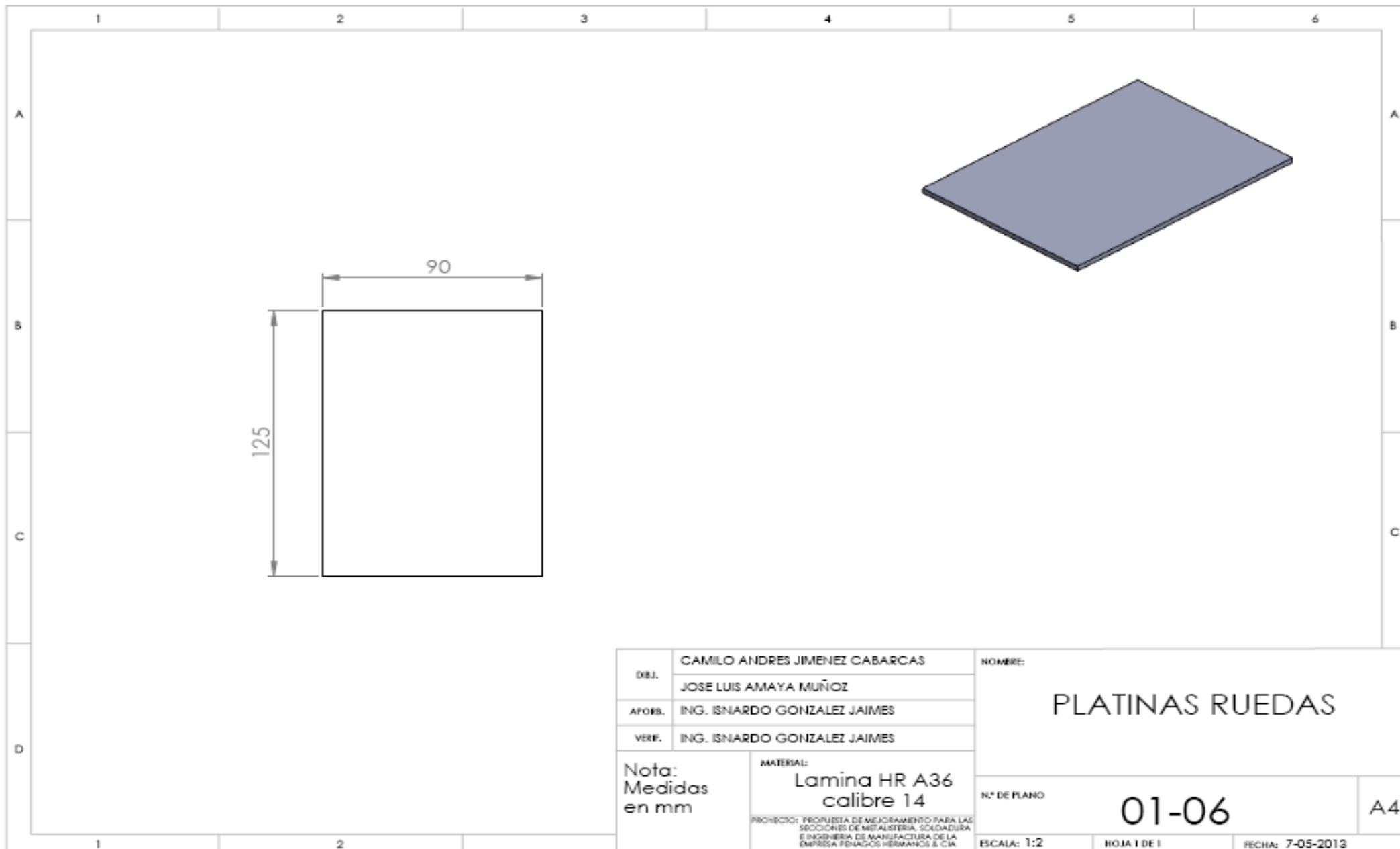




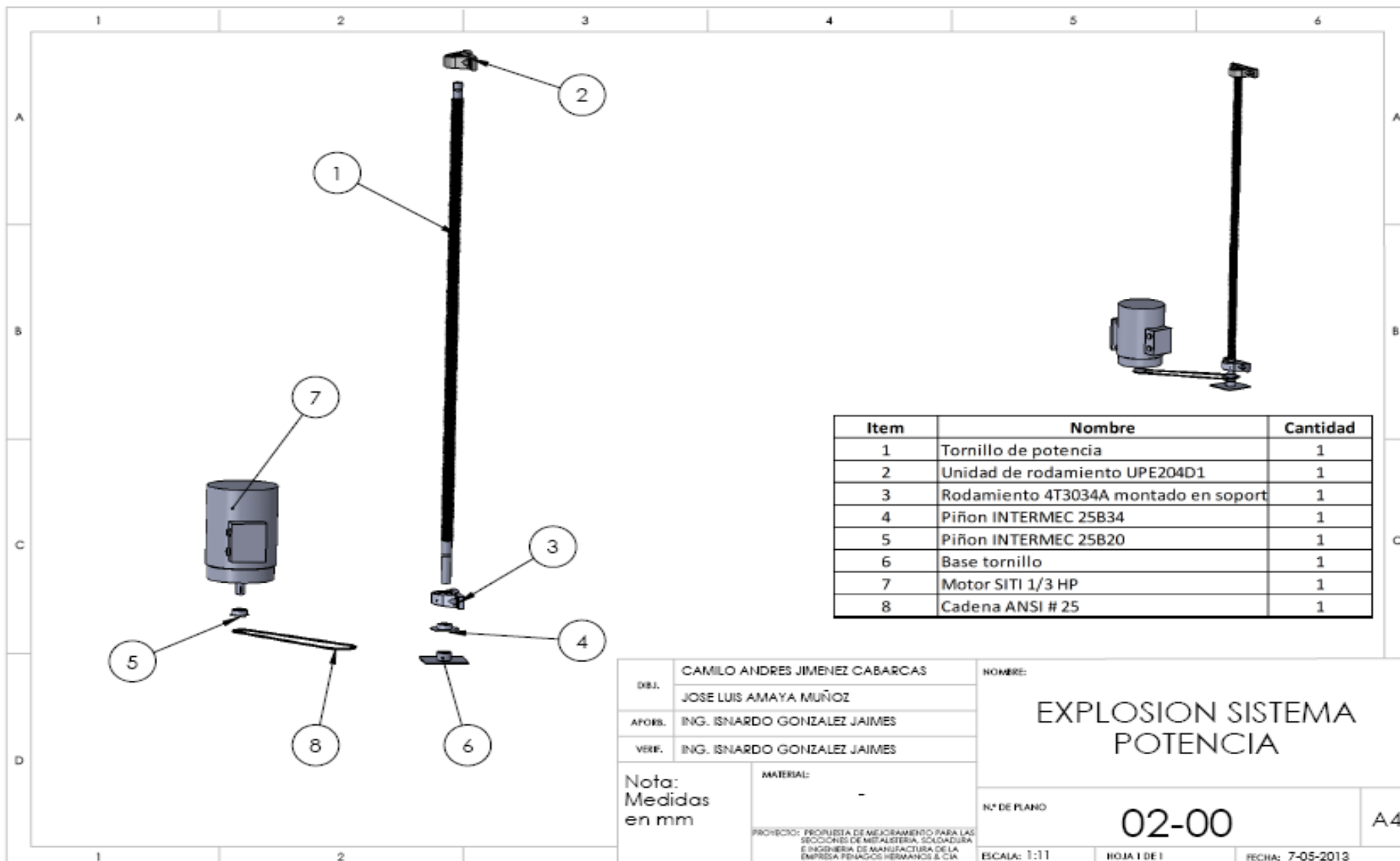




DEB.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ	ESTRUCTURA	
AFOB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES		
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	N° DE PLANO	01-05
Nota: Medidas en mm		MATERIAL: TUBO CUADRADO DE 25X25 e 2mm ASTM 500	
		PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA FENAGOS HERMANOS & CIA.	
		ESCALA: 1:12	HOJA 1 DE 1
		FECHA: 7-05-2013	
		A4	

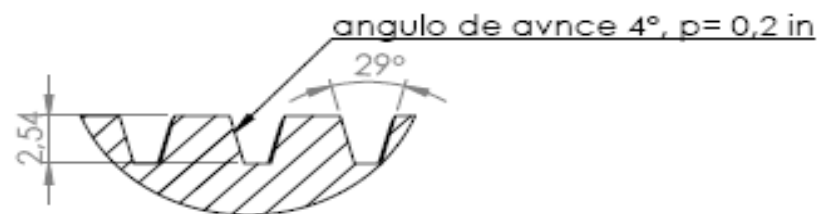


DEJ.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ	PLATINAS RUEDAS	
APOB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES		
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	N° DE PLANO	01-06
Nota: Medidas en mm	MATERIAL:	ESCALA:	HOJA 1 DE 1
	Lamina HR A36 calibre 14	1:2	FECHA: 7-05-2013
	PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA FERRAGOS HERMANOS & CIA.		A4



Item	Nombre	Cantidad
1	Tornillo de potencia	1
2	Unidad de rodamiento UPE204D1	1
3	Rodamiento 4T3034A montado en soport	1
4	Piñon INTERMEC 25B34	1
5	Piñon INTERMEC 25B20	1
6	Base tornillo	1
7	Motor SITI 1/3 HP	1
8	Cadena ANSI # 25	1

DBL.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:		
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ	EXPLOSION SISTEMA POTENCIA		
APOB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
VERF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
Nota: Medidas en mm	MATERIAL: -	Nº DE PLANO	02-00	
	PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA FERRAGOS HERMANOS & CIA.	ESCALA: 1:11	HOJA 1 DE 1	A4
			FECHA: 7-05-2013	

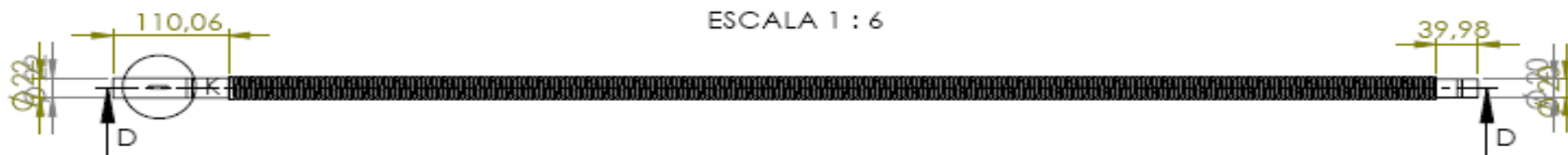


DETALLE F
ESCALA 3 : 1



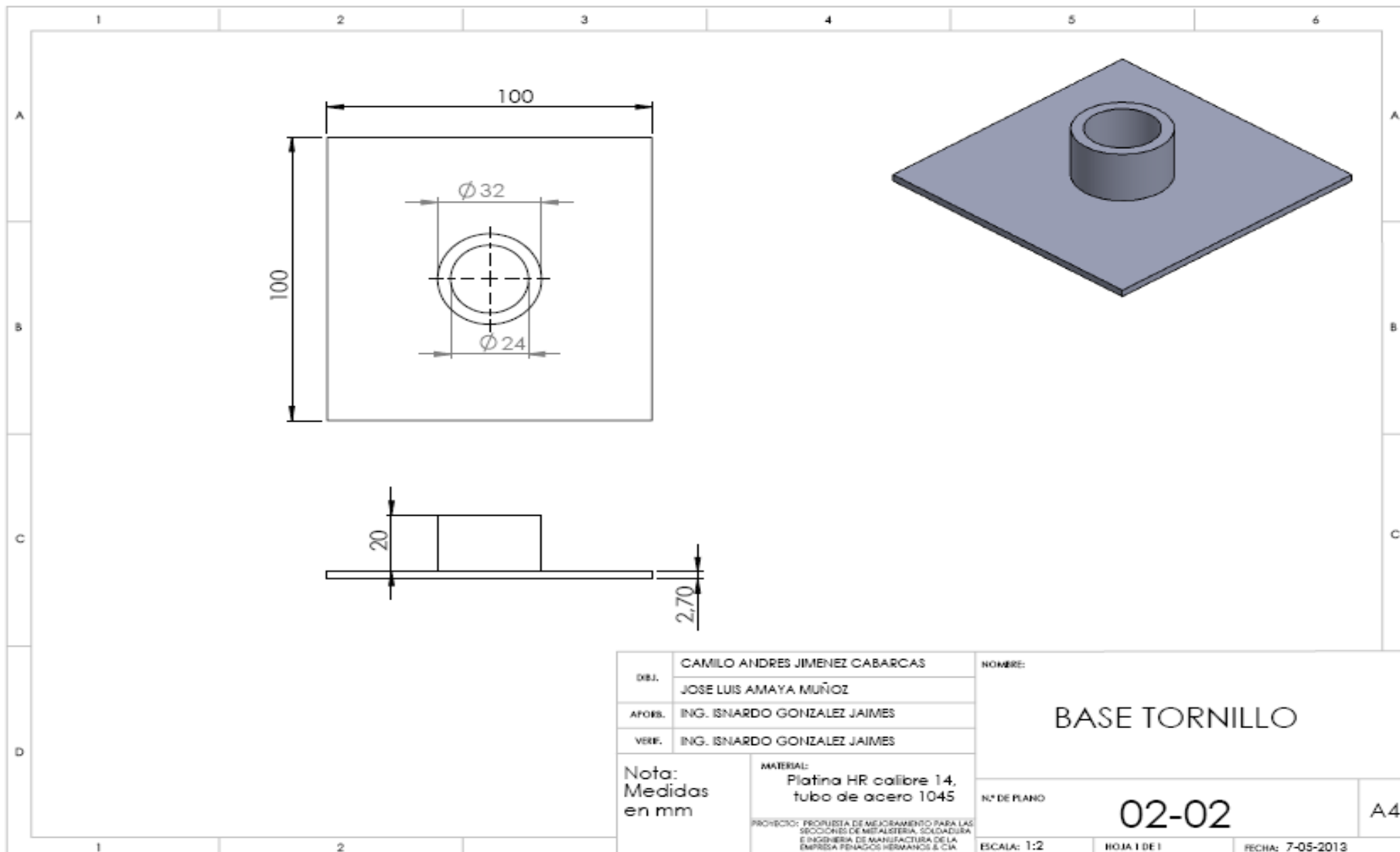
SECCIÓN D-D

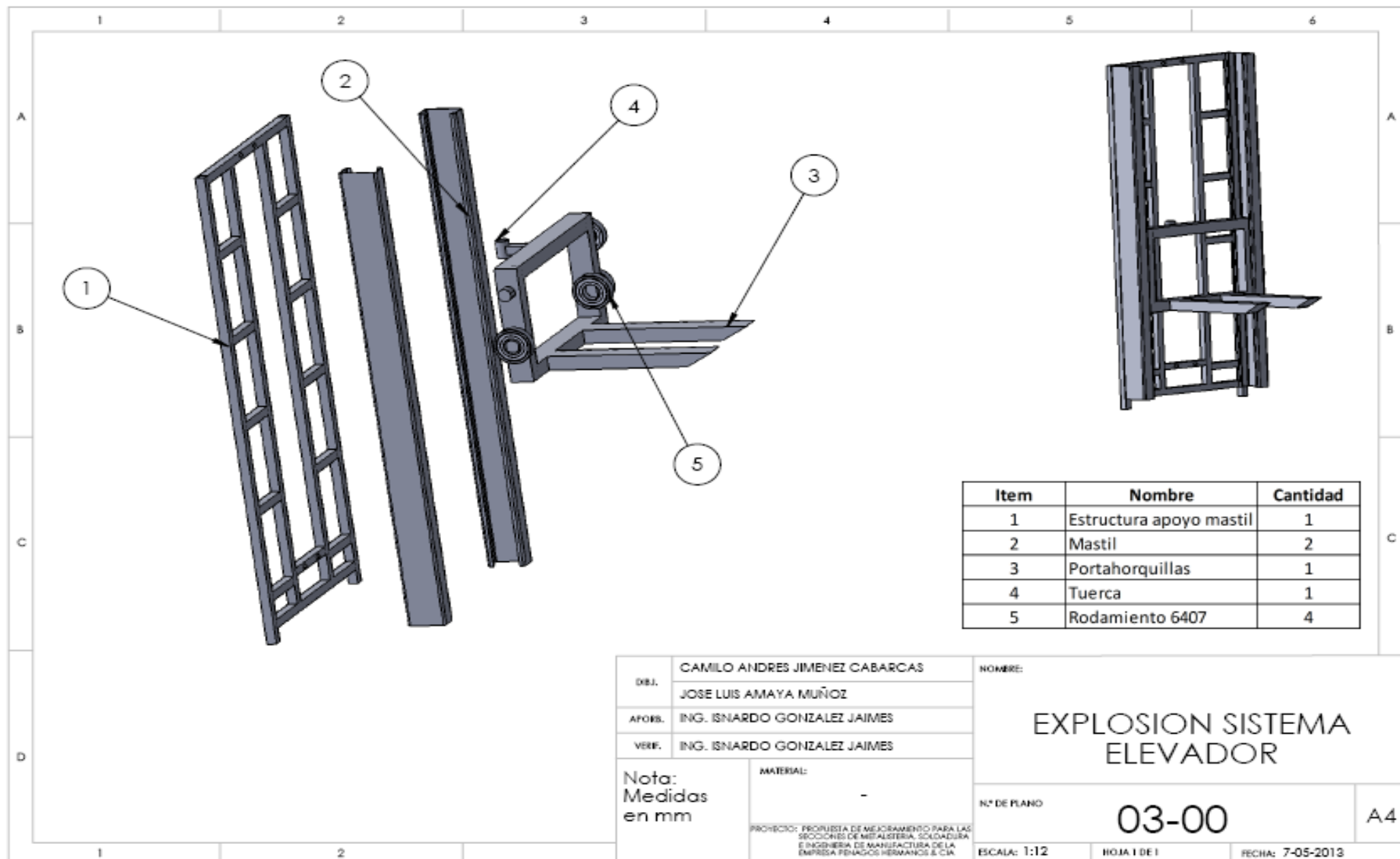
ESCALA 1 : 6

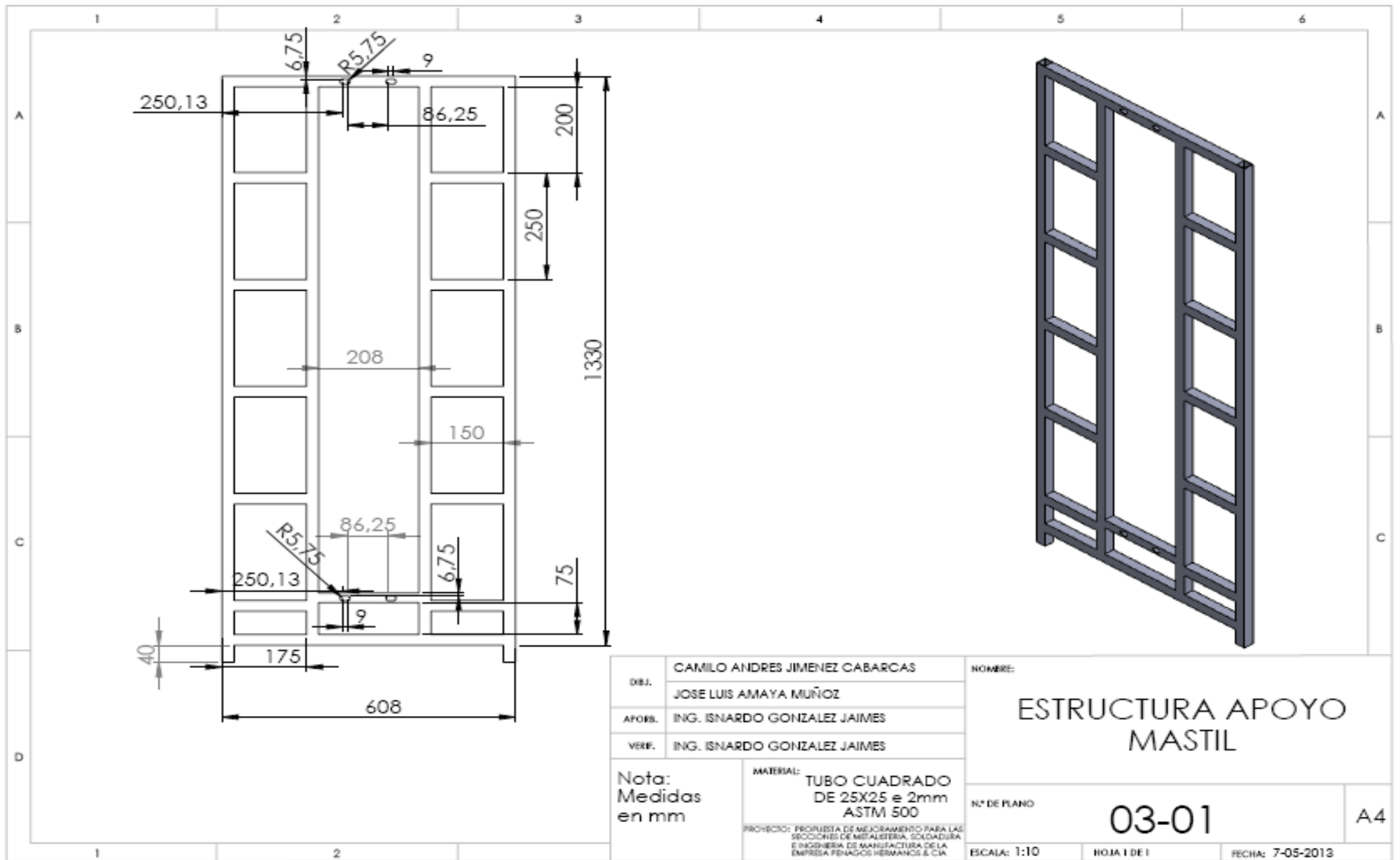


DETALLE K
ESCALA 1 : 2

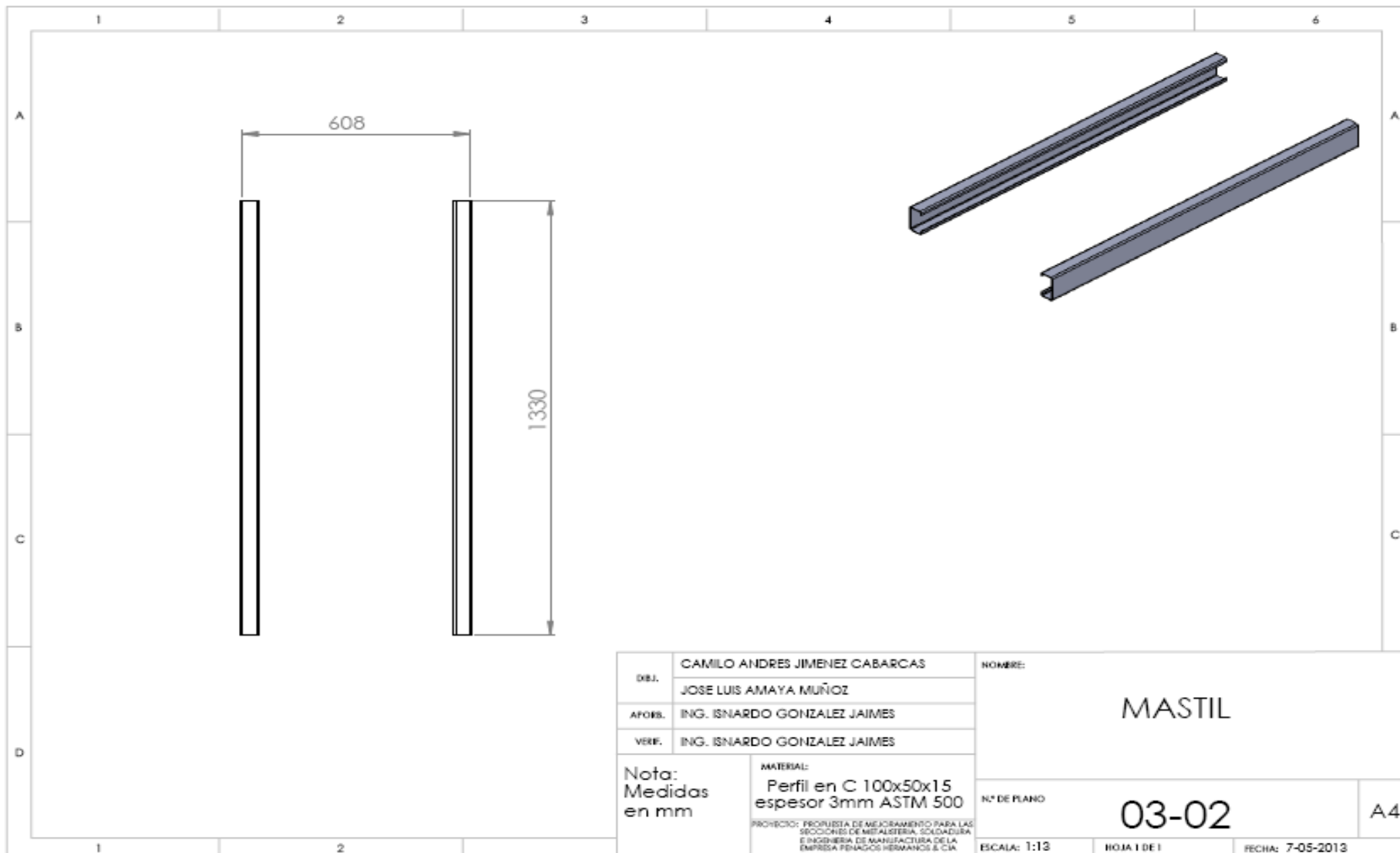
DEJ.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ	TORNILLO DE POTENCIA	
APOB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES		
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	Nº DE PLANO	02-01
Nota: Medidas en mm	MATERIAL: Acero 1045 laminado en caliente	ESCALA: 1:6	A4
	PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA.	HOJA 1 DE 1	FECHA: 7-05-2013

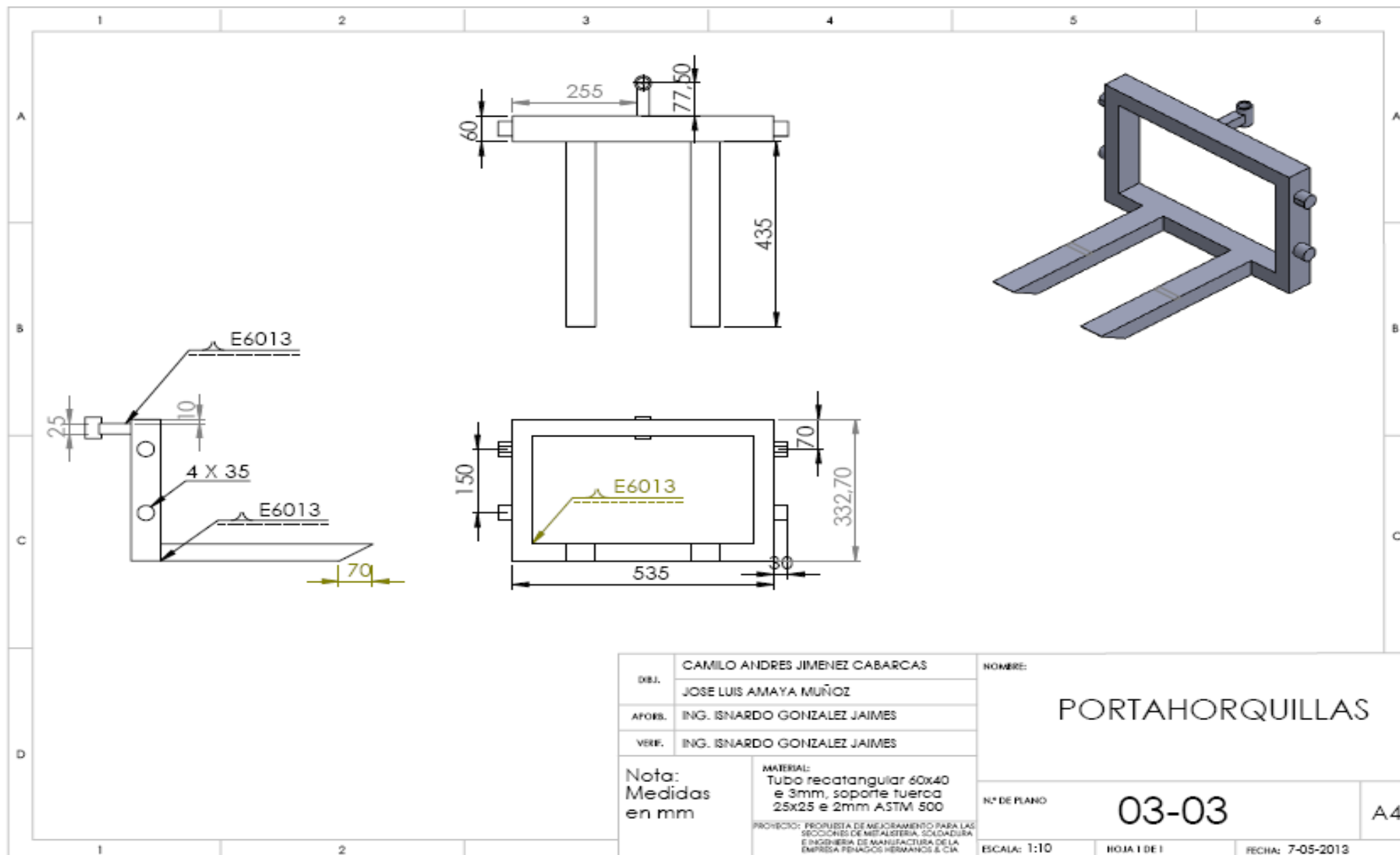




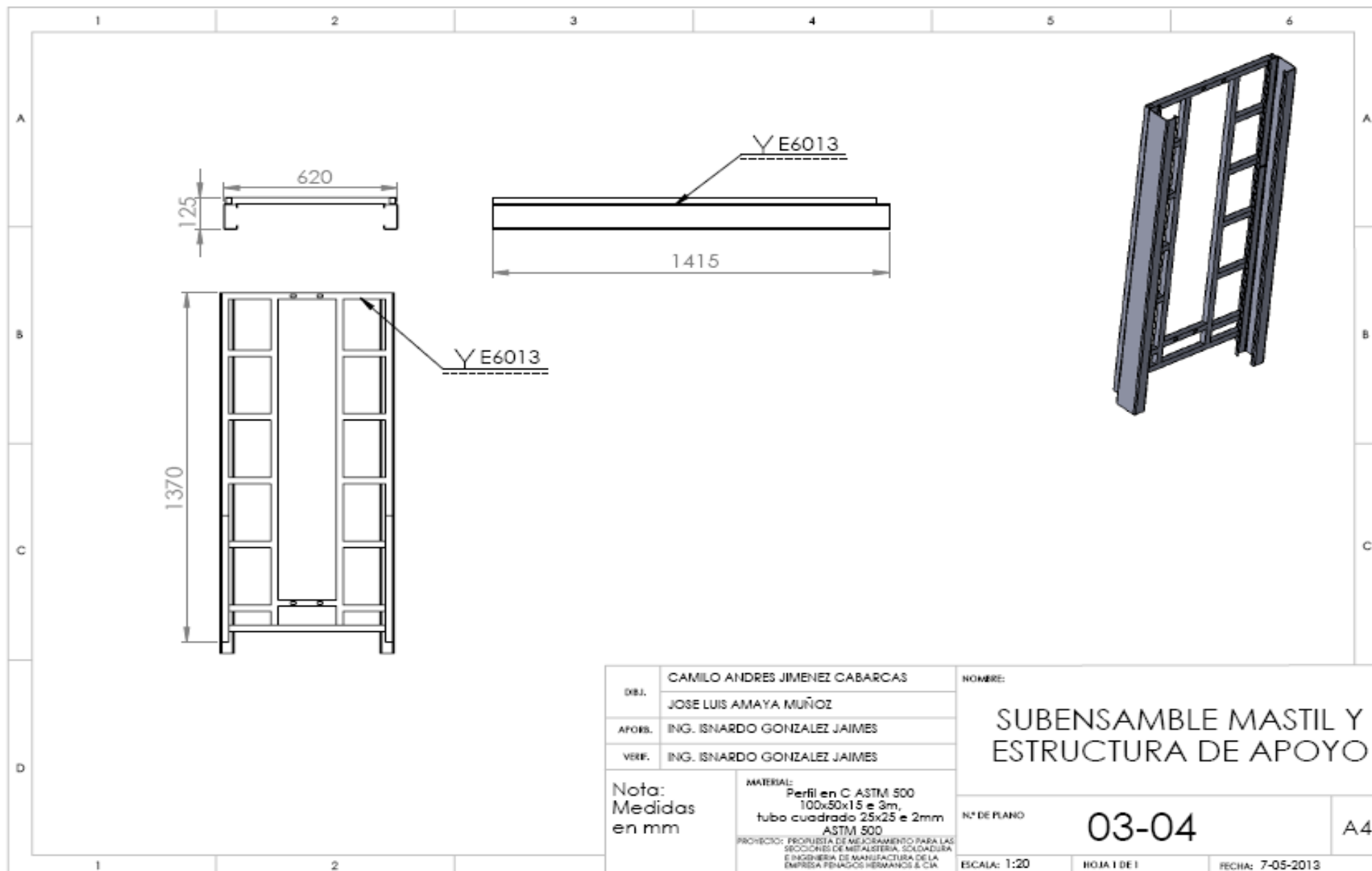


DEJ. CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ	NOMBRE: ESTRUCTURA APOYO MASTIL	
APOB. ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	N° DE PLANO 03-01	
VERE. ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1
Nota: Medidas en mm	MATERIAL: TUBO CUADRADO DE 25X25 e 2mm ASTM 500	FECHA: 7-05-2013
PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA		A4



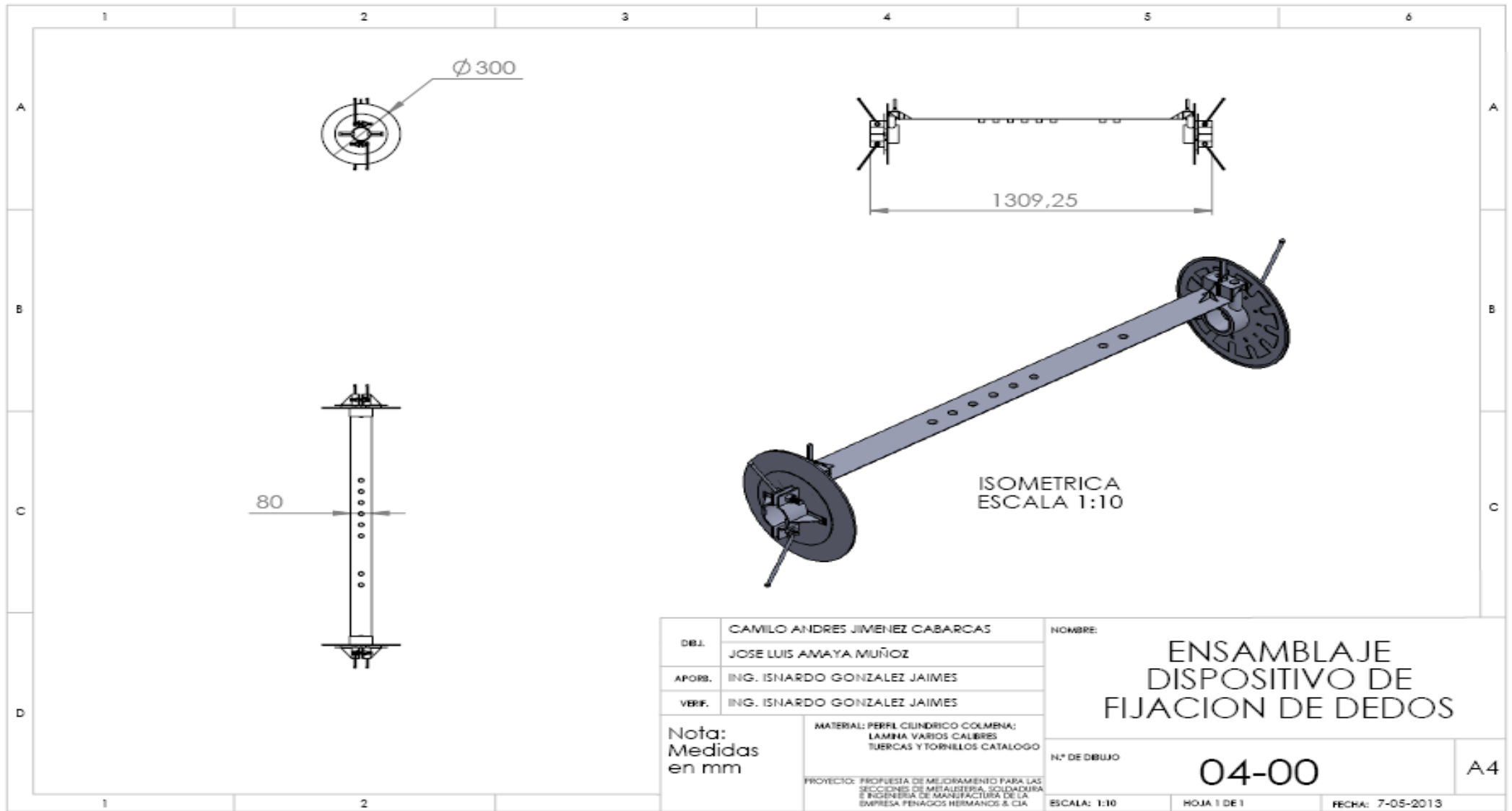


DEJ.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ	PORTAHORQUILLAS	
APOSB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES		
VERE.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES		
Nota: Medidas en mm		MATERIAL: Tubo rectangular 60x40 e 3mm, soporte tuerca 25x25 e 2mm ASTM 500	Nº DE PLANO
		PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA	03-03
		ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1
		FECHA: 7-05-2013	
		A4	

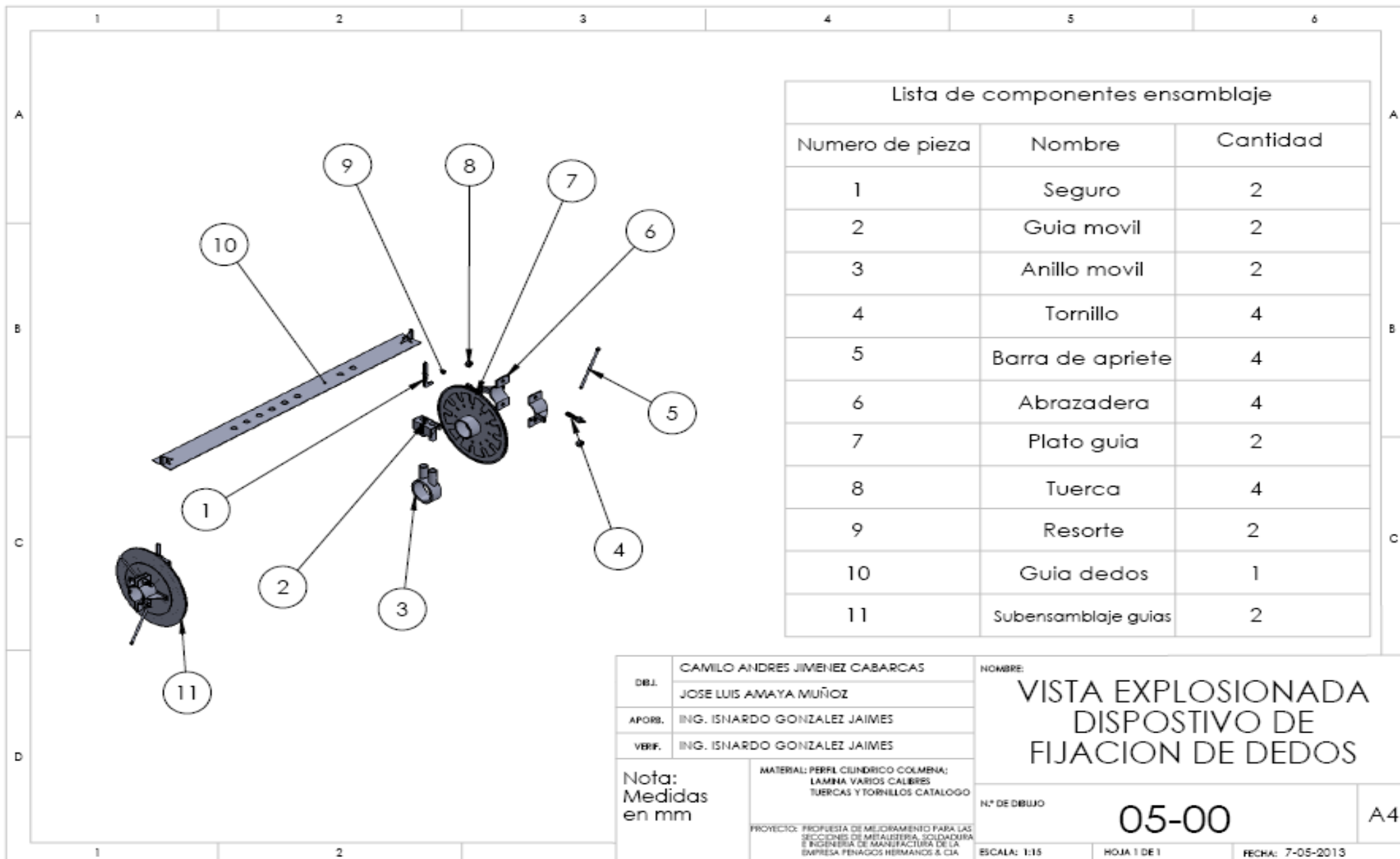


DEJ.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ	SUBENSAMBLE MASTIL Y ESTRUCTURA DE APOYO	
APOB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES		
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES		
Nota: Medidas en mm		MATERIAL: Perfil en C ASTM 500 100x50x15 e 3m, tubo cuadrado 25x25 e 2mm ASTM 500	N° DE PLANO
		PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA.	03-04
			A4
		ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1
			FECHA: 7-05-2013

ANEXO L. PLANOS DISPOSITIVOS

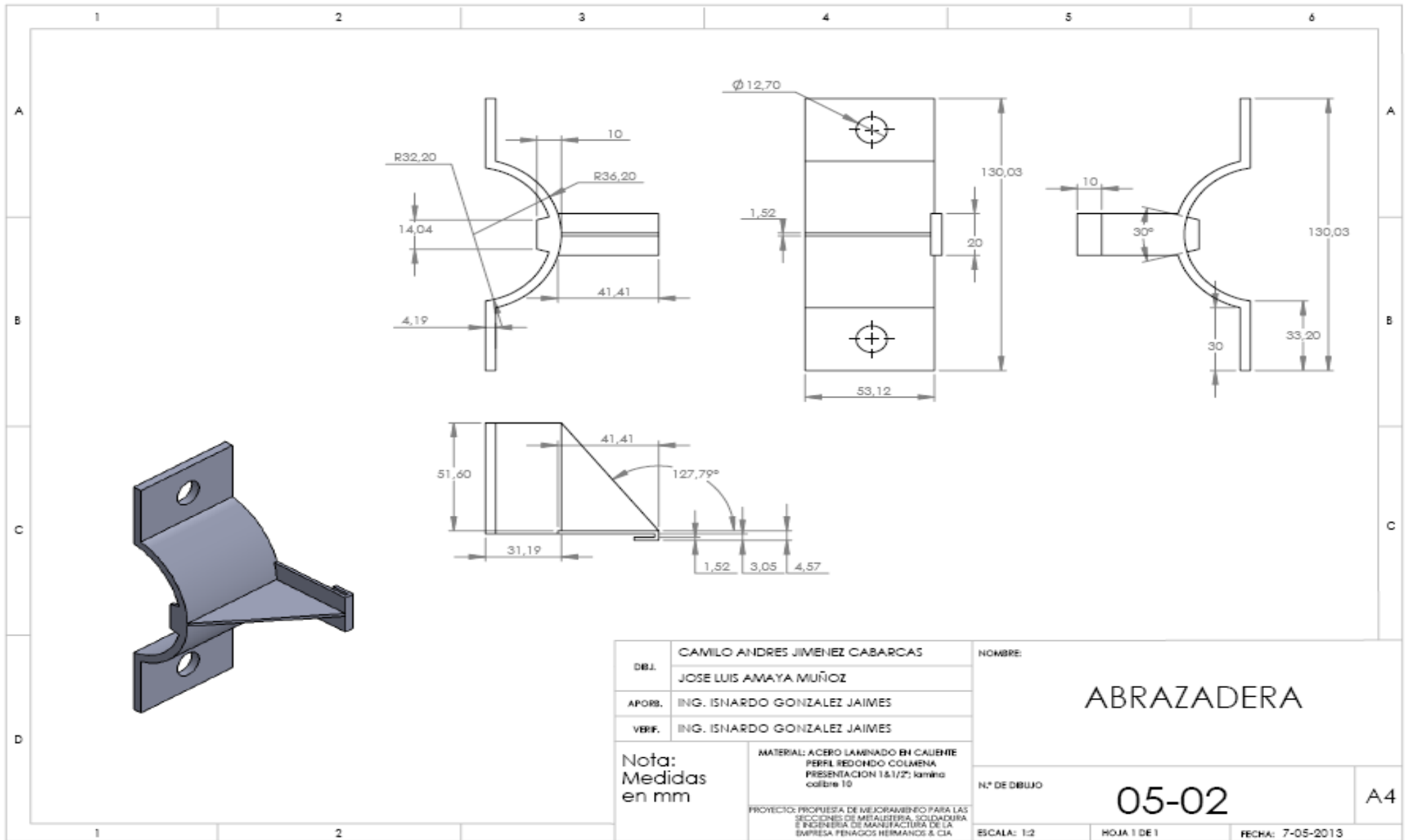


DB.J.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	ENSAMBLAJE DISPOSITIVO DE FIJACION DE DEDOS		
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ				
APORB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES				
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	N.º DE DBUJO	04-00	A4	
Nota: Medidas en mm	MATERIAL: PERFIL CILINDRICO COLMENA; LAMINA VARIOS CALIBRES TUERCAS Y TORNELLOS CATALOGO	PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALURGIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA	ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1	FECHA: 7-05-2013

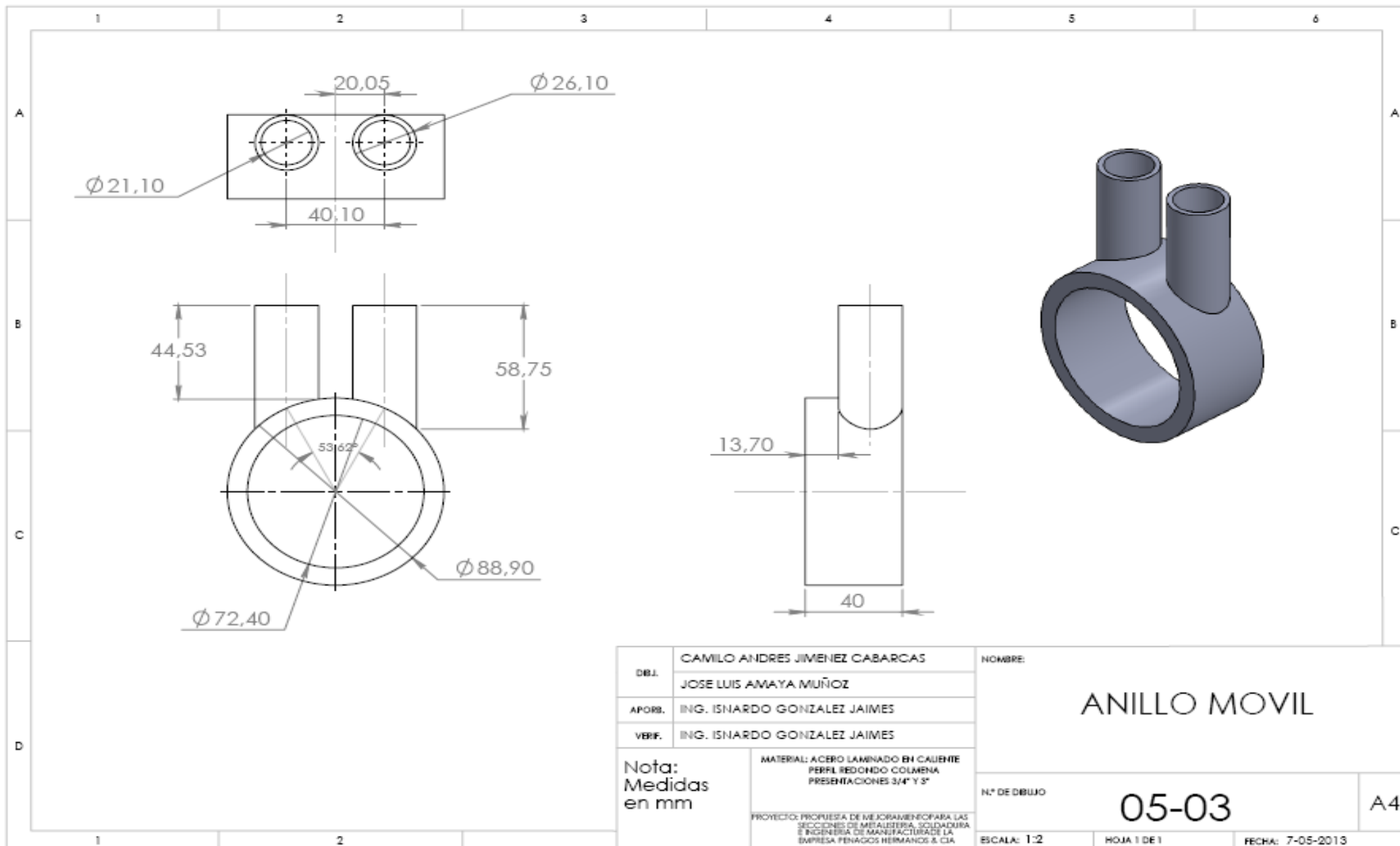


Lista de componentes ensamblaje		
Numero de pieza	Nombre	Cantidad
1	Seguro	2
2	Guia movil	2
3	Anillo movil	2
4	Tornillo	4
5	Barra de apriete	4
6	Abrazadera	4
7	Plato guia	2
8	Tuerca	4
9	Resorte	2
10	Guia dedos	1
11	Subensamblaje guias	2

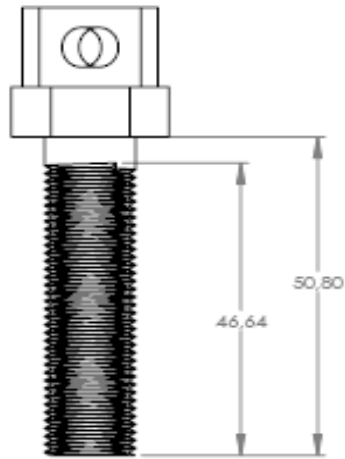
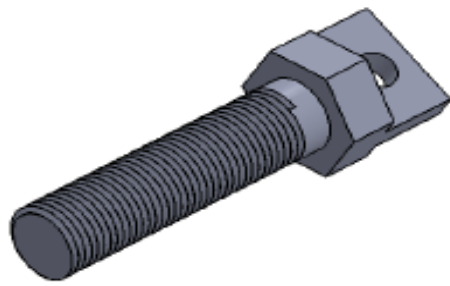
DBL.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE: VISTA EXPLOSIONADA DISPOSTIVO DE FIJACION DE DEDOS
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ	
APORB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	
Nota: Medidas en mm	MATERIAL: PERFIL CILINDRICO COLMENA; LAMINA VARIOS CALIBRES TUERCAS Y TORNILLOS CATALOGO	N° DE DIBUJO 05-00
	PROYECTO: PROPUESTA DE MEDIDAMENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS S. CIA	ESCALA: 1:15 HOJA 1 DE 1 FECHA: 7-05-2013



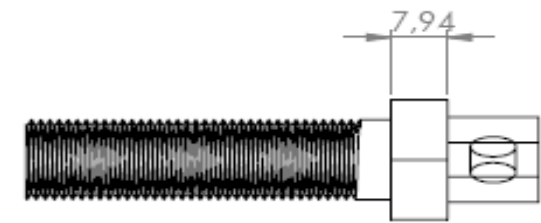
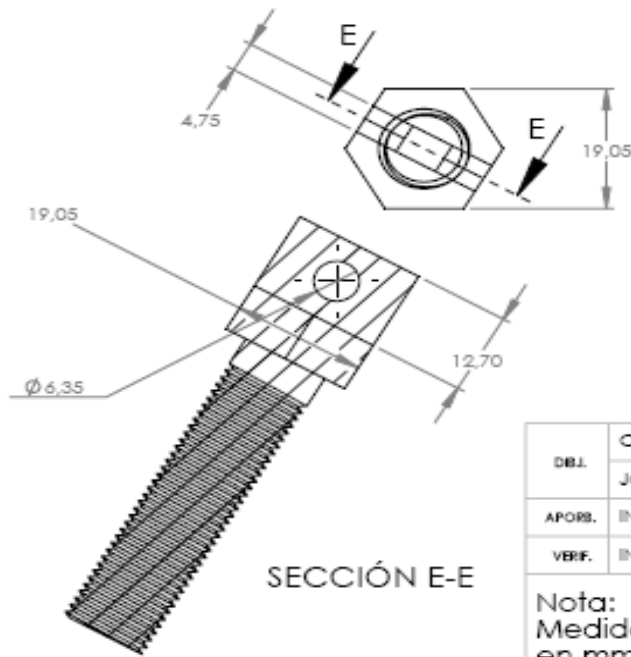
DBJ.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	ABRAZADERA	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ			
APOR.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	N° DE DIBUJO	05-02	A4
Nota: Medidas en mm		MATERIAL: ACERO LAMINADO EN CALIENTE PERFIL REDONDO COLMENA PRESENTACION 1&1/2; laminado calibre 10		ESCALA: 1:2
		PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALURGIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA		HOJA 1 DE 1
				FECHA: 7-05-2013



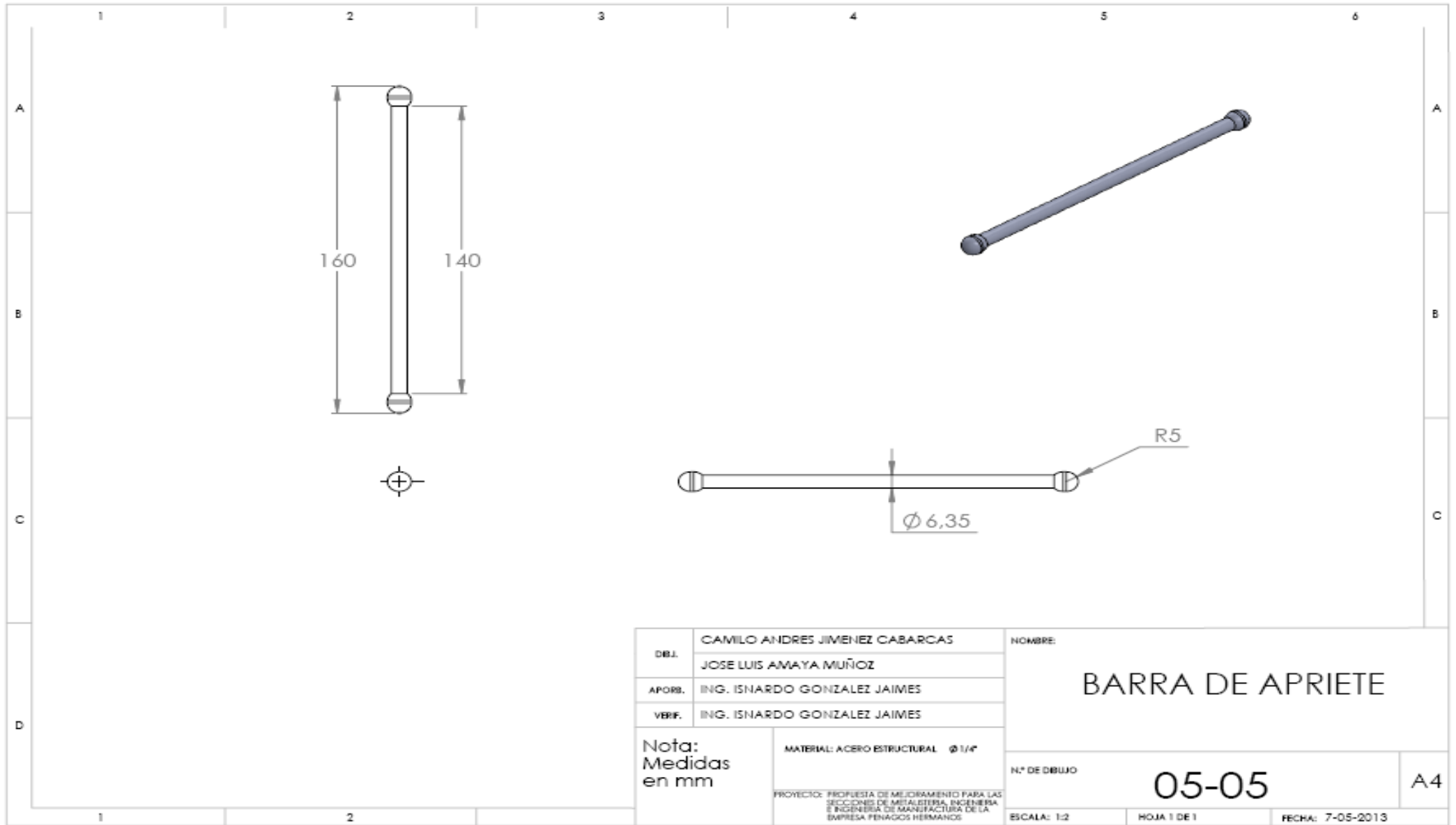
DBL.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	ANILLO MOVIL	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ			
APORB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
Nota: Medidas en mm	MATERIAL: ACERO LAMINADO EN CALIENTE PERFIL REDONDO COLUMENA PRESENTACIONES 3/4" Y 5"	N° DE DBLJO	05-03	A4
	PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA	ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1	FECHA: 7-05-2013

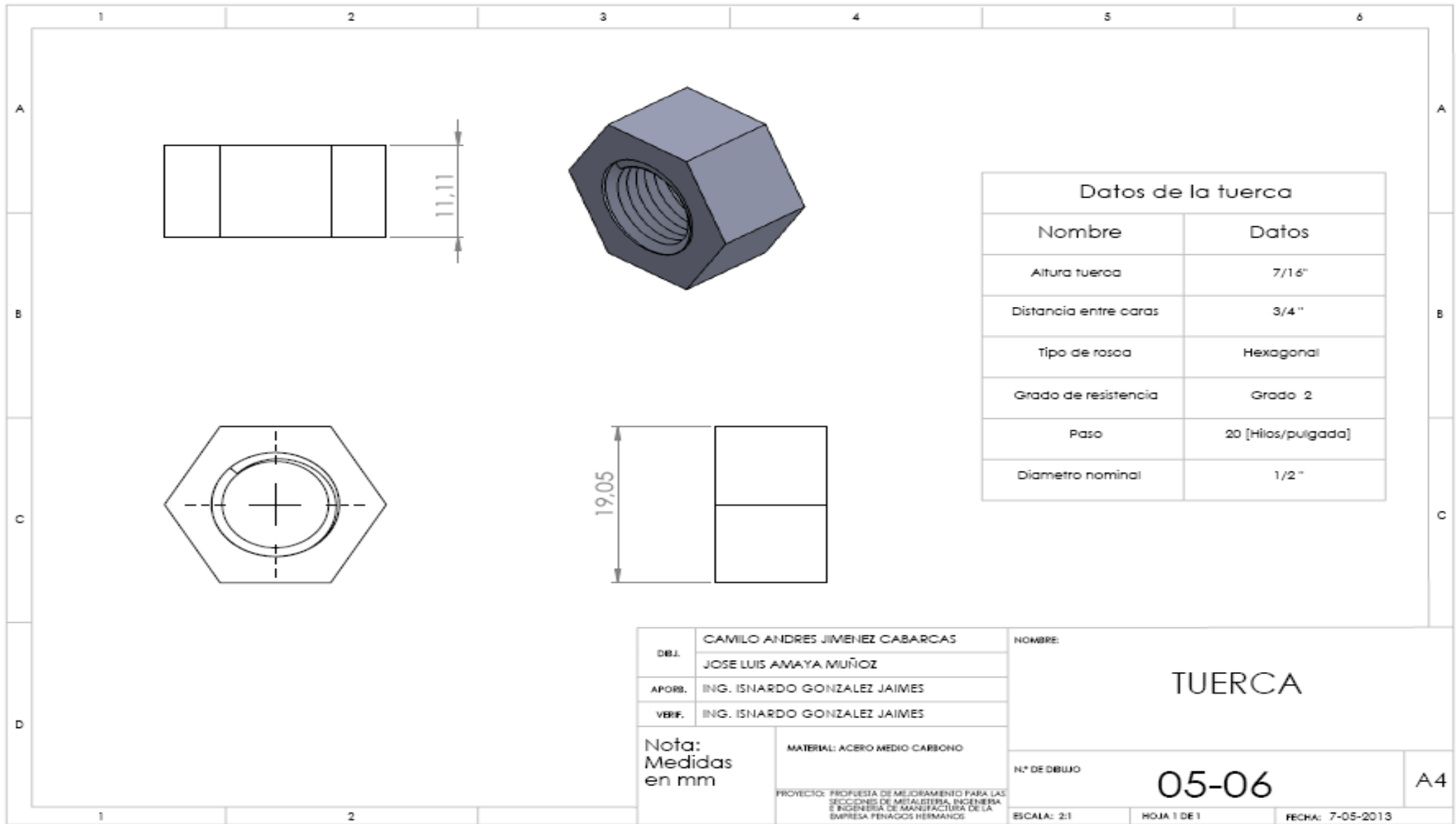


Datos del tornillo	
Hilos por pulgada	20 [hilos/pulgada]
Ancho cabeza	3/4 [pulgada]
Alto cabeza	5/16 [pulgada]
Diametro nominal	1/2 [pulgada]
Longitud rosca basica	2 [pulgadas]

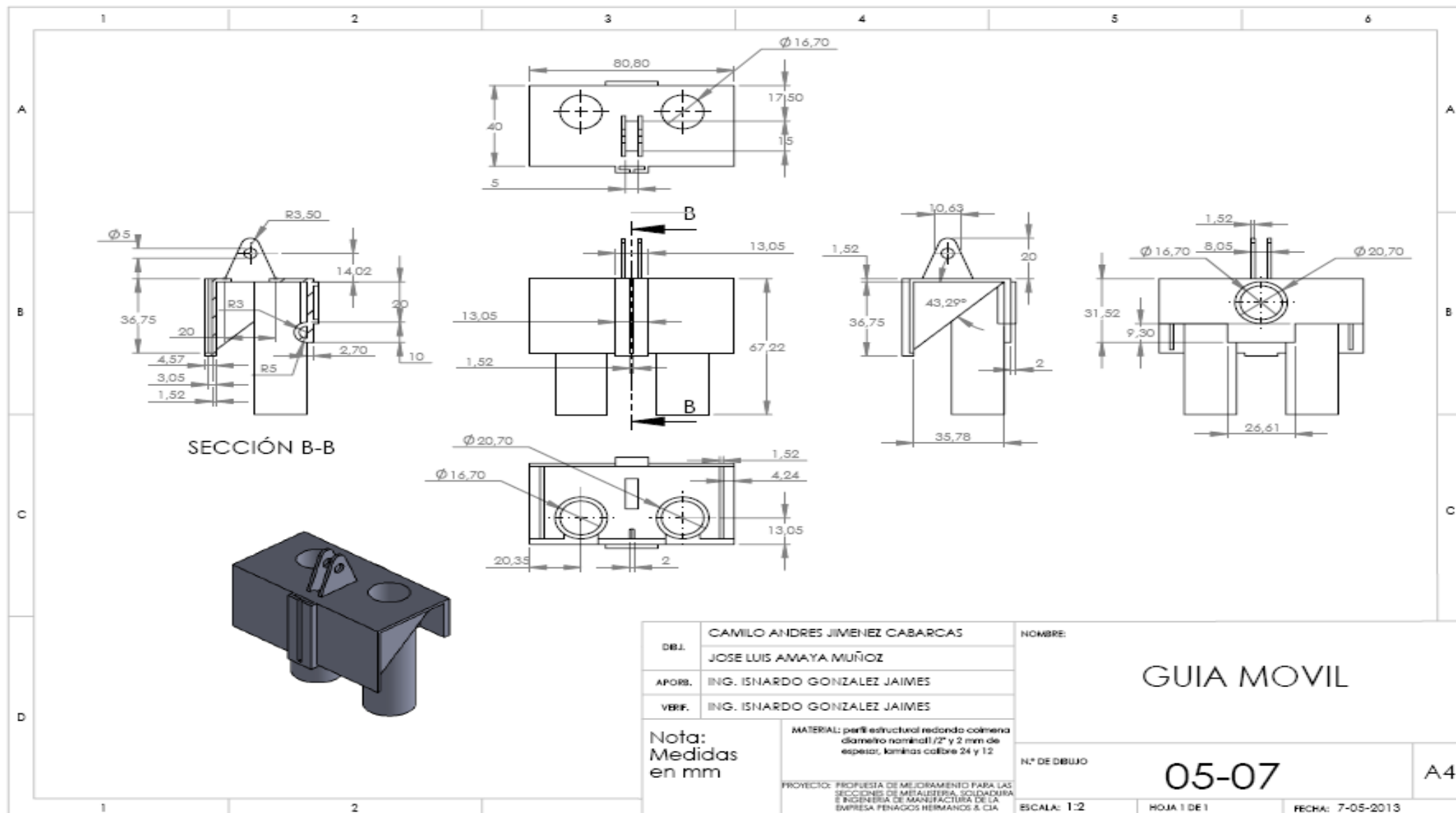


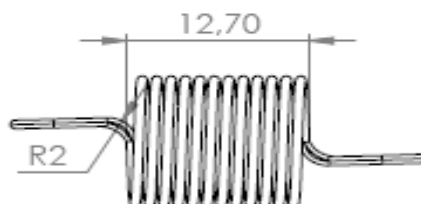
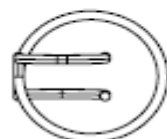
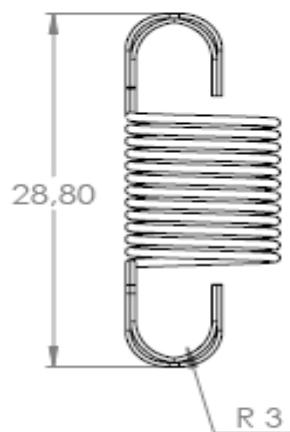
DBL.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:		
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ	TORNILLO		
APORB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
Nota: Medidas en mm		MATERIAL: tornillo por catalogo distribuidor fabrica de tornillos guttembergo lamina calibre 7	N° DE DIBUJO	
		PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURAS E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERRANDES & CIA	05-04	
		ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	A4
		FECHA: 7-05-2013		





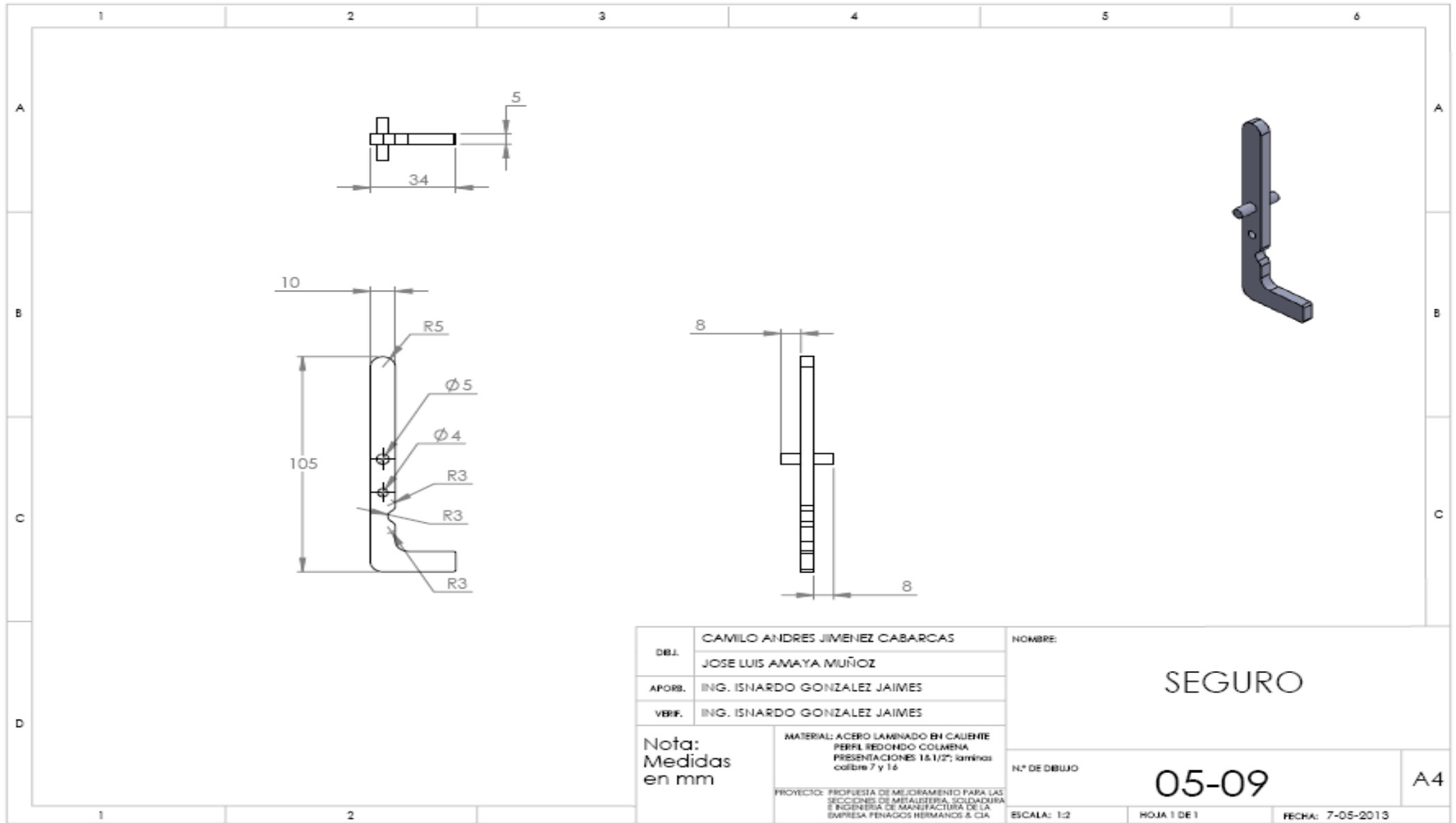
<table border="1"> <tr> <td>DBL.</td> <td>CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS</td> <td rowspan="3">NOMBRE:</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">TUERCA</td> </tr> <tr> <td></td> <td>JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ</td> </tr> <tr> <td>APORR.</td> <td>ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES</td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td>ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES</td> <td>N.º DE DIBUJO</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">05-06</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">A4</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Nota: Medidas en mm </td> <td colspan="2"> MATERIAL: ACERO MEDIO CARBONO PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALETERIA, INGENIERIA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS </td> <td> ESCALA: 2:1 </td> <td> HOJA 1 DE 1 </td> <td> FECHA: 7-05-2013 </td> </tr> </table>	DBL.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	TUERCA		JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ	APORR.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	N.º DE DIBUJO	05-06	A4	Nota: Medidas en mm		MATERIAL: ACERO MEDIO CARBONO PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALETERIA, INGENIERIA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS		ESCALA: 2:1	HOJA 1 DE 1	FECHA: 7-05-2013
DBL.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:			TUERCA															
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ																			
APORR.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES																			
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	N.º DE DIBUJO	05-06	A4																
Nota: Medidas en mm		MATERIAL: ACERO MEDIO CARBONO PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALETERIA, INGENIERIA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS		ESCALA: 2:1	HOJA 1 DE 1	FECHA: 7-05-2013														



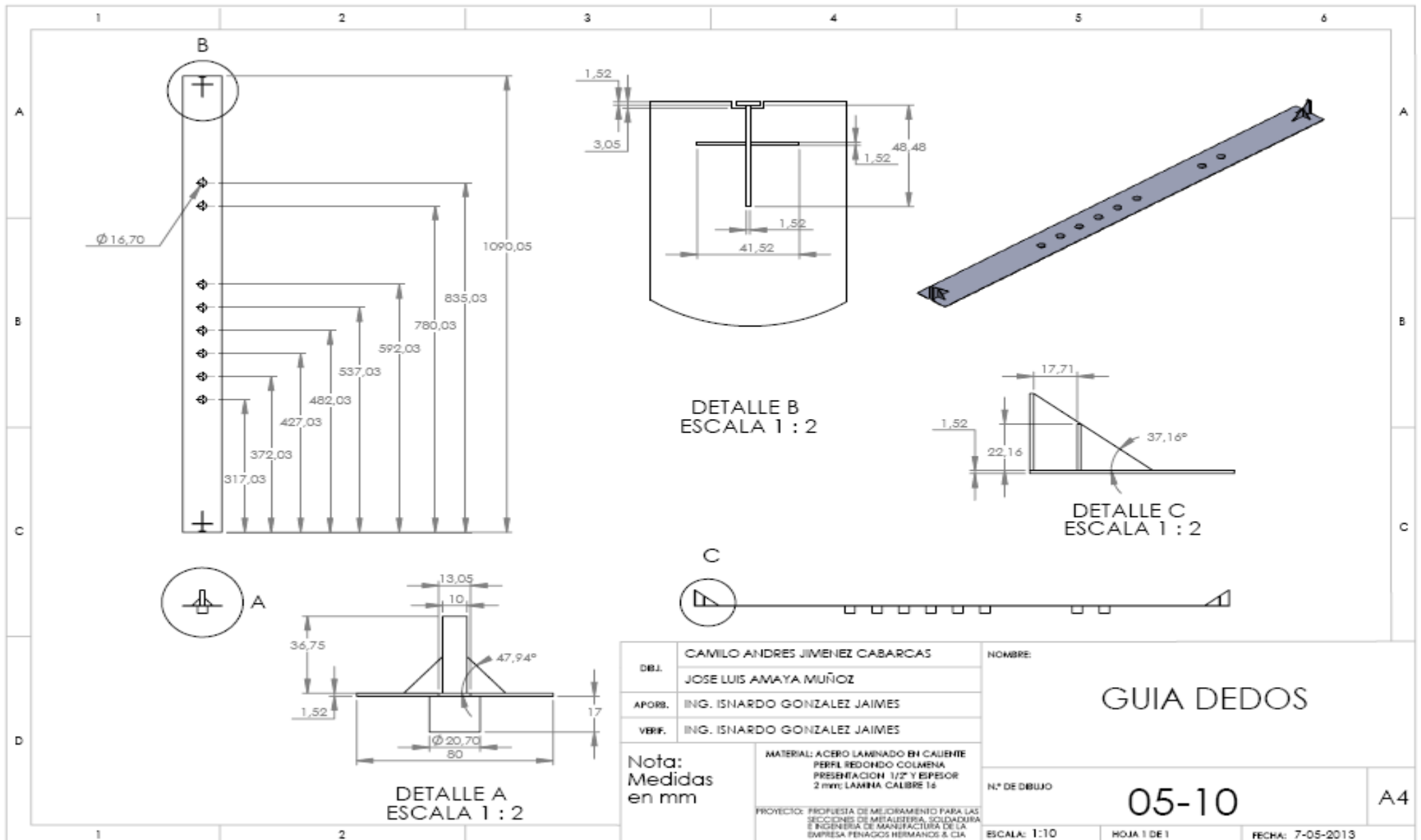


Datos del resorte	
Nombre	Dato
Diametro del alambre	0,7 [mm]
Radio del gancho	3 [mm]
Radio del dobléz	2 [mm]
Diametro dela espira	5 [mm]
No espiras activas	12
No espiras totales	13
Material	Alambre estirado duro

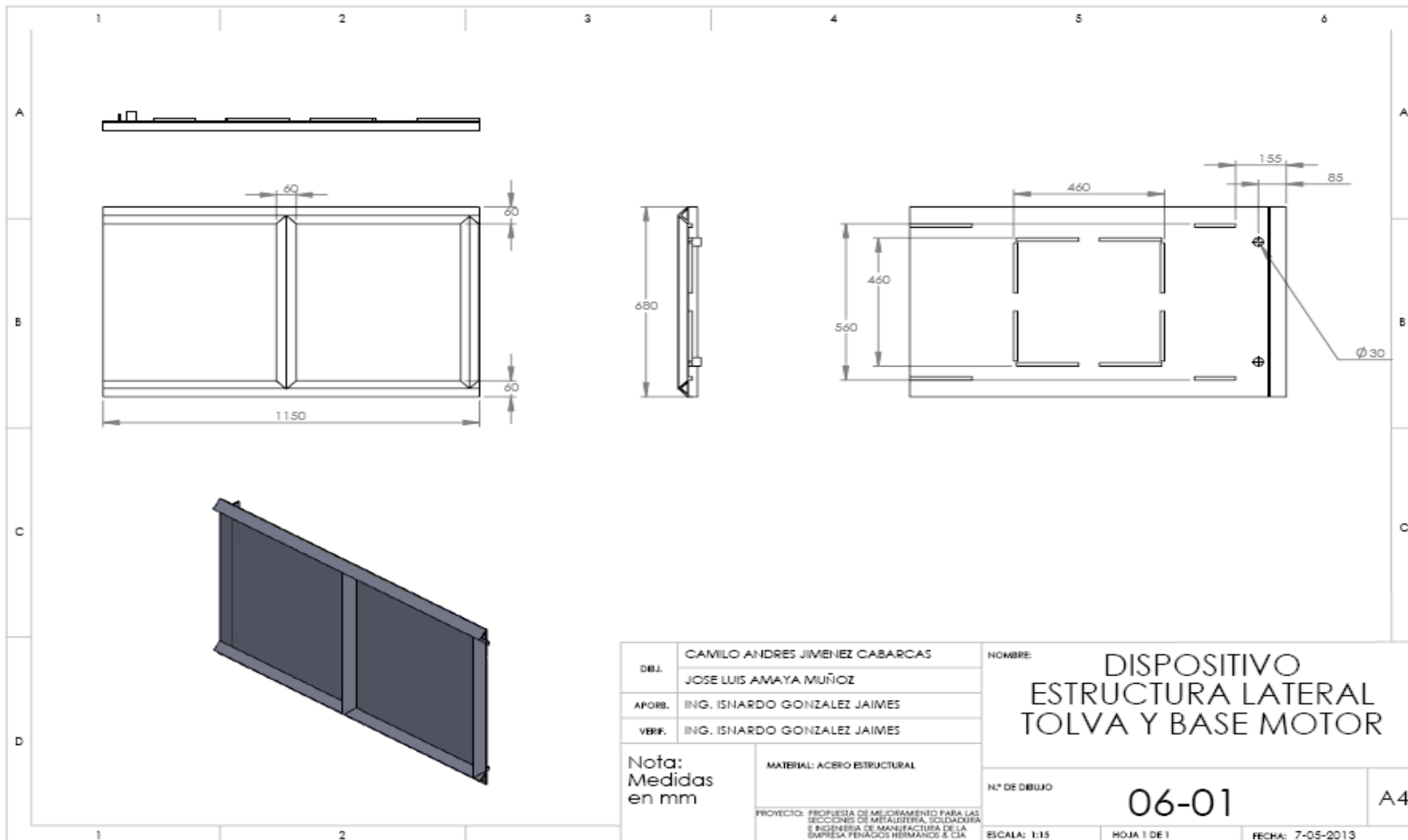
DBL.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	RESORTE	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ			
APORS.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
Nota: Medidas en mm	MATERIAL: ALAMBRE ESTRADO DURO	N° DE DIBUJO	05-08	A4
	PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA FENACOS HERMANOS	ESCALA: 2:1	HOJA 1 DE 1	FECHA: 7-05-2013

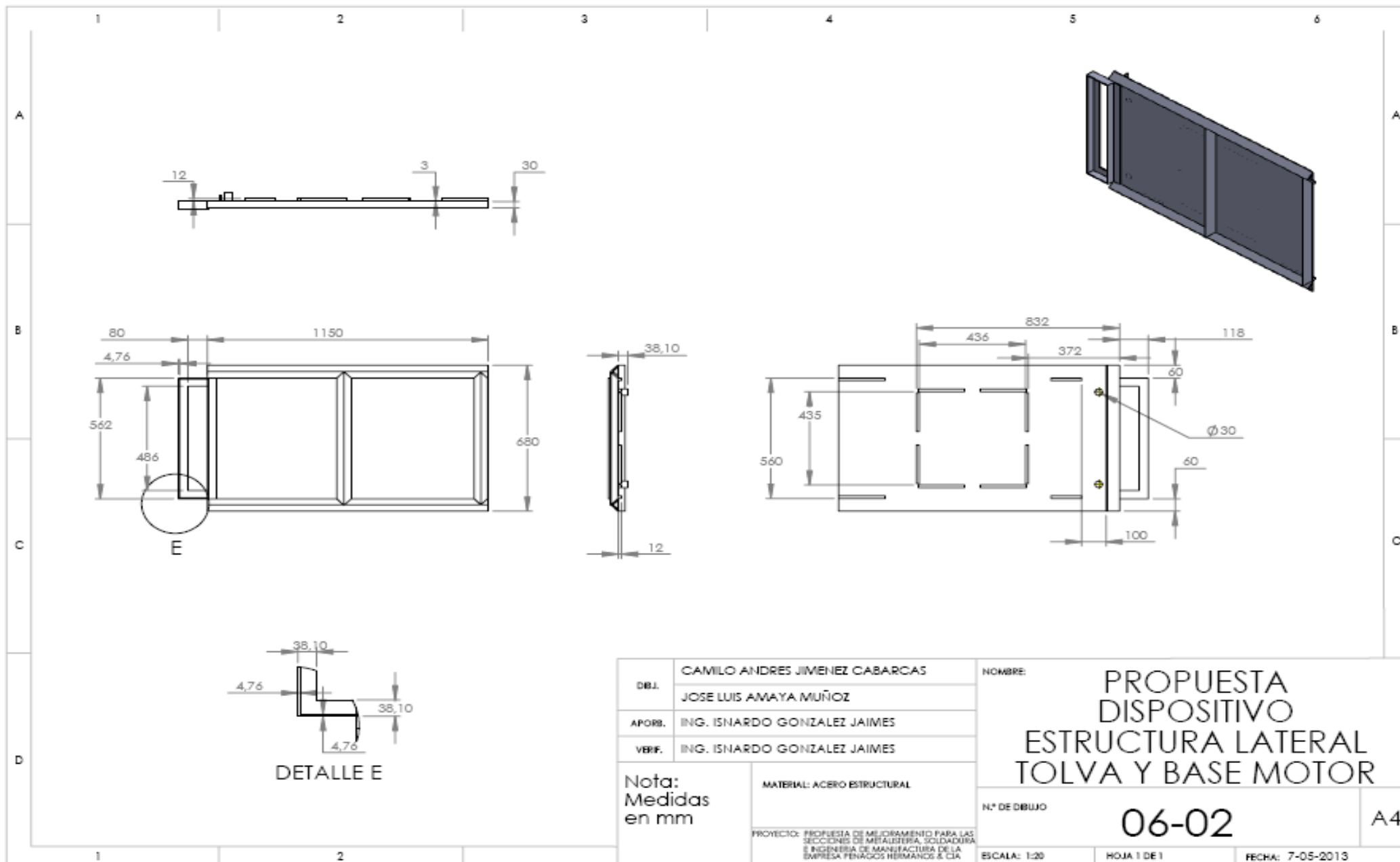


DEJ.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ	SEGURO	
APORB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES		
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	N° DE DIBUJO	
Nota: Medidas en mm		05-09	
		A4	
MATERIAL: ACERO LAMINADO EN CALIENTE PERFIL REDONDO COLMENA PRESENTACIONES 1 & 1/2"; laminas calibre 7 y 14		ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1
PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALURGIA, SOLDADURA & INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA		FECHA: 7-05-2013	

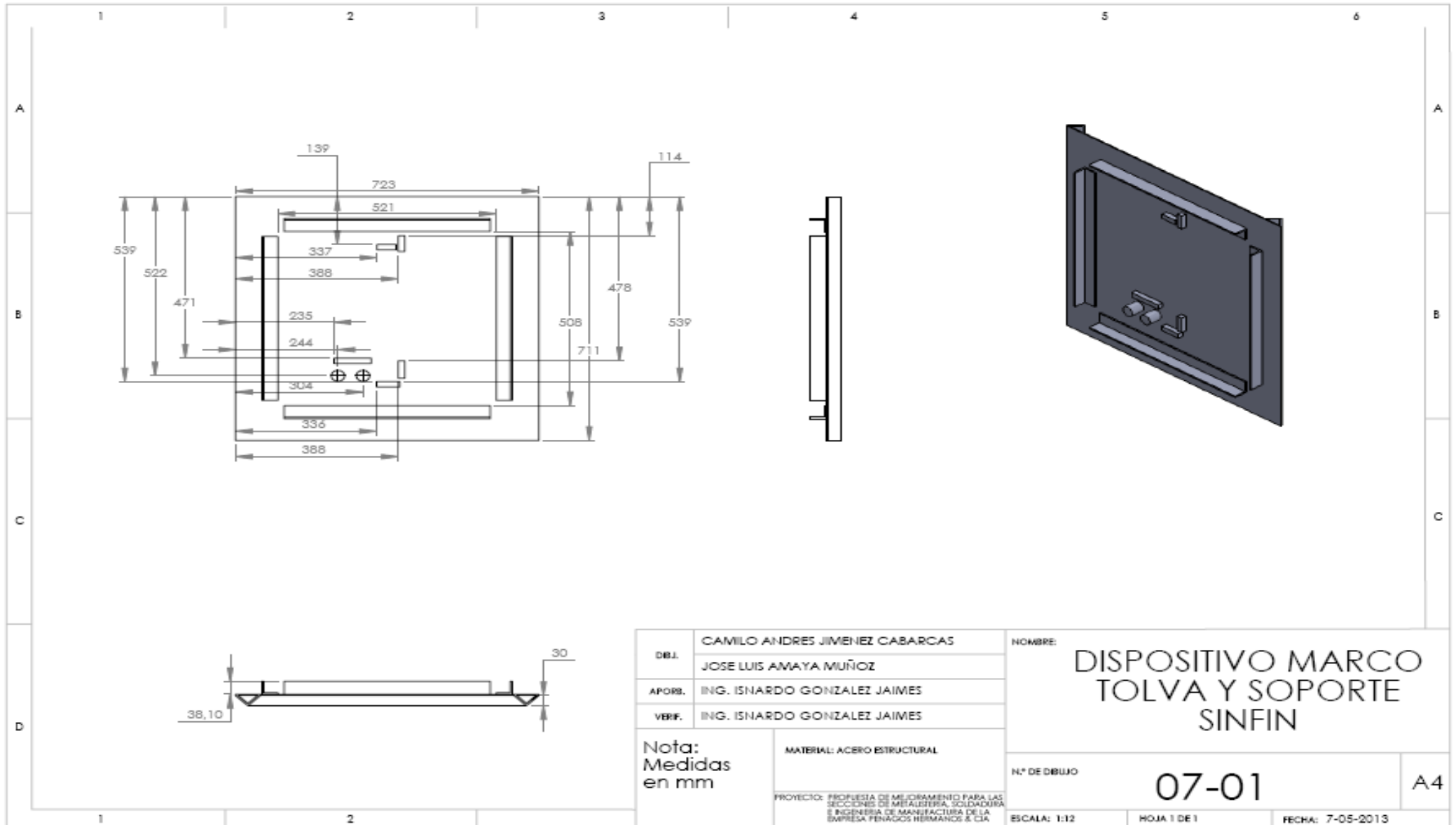


DBJ.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	GUIA DEDOS	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ			
	APORB. ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	N° DE DIBUJO	05-10	A4
Nota: Medidas en mm		MATERIAL: ACERO LAMINADO EN CALENTE PERFL REDONDO COLMENA PRESENTACION 1/2" Y ESPESOR 2 mm; LAMINA CALBRE 16		ESCALA: 1:10
PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA		HOJA 1 DE 1	FECHA: 7-05-2013	

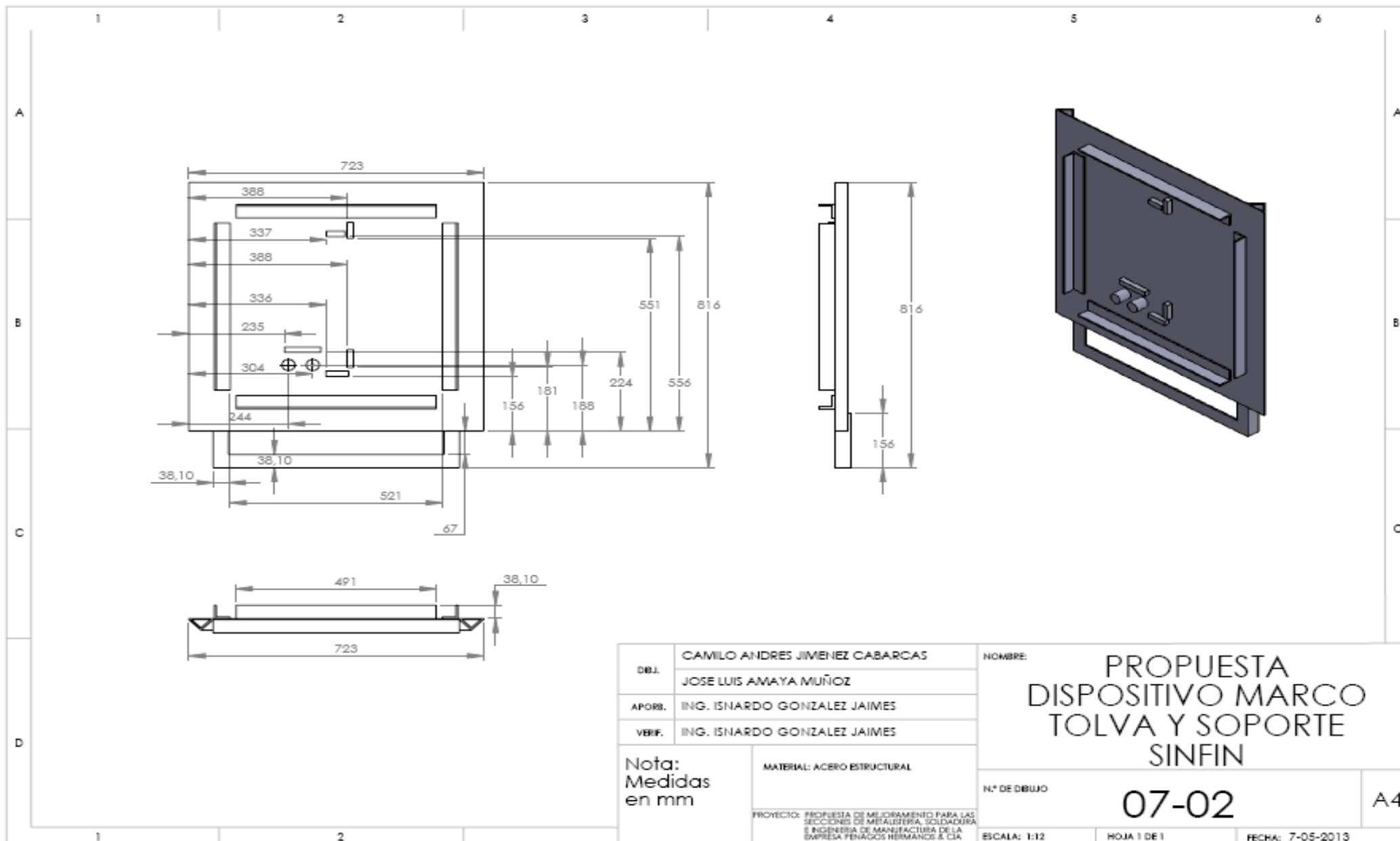




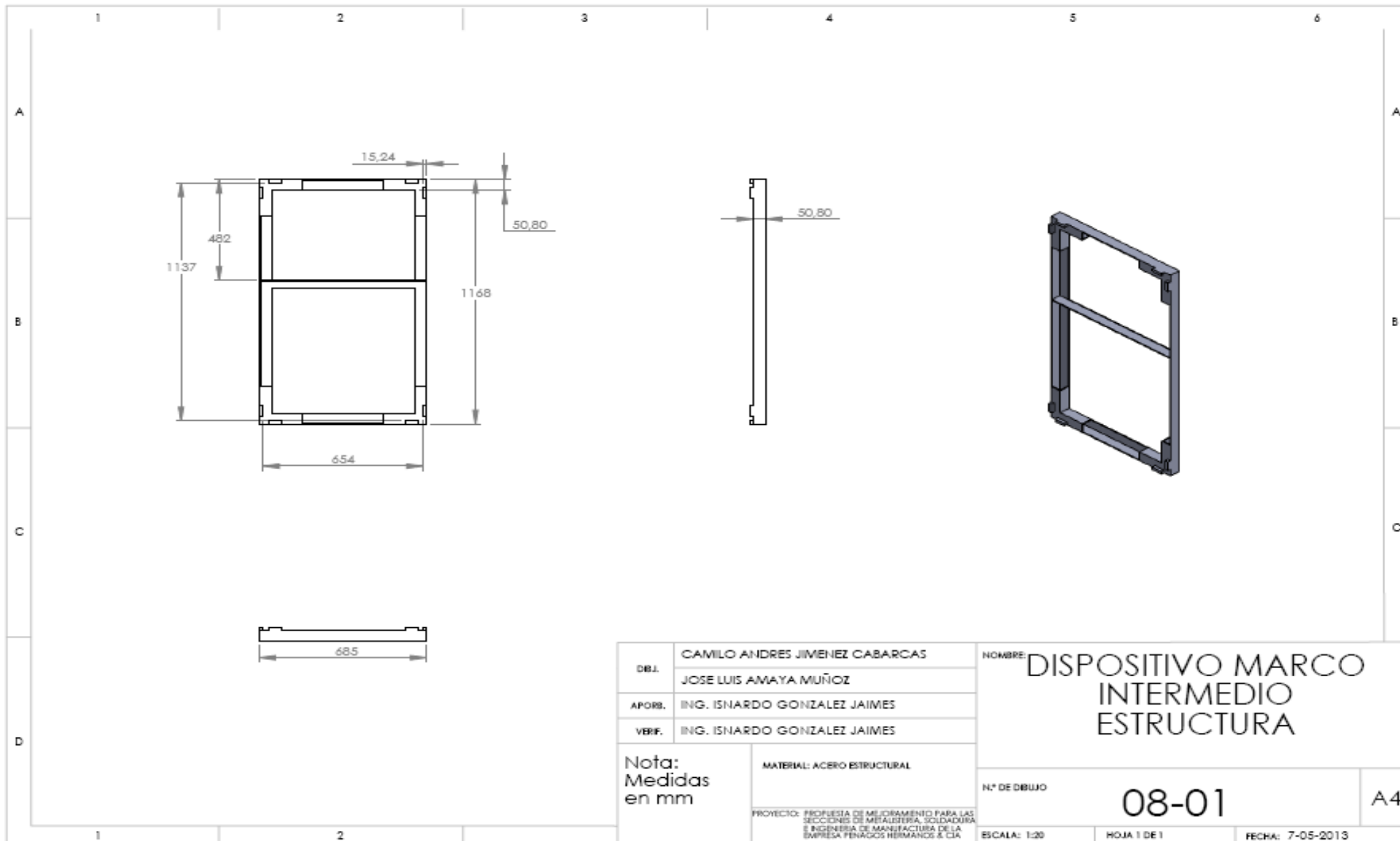
DBL.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	PROPUESTA DISPOSITIVO ESTRUCTURA LATERAL TOLVA Y BASE MOTOR		
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ				
APOB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	N.º DE DIBUJO	06-02		
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES				
Nota: Medidas en mm		MATERIAL: ACERO ESTRUCTURAL	ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1	FECHA: 7-05-2013
		PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALURGIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA			
					A4



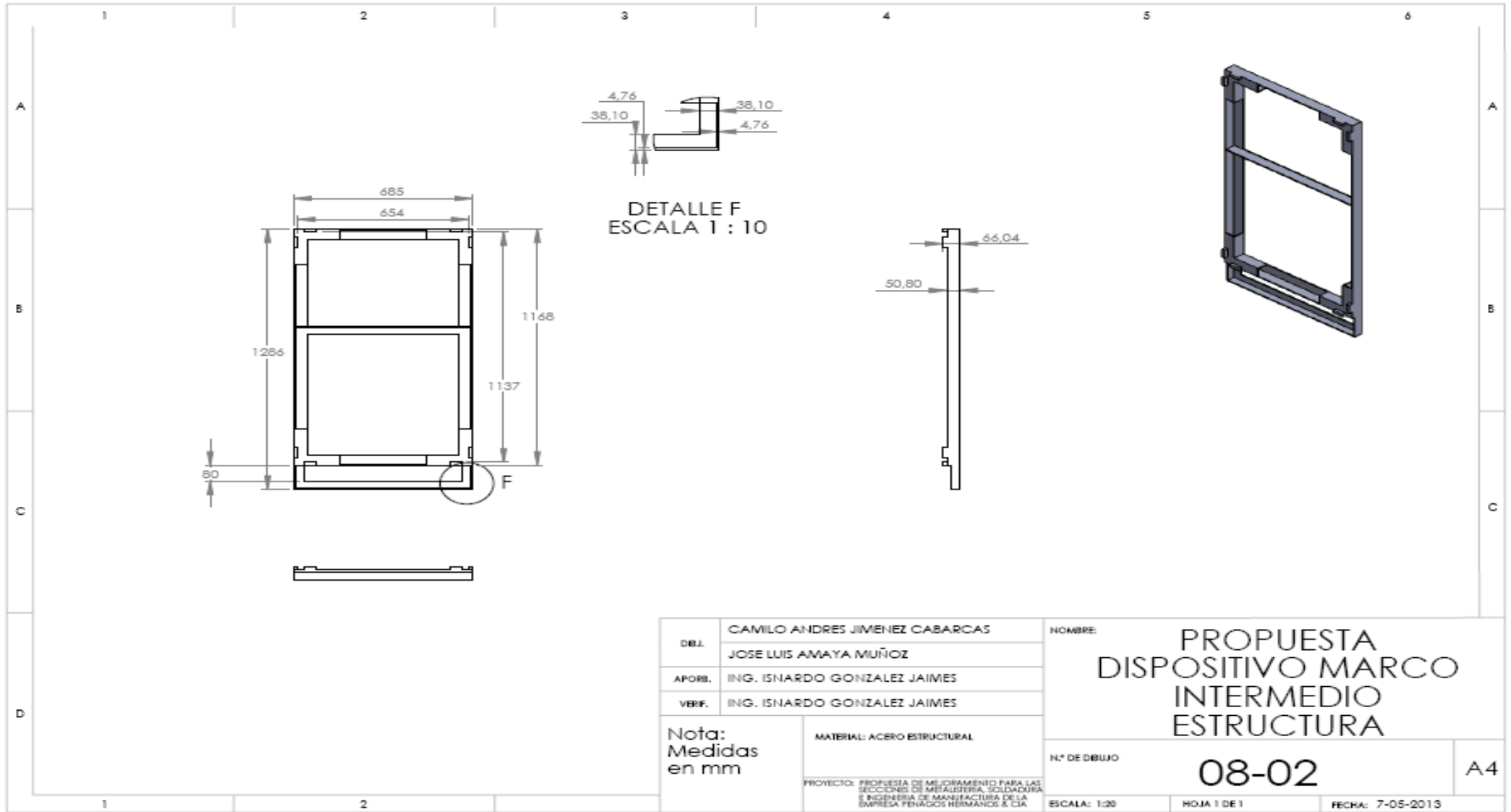
DBL.	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	DISPOSITIVO MARCO TOLVA Y SOPORTE SINFIN	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ			
	APORB. ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	N.º DE DIBUJO	07-01	A4
Nota: Medidas en mm		MATERIAL: ACERO ESTRUCTURAL		ESCALA: 1:12
PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALURGIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA FENACOS HERMANOS S.C.A.		HOJA 1 DE 1	FECHA: 7-05-2013	



DBL	CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS	NOMBRE:	PROPUESTA DISPOSITIVO MARCO TOLVA Y SOPORTE SINFIN	
	JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ			
APORB.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES	N° DE DIBUJO	07-02	
VERIF.	ING. ISNARDO GONZALEZ JAIMES			
Nota: Medidas en mm	MATERIAL: ACERO ESTRUCTURAL	ESCALA: 1:12	HOJA 1 DE 1	FECHA: 7-05-2013
	PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALETERA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA			
				A4



DBJ. CAMILO ANDRES JIMENEZ CABARCAS JOSE LUIS AMAYA MUÑOZ APOB. ING. ISHARDO GONZALEZ JAIMES VERIF. ING. ISHARDO GONZALEZ JAIMES	NOMBRE: DISPOSITIVO MARCO INTERMEDIO ESTRUCTURA	
	N.º DE DIBUJO: 08-01	
	ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1
Nota: Medidas en mm	MATERIAL: ACERO ESTRUCTURAL	A4
PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LAS SECCIONES DE METALISTERIA, SOLDADURA E INGENIERIA DE MANUFACTURA DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS & CIA		



ANEXO M.REQUERIMIENTOS DE ENSAMBLE DCV-306

