

Ministerio de Educación Superior



Facultad de Metalurgia Electromecánica
Departamento de Mecánica

Trabajo de Diploma

En opción al Título de Ingeniero Mecánico

*TÍTULO: ADAPTACIÓN DE UN MOTOR, CAJA Y DIFERENCIAL
DE LADA AL AUTO LIGERO TIPO SEAT DEL
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO*

Autor: Oscar Otero Hernández

Tutores: Ms.C Rafael Antonio Castillo Díaz

Moa /2014

“Año 56 de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo Oscar Otero Hernández, autor de este Trabajo de Diploma y los tutores profesor Dr.C Roberto Sierra Pérez y el Ms.C Rafael A. Castillo Díaz certificamos su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, con la cual puede hacer uso del mismo en la finalidad que estime conveniente.

Firma de Oscar Otero Hernández
Diplomante

Firma del Ms.C Rafael A. Castillo Díaz
Tutor

AGRADECIMIENTOS

Al realizar este trabajo de diploma no logra su plenitud si dejo pasar por alto el apoyo y la ayuda de todas esas personas extraordinarias, personas que de una forma u otra hicieron posible la recuperación del auto Seat a partir de la adaptación realizadas por este trabajo. Agradezco a todos ellos el interés y ayuda prestada de manera directa o indirecta, independientemente del lugar y momento. A todos los profesores que me dieron clases y fueron capaces de transmitir sus conocimientos, a esta **Revolución Cubana** mis más sincero y profundo agradecimiento.

También son merecedores de este agradecimiento y de forma muy especial:

El Ms.C Rafael A. Castillo Díaz y Dr.C Roberto J. Sierra Pérez por la esmerada atención y dedicación prestada.

Mis amigos, Romulo, Esterlin, Angel quienes han formado parte en todo este período de mi vida.

Mi familia, por la ayuda incondicional brindada siempre que la necesité.

A todos, mi más sincero y profundo agradecimiento.

Muchas gracias

El autor

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de diploma a todas aquellas personas quienes siempre tuvieron fe en mí y en que este sueño sería realidad.

A mis padres Oscar Otero y Vera Hernández por su entereza, ayuda incondicional y por la confianza depositada en mí de que esta meta se podía lograr.

A mi hermano aunque es pequeño y desconoce el mundo de la mecánica me ayudaba en las más disímiles tareas y que le sirva de inspiración para la continuidad de sus estudios.

A mi esposa Yeilis por su comprensión en las largas horas de ausencia entre el trabajo y el estudio.

Muchas Gracias

El autor

PENSAMIENTO

“El placer no está en llegar, sino en recorrer el camino alegremente, apoyándonos en el ejemplo de otras personas. Los logros pueden no ser de gran trascendencia para el fin que persiguen, pero son útiles para quien los obtiene; refuerzan la autoestima, ayudan a afinar el rumbo y robustecen la propia formación; son una llave que abre las puertas internas de la motivación más allá de lo que consigue un triunfo (...)”

Marcelino Gómez Velasco, 2000.

RESUMEN

El auto Seat Terra juega un papel importante en el transporte de materiales, alimentos y personas en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. El presente trabajo se realiza con el objetivo de poner en funcionamiento el auto, con tal motivo se construyen un grupo de piezas que sirven para la adaptación de un motor, caja y diferencial de un auto Lada. Determinándose la forma y dimensión del material a utilizarse para reforzar el chasis. Así como la realización de las diferentes tecnologías de las piezas por maquinado con arranque de viruta, soldadura manual por arco eléctrico, soldadura y corte oxiacetilénica. Se efectúa una valoración técnico económico y una evaluación de los posibles daños que pueden ocasionar al medio ambiente el taller de transporte y sus alrededores.

SUMMARY

The car Seat Terra plays an important role in the transportation of materials, foodstuff and people. The present work comes true for the sake of putting the car into operation, with such motive they build for themselves a group of pieces that they serve for the adaptation of a motor, box and differential of car Lada. Verifying forms it and dimension of the material to be used to reinforce the chassis. As well as the realization of the different technologies of pieces for machinated with start of shaving, solder for electric arc, solder and court for gas. A evaluation technical cheap to run and an evaluation of the possible damages that the transporting workshop and his surroundings can cause to the ambient.

Tabla de Contenidos

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1- MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1. Introducción.....	4
1.2. Trabajos precedentes.....	4
1.3. Caracterización del Instituto Superior Minero Metalúrgico.....	6
1.3.1. Descripción del flujo tecnológico del taller de transporte	7
1.4. Diseño del auto ligero SEAT	7
1.4.1. Prototipo	8
1.4.2. Especificaciones técnicas del SEAT Terra.....	9
1.4.3. Elementos que componen una carrocería.....	10
1.5. Mecanizado de piezas.....	12
1.6. Ensamblaje.....	15
1.6.1. Soldadura con arco y metal protegido.....	15
1.6.1.1. Establecimiento de la tecnología de soldadura	16
1.6.1.2. Llenado de la documentación tecnológica	17
1.6.2. Soldadura oxiacetilénica	17
1.6.3. Otros tipos de uniones	18
1.6.3.1. Fijación con elementos mecánicos. Situación y tamaño de los agujeros ...	21
1.7. Aceros para la fabricación de estructuras.....	21
1.8. Pliego de prescripciones técnicas	23
1.8.1. Planos de taller.....	23
1.8.1.1. Contenido.....	23
1.8.2. Conformación	24
1.9. Conclusiones parciales del capítulo.....	24
CAPÍTULO 2- MATERIALES Y MÉTODOS	25
2.1. Introducción.....	25
2.2- Características del material empleado en las diferentes piezas	25
2.3- Método de cálculo de la resistencia del chasis	25
2.4- Metodología de cálculo para la fabricación de las diferentes piezas del auto SEAT	26
2.4.1- Elaboración mecánica.....	27
2.5- Metodología de cálculo para el doblado de la chapa.....	30
2.6. Metodología de cálculo para el ensamblaje por soldadura	33
2.6.1- Características del electrodo a utilizar	33
2.6.2- Características de la soldadura a utilizar.....	34
2.6.3- Máquina empleada en los trabajos de soldadura.....	34
2.6.4- Pasos a seguir para la soldadura.....	34
2.6.5- Tecnología de soldadura	34
2.7- Conclusiones parciales del capítulo.....	39
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	40
3.1. Introducción.....	40
3.2. Análisis de los resultados de la selección del material	40
3.3. Resultados tecnológicos de la fabricación y montaje de las piezas	40
3.3.1. Resultados de la tecnología de alargamiento del árbol de transmisión.....	41

3.3.2. Resultado de los cálculos de la tecnología del soporte para los pedales	43
3.3.3. Resultados de la tecnología de doblado y soldadura del piso	45
3.3.4. Determinación de la tecnología para el bastidor del motor	47
3.3.5. Determinación de la tecnología para el soporte inferior del radiador	49
3.3.6. Determinación de la tecnología para el soporte de apoyo de la transmisión.	51
3.4. Montaje de motor, caja y diferencial de lada	53
3.6. Impacto medio ambiental	57
3.7. Conclusiones parciales del capítulo.....	59
CONCLUSIONES GENERALES.....	60
RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
Anexos.....	64

INTRODUCCIÓN

En nuestro país se llevan a cabo un proceso de fabricación y recuperación de piezas, estos procesos son de gran importancia para la economía de nuestro país pues constituye una fuente rápida de ahorrar divisas. Ya que al instaurarse el período especial como consecuencia del bloqueo criminal implantado por los Estados Unidos sobre nuestro país nos vimos en imperiosa necesidad de autofinanciarnos y disminuir los presupuestos de las instituciones productivas y de las no productivas.

Por lo que se busco una manera de restablecer las piezas de repuesto de los equipos y máquinas de la forma más económica posible. De acuerdo con esta situación y la realización de diferentes métodos desarrollados por los profesionales, obreros y estudiantes han abierto las puertas a grandes innovadores a través de los trabajos de Fórum de base creados a lo largo de toda la isla, el cual permite dar a conocer diferentes soluciones que en ocasiones constituyen innovaciones o racionalizaciones para poner en marcha determinadas máquinas, equipos, dispositivos, instrumentos de medición y hasta procesos productivos de diferentes industrias.

Esto ha posibilitado la elaboración de nuevas tecnologías para la fabricación y recuperación de piezas en nuestro país que son muy importantes para el proceso productivo de muchas empresas. Las cuales son muy costosas o sencillamente no se tienen porque el bloqueo no nos permite comercializar con los proveedores del equipamiento.

En nuestro municipio se encuentra el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa que tiene como objetivo fundamental formar profesionales con un alto grado de competencia en nuestro territorio y del país. Esta institución no está exenta de esta situación que vive el país por lo que a través de sus estudiantes busca dar soluciones a problemas técnicos existentes en sus instalaciones.

Dentro de esta institución se encuentra la dirección económica y dentro de esta se encuentra el taller de transporte que cuenta con un parque automotor que da servicio a las diferentes facultades y departamento. Garantiza la transportación de

los trabajadores para la llegada a la institución, la de los estudiantes y profesores a las prácticas docentes, además de garantizar otros servicios entre los que se incluye la compra de todo lo necesario para el funcionamiento de la entidad como mobiliario, material de oficina, materiales para la construcción y de mantenimiento, incluyendo los víveres para alimentación de estudiantes y trabajadores.

Situación Problemática

Durante los años de trabajo del auto ligero SEAT perteneciente al Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa ha sido sometido a una explotación intensiva o sobreexplotación, sin tener en cuenta el deficiente mantenimiento del equipo debido a las carencias en el mercado de piezas de repuestos, lubricantes y accesorios. Esto ha provocado el desgaste progresivo de la caja de velocidad y el motor, este último se ha reparado en varias ocasiones sin resultado alguno, ya que no se ha logrado un buen índice de consumo, ni una buena potencia. En poco tiempo de trabajo vuelve a encontrarse en las mismas situación, es decir, fuera de servicio.

Problema

Desgaste de los diferentes elementos de la caja de velocidad y del motor del auto ligero marca SEAT del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

Hipótesis

Modificando la estructura del monochasis del auto ligero marca SEAT perteneciente al Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, es posible adaptar un motor, caja y diferencial de un auto lada.

Objeto

Monochasis del auto ligero marca SEAT perteneciente al Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

Campo de Acción

Proceso de manufactura de soldadura, conformado y maquinado de piezas.

Objetivo General

Adaptación de un motor, caja y diferencial de un auto lada al auto ligero marca SEAT del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

Objetivos Específicos

1. Desarrollar los cálculos de resistencias necesarios para determinar el material y la estructura necesaria para que el monochoasis del auto ligero SEAT resista el peso del nuevo motor.
2. Desarrollar las tecnologías de soldadura, conformado y maquinado para las modificaciones de la estructura interna del monochoasis donde va acoplado el motor del auto ligero marca SEAT.

Tareas

1. Búsqueda bibliográfica relacionada con la temática a tratar.
2. Desarrollo de la metodología de cálculo de resistencia para la selección del material que servirá soporte al motor en el monochoasis.
3. Desarrollo de las metodologías de cálculo para fabricación de las estructuras o piezas para la adaptación del monochoasis al nuevo motor de Lada para el auto ligero marca SEAT.
4. Montaje del motor, caja y diferencial de un auto lada al auto ligero Marca SEAT.
5. Valoración económica e impacto ambiental.

CAPÍTULO 1- MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

La posibilidad de lograr la disponibilidad de los medios de transporte durante un período de tiempo, en primer lugar, estará condicionada al nivel de recuperación que se alcance en la economía en su conjunto y, en particular, a la disponibilidad de recursos financieros en moneda libremente convertible para realizar inversiones para la remotorización y posterior cambio de los distintas piezas de repuestos o la sustitución de estos medios de transporte terrestre.

El objetivo de este capítulo es realizar una revisión bibliográfica para conocer más acerca del tema y dar respuesta al problema planteado.

1.2. Trabajos precedentes

Dentro de los trabajos precedentes se enmarcan dos tipos principales de búsqueda que están relacionadas con el tipo de bibliografía de corte teórico – metodológico y el segundo tipo con los trabajos realizados en esta área hasta ahora y su alcance.

Dentro de la bibliografía de corte teórico - metodológico tenemos:

Nikolev (1980) expone las principales características de las máquinas herramientas convencionales más utilizadas en los talleres de mecánica, su clasificación, estructura, movimientos fundamentales, principio de funcionamiento, esquema cinemático, dispositivos y las ecuaciones para la determinación de los parámetros de los regimenes de cortes. Entre las máquinas herramientas tenemos los tornos y toda su variedad, fresas y toda su variedad, mortajadoras, cepillos, limadoras, rectificadoras, etcétera. Actualmente en nuestro territorio existen máquinas herramientas convencionales que poseen el mismo principio de trabajo pero no se encuentran sus principales parámetros.

Fernández et al (2004) realiza una guía de estudio para los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica donde aparecen las principales parámetros de las máquinas herramientas existentes en el territorio, además de exponer una metodología de cálculo de los parámetros del régimen de corte para las diferentes

máquinas herramientas. Este método es muy engorroso desde el punto de vista de cálculo.

Fernández et al. (2008) realiza una guía donde recoge las principales electrodos utilizados industrialmente de tipo UTP- INFRA para soldadura por arco eléctrico (SMAW) para su uso por parte de los estudiantes de ingeniería mecánica, donde expone su aplicación, principales características, instrucciones para soldar, dimensión de los electrodos y amperaje a utilizar. Esta guía es de gran utilidad para la toma de decisiones a la hora de elegir electrodos cuando se conoce la composición del material base.

Dentro de los trabajos realizados en esta área tenemos que relacionar el de (Gongora 2006) El cual realiza la recuperación del motor de Mitsubishi 4D56 <1991 a 1993, correspondiente al Jeep Aro modelo 4D56 del ISMMM. En el cual el compañero restituye los parámetros técnicos del motor al cambiar los metales, puntos de apoyo y de biela, se encamisó el block y se sustituyeron los aros. Además de exponer los procedimientos de como realizar el proceso de desarme y arme para controlar las holguras evitando desajuste y con ello perdidas en la eficiencia de dicho motor.

Durán et al, 2009 realiza su trabajo en el taller de transporte del ISMM de Moa en la recuperación del camión GAZ-53. En el cual se sustituyó el motor original, gran consumidor de combustible gas oíl por otro más económico de combustible Diesel. Se adaptó una nueva caja de velocidades y un nuevo sistema de frenos y se recuperaron otros componentes pertenecientes al sistema de alimentación y el cigüeñal. Se muestra la tecnología y la documentación tecnológica para la fabricación de los aros de pistones. Se establece un adecuado plan de selección y clasificación adecuada de las piezas, componentes y sistemas.

El en trabajo de Acosta, 2006 se realiza la recuperación del sistema de transmisión del ARO "10" Modelo 240. Donde ejecuta la adaptación de una caja de velocidades marca Mitsubishi. Como primer elemento analiza el proceso de desgaste como el causante del retiro de las piezas producto de la fricción. Se realiza el proceso de defectado de todos los elementos que componen el sistema

de la transmisión y se sustituyen los elementos a partir de las recomendaciones realizadas por el fabricante. A través de una metodología de cálculo se determina las condiciones de trabajo de la transmisión.

Después de haber realizado una búsqueda relacionada con la temática que se aborda podemos decir que existe bibliografía relacionada con el tema pero ninguna aborda la recuperación del auto Marca SEAT a partir del montaje de una caja, diferencial y motor de un auto lada.

1.3. Caracterización del Instituto Superior Minero Metalúrgico

El Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa es la principal institución académica del país en la rama Geólogo - Minera y Metalúrgica, que desde su fundación en 1976 se ha erigido como un importante eslabón en el desarrollo de la Industria Cubana del Níquel.

Su vinculación estrecha con el sector productivo que caracteriza su entorno, su tradición patriótica y científica, sustenta la formación continua de profesionales revolucionarios de alto nivel en las ciencias técnicas, con capacidad de liderazgo científico y político para transformar los procesos con tecnología sostenibles.

Este centro universitario enclavado en el complejo científico docente productivo en la zona norte oriental se caracteriza por su laboriosidad, pensamiento crítico, creatividad, espíritu innovador, alto sentido de pertenencia y solidaridad y promueve una cultura de valores poderosa y positiva.

El Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM) abarca un área de 55 662 m², dispone de una amplia base de laboratorios como apoyo a la docencia e investigación, aulas, residencia estudiantil y de postgrado, centro de cálculo y de información científico - técnica, museo de geología, áreas deportivas y culturales, almacenes, taller de transporte y otras.

El instituto está constituido por tres grandes facultades con un total de 1498 estudiantes y con 62 doctores en diferentes especialidades. La facultad de Geología – Minería que posee tres carreras las cuales como su nombre los indica es la carrera de Ingeniería en Geología, la carrera de ingeniería en Minas y la ingeniería en Informática. La facultad de Humanidades posee la carrera de

licenciatura en Contabilidad y finanzas, licenciatura en Ciencia de la Información y licenciatura en Derecho. Por último la facultad de Metalurgia - Electromecánica integra cuatro carreras entre las que se encuentra la carrera de Ingeniería eléctrica, Ingeniería mecánica, Ingeniería metalúrgica e Ingeniería industrial. Esta última facultad posee 488 estudiantes de los cuales 153 son de la especialidad de mecánica.

1.3.1. Descripción del flujo tecnológico del taller de transporte

El taller de transporte del ISMMM es el responsable de los medios de transporte y su mantenimiento. Este cuenta con diferentes áreas para dar respuestas a las necesidades de reparación de los medios de transporte con que cuenta la institución. Entre las que se encuentra área de lavado, área de engrase, área chapistería, área de medios de rotación, aéreas de reparación de motores y calibración de inyectores, área de parqueos, área de maquinado y otros pequeños locales con múltiples usos.

Entre los automóviles que posee este taller se encuentran tres autos ligeros marca Lada 2500, un Waz, un Aro, un Micro Mercedes, un Micro Misubichi, un Niva, una camioneta Misubichi. También posee un ómnibus marca Escoler, tres camiones de diferentes tipos entre los que se encuentra un camión marca Zil 130, un MA3 (más conocido como MAG 500) y un Gas 53. Además de tres motores, dentro de los que se halla un sidecar marca Ural, un Júpiter y una Suzuki.

El auto ligero Seat forma parte de este lote de autos pertenecientes al taller de transporte del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. El mismo se encuentra en un mal estado técnico.

1.4. Diseño del auto ligero SEAT

El **SEAT Terra** es un automóvil del segmento A fabricado por la marca española SEAT, inició la producción 1986. Es una furgoneta pequeña basada en el SEAT Marbella (http://es.wikipedia.org/wiki/SEAT_Marbella).

El nombre de esta pequeña furgoneta viene dado por la comarca catalana Terra Alta, capital Gandesa (situada en la provincia de Tarragona, Cataluña). Fue obligada por la ruptura de las relaciones entre Fiat y la marca española. La firma

SEAT se vio obligada a renovar y renombrar toda la gama de automóviles que fueron diseñados por la marca italiana, entre ellos el SEAT Panda, del cual partía los nuevos modelos como SEAT Trans. A partir de ese momento SEAT empezó a utilizar nombres de ciudades españolas en sus modelos.

La furgoneta asociada a su antecesor, la SEAT Trans, también sufrió una reestilización y cambio de nombre, pasando a ser SEAT Terra. La furgoneta en sí tan solo cambió los faros, la calandra delantera y los logotipos, heredando así las mismas características del modelo de la Trans, aunque más tarde se subsanaría el problema de confort incorporando nuevos interiores y asientos que dotaran de más habitabilidad al vehículo. El modelo de automóvil SEAT Terra también estaba disponible en el mercado con un motor diésel.



Figura 1.1. SEAT Terra.

SEAT dejó de producir este modelo en 1995 con 166 601 unidades desde que empezara a fabricarse. Su sucesora fue la SEAT Inca, que estaba basada en el SEAT Ibiza de segunda generación, incorporando la parte delantera de dicho modelo.

1.4.1. Prototipo

Este auto ligero SEAT Terra también sufrió modificaciones con el objetivo de ir mejorando su confort, características del motor, su transmisión y presencia, para luego ir introduciéndolo en el mercado. Bajo estos principios se desarrolló el **SEAT Terra multicar By Kamei Prototype** en el año 1988 en colaboración con la empresa Kamei, se realiza una serie de 3 prototipos, la principal modificación en

cuanto a su presencia en su transformación consiste en que se recorta la parte central quedando descapotada en forma de Pick-up, pero haciendo un arco en la parte trasera dando la sensación de un enorme alerón trasero, pero que se puede cubrir con un falso techo de lona, fue presentada en un par de salones del automóvil, con intención de comercializarla ese mismo año pero no llegaron a producirse ([SEAT Marbella. Historiaseat.com](http://SEATMarbella.Historiaseat.com)).

1.4.2. Especificaciones técnicas del SEAT Terra

El SEAT Terra existente en instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, es un auto ligero de motor transversal de cuatro cilindros en línea, usando como combustible la gasolina con las siguientes características técnicas:

Tabla 1.1. Características técnicas del auto SEAT Terra.

Motor	Gasolina, de cuatro cilindros en línea
Diámetro y carrera	65 × 68 mm
Cilindrada	903 cc
Relación de compresión	8,5 : 1
Distribución	8 válvulas y árbol de levas lateral movido por cadena
Apoyos del cigüeñal	3 apoyos
Alimentación	Carburador Weber 32
Refrigeración	Líquida, con electro ventilador
Lubricación	Por bomba, accionada mediante el árbol de levas
Transmisión	Caja de cambios manual de 4 velocidades
Potencia	40 CV (DIN) a 5 400 rev/min
Suspensión delantera	Independiente, con muelles y amortiguadores MacPherson
Suspensión trasera	Con eje rígido, ballestas longitudinales y amortiguadores
Neumáticos	135 SR 13
Frenos delanteros y traseros	Discos / tambor
Dirección	Cremallera
Capacidad del depósito de combustible	35 litros
Consumo medio	6,4 L/100 km
Velocidad máxima	145 km/h

Fuente: <http://auta5p.eu/lang/en/katalog/auto.php?idf=Seat-Terra-Multicar-13302>.

1.4.3. Elementos que componen una carrocería

Arias-Paz (2004) expone que la carrocería de los autos está compuestas por:

Chasis o bastidor: Es un conjunto de perfiles unidos muy rígidamente en forma de cuadro, de manera que el conjunto es indeformable. El chasis de un vehículo automóvil se destina al montaje de una carrocería con elementos desmontables. Se compone de dos largueros, travesaños y diagonales.

Cuadro de piso (o plataforma soldada): Parte inferior de la caja de una carrocería autoportante. Se compone de un chasis aligerado (en perfiles de menor espesor que si se trata de un chasis), y de la chapa inferior de la caja.

Sus principales partes constitutivas son:

Los largueros: Piezas longitudinales en forma de viga tubular, de sección generalmente rectangular, situadas a un lado y otro de la chapa que forma el piso. Se pueden prolongar, con forma apropiada, hasta los soportes de los parachoques.

Las varas: Son pequeños largueros que no están colocados en la prolongación de un larguero principal. Los largueros principales son entonces más cortos. Las varas van soldadas a los travesaños que unen las extremidades de los largueros principales y están menos separadas que estos últimos.

Los travesaños: Piezas transversales, en forma de viguetas huecas, situadas a intervalos determinados. Cada una de sus extremidades está unida mediante soldadura a uno de los largueros, perpendicularmente al lado interior de aquéllos.

El piso: Conjunto de chapas, generalmente con nervios, que están unidas mediante soldadura a los largueros y travesaños, formando una o más superficies que constituyen el fondo de la caja.

La plataforma de bajos: Se designa así el cuadro de piso completo con todos los elementos fijos, aparte de los que componen el habitáculo, siendo los principales: el tablero, la traviesa superior del tablero, los laterales del capó, sus armaduras y forros.

El tablero delantero: Tabique inferior transversal, situado delante del habitáculo, y que lo supera del comportamiento que le precede.

El travesaño superior del tablero: Chapa casi horizontal que une la parte superior del tablero a la inferior del parabrisas.

Los laterales del capó: Chapas casi verticales, que pueden tener partes horizontales, y que forman los tabiques laterales del compartimento que preceden al habitáculo, ya sea el del motor o el del portaequipajes.

El pasó de ruedas (o forro de las aletas): Es una chapa que forma un tabique lateral del compartimento que sigue al habitáculo, formando guardabarros, y que cubre parcialmente y con mucho huelgo, las ruedas traseras (pasos traseros de ruedas). O chapa que forma un guardabarros, a cierta distancia de la periferia de la mitad superior de las ruedas delanteras (pasos delanteros de rueda), situada tras las aletas delanteras en algunos modelos de vehículos.

El panel trasero: Elemento exterior vertical fijo que forma un tabique detrás del compartimento que sigue al habitáculo, ya sea el compartimento motor o el del porta-equipajes.

La calandria: Elemento exterior vertical fijo que forma un tabique delante del compartimento que precede al habitáculo, ya sea el compartimento motor o el del porta-equipajes; el tabique puede estar perforado o no.

La parrilla de la calandria: Elementos exteriores desmontables perforados, generalmente de metal inoxidable o plástico, que se montan en el tabique exterior transversal del compartimento de motor.

El pilar central: Montante del lateral de la caja situado entre las puertas delantera y trasera, que soporta las bisagras de la puerta trasera.

Jamba o pilar delantero: Montante situado en la parte delantera del lateral de la caja, que soporta las bisagras de la puerta delantera y que se prolonga por el montante lateral del parabrisas.

Estribo: Elemento inferior del lateral de la caja sobre el que se sueldan los tres pilares.

Lateral de la caja: Conjunto de los elementos laterales fijos, que forman un cuadro y constituyen los marcos de las puertas.

Panel lateral posterior: Elemento exterior situado tras el acristalamiento de las puertas. Si el coche es del tipo «limusina» el panel lleva un cristal.

Techo o capota: Elemento exterior que forma parte de la carrocería, que apoya sobre la parte superior de los laterales de la caja y que se extiende desde la parte superior del parabrisas a la parte superior de la luna trasera.

Marco del parabrisas: Cuadro que forma la unión entre la traviesa superior del tablero delantero y el techo y que recibe el parabrisas.

Parabrisas: Cristal transversal delantero del habitáculo. Su finalidad es proteger al conductor y a los pasajeros del viento y la intemperie, al tiempo que le permite ver la carretera.

Aletas: Elementos exteriores que forman un carenado alrededor de las ruedas. Toman el nombre de la rueda que carenan, por ejemplo: aleta delantera izquierda para la rueda correspondiente.

Puerta: Elemento exterior. Tiene el mismo sentido que en edificación. Permite abrir o cerrar el hueco correspondiente del lateral de la caja para dar acceso o salida al habitáculo. Es necesario precisar su posición en el vehículo: puerta delantera izquierda, trasera izquierda, delantera derecha, trasera derecha (para una berlina).

Capó: Elemento exterior. Compuerta con bisagras en uno de sus lados, que permite abrir y cerrar el compartimento del motor.

Puerta trasera: Elemento exterior. Puerta situada en la parte trasera de las carrocerías tipo «break», con bisagras en uno de los lados verticales lo que permite abrirla hacia los laterales.

Parachoques:

Elemento exterior. Travesaños colocados delante o detrás del vehículo y destinados, en principio, a amortiguar los choques.

1.5. Mecanizado de piezas

Mecanizado es el término usado para designar los procesos de manufactura con arranque de viruta (Kalpakjian et al., 2002). Consiste en la fabricación de un producto por medio de la eliminación de material sobrante sobre una forma preconcebida hasta alcanzar las especificaciones requeridas por el diseño.

El mecanizado es uno de los procesos de fabricación más utilizado en la actualidad, especialmente en campos como el automovilístico o el aeronáutico.

Por este motivo el estudio sobre estos procesos de eliminación de materiales está en auge en la industria actual (Kalpakjian et al., 2002).

Dada la naturaleza amplia de la ciencia del corte de los metales, un estudio sobre este tema puede ser abordado desde muchas perspectivas, como el material de la pieza a fabricar, las características de la herramienta, la temperatura y la fuerza en la zona de corte, la velocidad de corte, la cantidad y el tipo de viruta generada, la rugosidad obtenida, o bien la combinación de todos ellos (Baker, 2002).

Entre las abundantes ventajas de los procesos de mecanizado con arranque de viruta cabe destacar la precisión dimensional así como la complicada geometría que se puede conseguir. Además, las piezas mecanizadas obtienen un acabado superficial muy superior al conseguido mediante otros métodos de fabricación como la fundición.

Por otro lado, el tiempo empleado generalmente en el mecanizado de una pieza es mayor que el que se necesitaría para otro proceso de fabricación, por lo que para una gran producción puede resultar un proceso demasiado largo.

En el aspecto económico, el mecanizado resulta ventajoso cuando se requieren características especiales de superficie, especialmente si se trata de una pequeña producción (Kalpakjian et al, 2002). No obstante, el desperdicio de material que se produce durante el mecanizado hace que las ventajas económicas disminuyan.

Según Trent (2000) la maquinabilidad de los materiales se describe como la facilidad con que un material puede ser maquinado, y está relacionada con las propiedades mecánicas de los mismos. Además de esto, esa maquinabilidad está igualmente relacionada con la composición química del material, su microestructura, resistencia y los parámetros de corte utilizados como: avance, velocidad de corte, profundidad de corte y fluido de corte.

Coromant Sandvik (2003) plantea que los procesos de mecanizado constituyen en la actualidad el conjunto de procesos de fabricación más ampliamente difundidos en la industria. Esto se debe, entre otras razones, a su gran versatilidad en la obtención de geometrías y al nivel de precisión dimensional obtenido en comparación con otros procesos.

La realización de un proceso de mecanizado, requiere la intervención de tres elementos:

1. Pieza: el término genérico "pieza" representa el elemento material objeto de la transformación durante la ejecución del proceso. En su estado inicial o preforma, a geometría de la pieza presenta unas creces, que suponen una sobredimensión respecto a las dimensiones finales a obtener.

2. Herramienta: una herramienta consta, en general, de una o varias aristas o filos. La cara de incidencia, enfrentada a la superficie mecanizada de la pieza y la cara de desprendimiento, aquella por la que se desprende el material eliminado o viruta. Las aristas se denominan también filos de corte.

3. Máquina - Herramienta: puede considerarse constituida por el conjunto de dispositivos que permiten el desplazamiento relativo entre la pieza y la herramienta y la eliminación del material sobrante de la preforma

Veamos los principales parámetros del régimen de corte que interviene en los procesos de maquinado con arranque de viruta (Groover, 1997):

- *Profundidad de corte* (t): denominada a la profundidad de la capa que se arranca de la superficie de la pieza en una pasada de la herramienta y se expresa en (mm).

- *Avance* (S): es el movimiento de la herramienta respecto a la pieza o de esta última respecto a la herramienta en un período de tiempo determinado y se expresa en (mm/rev).

- *Velocidad de corte* (V_c): es la distancia que recorre el filo de corte de la herramienta al pasar en dirección del movimiento principal (movimiento de corte) respecto a la superficie que se trabaja, el movimiento que se realiza puede ser rotativo o alternativo y se expresa en (m/s).

- *Potencia de corte* (N): potencia necesaria que requiere o necesita la máquina para vencer las fuerzas que se oponen en las operaciones a realizar y se expresa en (kW o N).

- *Frecuencia de rotación* (n): número de vueltas que realiza el husillo de la máquina para ejecutar el proceso del maquinado y se expresa en (rev/min).

-*Tiempo de maquinado (T)*: tiempo que emplea el operario en el cumplimiento de la operación, donde además se tiene en cuenta los tiempos auxiliares destinados a la misma y se expresa en (min).

1.6. Ensamblaje

Se llama ensamblaje a la conexión o unión de dos o más piezas, habitualmente de madera, pero también plástico, metacrilato o cualquier otro material capaz de ser cortado, soldado y tallado, de forma que unas piezas encajen rígidamente en otras. En muchas ocasiones, además del encastre entre piezas, se refuerza la unión mediante adhesivos, puntas, soldadura, tornillos y remaches. Una de las piezas tiene forma de lengüeta, espiga, y se introduce o incrusta en la otra (Martínez, 2003).

Los tipos de ensamblaje más habituales son los siguientes: ensamblaje a tope, a solape, que en realidad es el simple contacto entre piezas reforzado mediante adhesivo o puntas; ensamblaje de caja y espiga; de cola de milano; ensamblaje recto de media madera caracterizado por tener espigas más finas y numerosas que el de caja y espiga; machihembrado ensamblaje en el que una lengüeta tallada en la dimensión mayor de una tabla se inserta en la ranura o hembra labrada en la adyacente.

1.6.1. Soldadura con arco y metal protegido

Para conseguir un sólido ensamblaje de las chapas de que consta la carrocería la soldadura es el sistema más utilizado. La soldadura con arco y metal protegido (SMAW) es uno de los procesos de unión más antiguos, sencillos y versátiles. Hoy en día, un cincuenta por ciento de toda la soldadura en la industria y el mantenimiento se hace mediante este proceso. El arco eléctrico se genera tocando la pieza con la punta de un electrodo recubierto y retirándola con rapidez a la distancia suficiente para mantener el arco. Los electrodos tienen la forma de una varilla delgada y larga, por lo que este proceso se denomina también soldadura con varilla (Burgos, 1987).

El proceso de arco y metal protegidos se usa con frecuencia en la construcción en general, en astilleros, oleoductos y en trabajos de mantenimiento, porque el

equipo es portátil y se puede reparar con facilidad. Es muy útil en zonas remotas, donde puede llevar un generador con motor de combustión como fuente de electricidad. El proceso se adapta bien para espesores de pieza de 3 a 19 mm, aunque se puede ampliar con facilidad este intervalo si los operadores son hábiles y usan técnicas de múltiples pasos. En consecuencia, los costos de mano de obra y material son altos.

1.6.1.1. Establecimiento de la tecnología de soldadura

El establecimiento de la tecnología de soldadura de un conjunto o ensamble soldado es una tarea de bastante complejidad que debe resolver el ingeniero mecánico. Es importante destacar que el establecimiento de una tecnología de soldadura no sigue una secuencia lineal de pasos, ya que el ingeniero debe hacer un análisis complejo, en el que una gran cantidad de las decisiones que va tomando depende de otras y viceversa. La tecnología correcta será aquella que permita fabricar el ensamble soldado de la forma más rápida, sencilla, económica y que a la vez permita obtener un producto con la calidad necesaria.

La correcta elaboración de una tecnología de soldadura transcurre por una serie de etapas que se resumen a continuación siguiendo un orden lo más lógico posible. El ingeniero debe tener claro que este no constituye en modo alguno un algoritmo lineal rígido, sino que solo representa una ayuda para la organización del trabajo, lo que es importante sobre todo para personas que comienzan en este tipo de tarea (Jacomino, 2010).

Se deberá disponer de un plan de soldadura aplicable a los aceros definidos que incluirá precauciones adecuadas frente al riesgo de desgarro laminar en caso de que se transmitan tensiones de tracción en el sentido perpendicular al espesor del material.

Incluye los aspectos siguientes:

- a) Detalle de la unión.
- b) Tamaño y tipo de la unión.
- c) Especificaciones tales como tipo de electrodo y precalentamiento.

- d) Secuencia de soldeo limitaciones a la soldadura discontinua o comprobaciones intermedias.
- e) Cualquier giro o volteo de la pieza necesarias para el soldeo.
- f) Detalle de fijaciones provisionales.
- g) Disposiciones frente a desgarro laminar.
- h) Referencia al plan de inspección.
- i) Todos los requisitos para identificación de soldaduras.

1.6.1.2. Llenado de la documentación tecnológica

Finalmente el ingeniero debe llenar la documentación tecnológica que se envía al taller para ejecutar la fabricación del conjunto. Esta documentación incluye todos los procedimientos de soldeo que se deben emplear, así como la descripción de todos los pasos para el ensamble, soldadura, tratamiento postsoldadura y control de la calidad de dicho conjunto. Para esto se empleará el modelo que la empresa tenga establecido.

1.6.2. Soldadura oxiacetilénica

OERLIKON-EXSA S. A. (2008) plantea que este método de soldadura no solo se utiliza para ensamblar y obtener una unión permanente con buenas resistencia mecánica, también se utiliza para cortar chapas con un contorno definido previamente. En este proceso de soldadura, el calor necesario para calentar la pieza y el metal aportado y luego fundirlo procede de una llama de alta temperatura. Obtenida por la mezcla o combinación de acetileno con el oxígeno, alcanzando temperatura de hasta 3100 °C.

Ambos gases se mezclan en proporciones adecuadas en un soplete proyectado y construido de forma tal, que el soldador tiene la posibilidad de regular por completo la llama, ajustándose a las necesidades del trabajo. El equipo utilizado para esta soldadura puede ser observado en la figura 1 de los anexos.

Se puede obtener una llama normal o neutra cuando se alimenta con iguales volúmenes de oxígeno y acetileno, si se aumenta la proporción de acetileno, se logra una llama denominada carburante o reductora. Siempre con referencia a una llama neutra, si se aumenta la proporción de oxígeno, se obtiene una llama

oxidante. Ambas tienen características y aplicaciones precisas que son necesario tener en cuenta.

Según el manual de la firma OERLIKON-EXSA S. A. (2008) la soldadura oxiacetilénica se puede diferenciar por sus procedimientos y se dividen en dos:

Soldadura por fusión: se llama así cuando dos piezas metálicas se unen y los bordes en contacto se fusionan por medio de llama oxiacetilénica. Los bordes en fusión fluyen juntos hasta que cada uno se funde completamente, con o sin aportación de un metal en fusión proveniente de una varilla de soldar. Después que el material se ha enfriado, el resultado será un trazo continuo de metal.

En la soldadura por fusión, el metal base y la varilla de soldar deben tener, en la mayoría de los casos, la misma composición, por ejemplo, al soldar hierro fundido se utiliza una varilla también de hierro fundido. De igual manera será al soldar acero dulce, acero inoxidable, cobre, níquel, aluminio.

Soldadura fuerte y soldadura blanda: este procedimiento se utiliza para unir piezas metálicas, sin necesidad de llegara la fusión del metal base y que sin embargo, producen juntas de alta resistencia.

La diferencia básica entre ambas es la temperatura. Las aleaciones no ferrosas que fluyen a una temperatura máxima de 427 °C, son utilizadas en la soldadura blanda y aquellas que lo hacen a una temperatura mínima de 427 °C, son para la soldadura fuerte. Indudablemente, la temperatura de trabajo debe ser inferior a la temperatura de fusión del metal base.

1.6.3. Otros tipos de uniones

Atendiendo a los métodos de unión, hay cuatro grandes familias de técnicas de unión: mediante dispositivos o accesorios ligaduras, juntas, grapas, clavado, atornillado, roblonado; mediante adhesivos; aprovechando procesos físicos, con o sin aporte de material externo; mediante ensamblajes, se configuran las partes de modo que encajen y puedan permanecer solidarias

Atendiendo a su duración, se puede hablar de uniones provisionales, temporales, las cuales deben ser eficaces, pero a la vez, deben permitir su eliminación para operaciones de mantenimiento o revisión y permanentes.

Al hablar de técnicas de unión, finalmente, se debe tener en cuenta el material al que van a aplicarse dichas técnicas. Es diferente unir materiales isotrópicos, tales como los metales; materiales resistentes a la compresión (cementos, cerámicos y maderas y, por último, materiales porosos o no porosos), puesto que las peculiaridades resistentes de cada uno de ellos determinan lo tipos de unión que mejor soportan.

Ensamblado por atornillado: Las piezas que no tienen un compromiso de rigidez manifiesta o que habitualmente pueden ser desmontadas se suelen montar a veces por medio de un atornillado con la otra plancha con la que se ajusta. También las puertas, al ser órganos móviles de la carrocería, se han de montar sobre bisagras, las cuales van atornilladas a los pilares; y del mismo modo podemos hablar de las puertas del maletero y del capó. Así pues, también hay que considerar que existan piezas atornilladas sobre todo cuando éstas no ejercen una labor de resistencia en la carrocería.

Otro tipo de uniones del grupo a que nos estamos refiriendo se lleva a cabo con tornillos de paso estrecho pero provisto de grapas de sujeción. Las grapas pueden ser sencillas o dobles.

Dentro del terreno de las grapas de sujeción existe una gran variedad de las mismas sobre todo para sujetar piezas de tapicería y embellecedores, muchos de los cuales han de desmontarse algunas veces para tener acceso a algunos mecanismos interiores.

La unión realizada mediante tornillos tiende a envejecer el material, relajando la presión que ejerce sobre la punta, por lo que el conjunto unido mediante puntas se colapsa o separa. Un resalte en hélice, llamado fileteado, permite superar estos déficit. Si además la tija, en lugar de cilíndrica, se hace cónica, ejerce el efecto adicional de incrementar la presión sobre el material según avanza a través de él (Kalpakjian, 2002).

Los tornillos pueden clasificarse según el tipo de cabeza, al igual que la puntas, o más específica y comúnmente por el tipo de fileteado. Por lo que respecta a las tuercas, es de destacar la almenada que dispone de ranura que permiten alojar un

pasador de seguridad y la ciega que termina en un casquete esférico que protege la rosca y asegura su estanqueidad.

Remaches: Nos referimos al uso de remaches que se utiliza mucho en la fabricación de grandes carrocerías para autobuses y autocares, y también tiene su aplicación de diversas partes de la carrocería de los automóviles. El remachado de puntas empleado como método de seguridad y afianzamiento de uniones, por su parte, se sustituye por el tornillo pasante: mediante un taladro efectuado en el material, el tornillo lo atraviesa, enroscándose su fileteado mediante una tuerca, elemento metálico cuya superficie interior está fileteada de forma compatible con el tornillo. Al conjunto se le denomina perno. (Martínez, 2003).

Un elemento adicional de fijación es la arandela (Groover, 1997), que permite roscar la tuerca sin dañar el material base, ya que la tuerca gira sobre la arandela. Cuando la arandela colabora en la fijación y no sólo favorece el roscado adopta diversas formas: helicoidal arandela Grover o troncocónica arandela Beville. Además de aumentar la superficie de contacto sobre el material unido las arandelas impiden que se afloje la tuerca, ya sea por su geometría o porque mantienen una tensión constante entre la tuerca y la base.

Existe una gran variedad de dispositivos que permiten unir partes en un todo. Los más habituales son las abrazaderas y los rácores. Las abrazaderas son dispositivos que constan de una pletina y un tornillo que permite fijarlas sobre las piezas a unir, generalmente tubulares. Los rácores son dispositivos, fileteados interiormente, que unen tubos roscados en sus extremos, pudiendo ser rígidos o flexibles, de acuerdo con la finalidad que posean.

Uniones engatilladas o plegadas: Permite unir los bordes de dos piezas de chapa doblándolos sobre si mismos una o dos veces. Se aplica generalmente, en chapas delgadas de un espesor 0,5 - 0,9 mm. En el que la unión se realiza con un único doblado (caso de paneles de puertas), y con la aplicación posterior de puntos de soldadura.

Uniones pegadas: Actualmente, es grande la aplicación de adhesivos en la carrocería del automóvil, utilizándose con asiduidad en juntas de goma para

proporcionar hermeticidad, guarnecidos de techos y puertas, paneles de revestimiento insonorizante, paneles exteriores, etc.

Entre las propiedades principales con que cuenta este tipo de unión se encuentran la afinidad para unir elementos heterogéneos, no altera ni deforma las chapas como hace la soldadura, ni las debilita como el remachado. Garantiza, además la hermeticidad de las juntas y reparte uniformemente los esfuerzos.

1.6.3.1. Fijación con elementos mecánicos

El método más común de sujeción mecánica es el uso de tornillos, tuercas, roscas, pernos y una diversidad de sujetadores. Estos procesos también se llaman ensamblado mecánico. En general, la sujeción mecánica requiere que los componentes posean orificios a través de los cuales se inserten los sujetadores. Esas uniones pueden someterse a esfuerzos cortantes y de tensión, y deben estar diseñadas para resistirlos.

Para los agujeros rasgados, en el sentido corto, las holguras serán idénticas a las de agujero redondo. Los tornillos calibrados se colocarán en agujeros con una holgura de 0,3 mm.

En las uniones resistentes al deslizamiento pueden disponerse holguras superiores a las indicadas en el sentido longitudinal siempre que no se supere en dos veces y medio el diámetro nominal del tornillo. En uniones al exterior los agujeros rasgados deberán quedar cubiertos por tapajuntas o arandelas de dimensiones adecuadas cuyos agujeros serán de holgura normal. Las distancias entre ejes de tornillos y de éstos a los bordes deberán cumplir con los valores mínimos establecidos en el proyecto y también con los máximos, especialmente si la unión ha sido concebida para permitir redistribución plástica de esfuerzos en tornillos y su capacidad está determinada por la resistencia a aplastamiento.

1.7. Aceros para la fabricación de estructuras

En el continente americano la forma más popular de especificar un acero es por su número en la norma ASTM (American Society for Testing of Materials). Actualmente la mayoría de los Códigos de fabricación de recipientes a presión,

estructuras, hacen referencia a las especificaciones ASTM de acero. Ejemplo, Acero A36, donde la A indica que se trata de un material ferroso.

Otra forma popular de especificar aceros es a través del Sistema AISI/SAE (American Iron and Steel Institute / Society of Automotive Engineers).

Ejemplo el acero 1020:

1. donde los dos primeros dígitos indican el contenido de aleación fundamental, en este caso 10 son al carbono,
2. los dos últimos dígitos indican el contenido bajo de carbono, en este caso de 0,20%.

Para conocer las propiedades mecánicas, composición química, de los aceros es necesario consultar normas, especificaciones, bases de datos.

Los aceros al carbono representan el grupo más importante de materiales metálicos para ingeniería. La característica más sobresaliente del acero es su versatilidad, ya que sus propiedades pueden ser controladas y modificadas con el fin de satisfacer los requerimientos de servicio. En estos aceros, los principales factores que afectan a sus propiedades mecánicas son el contenido en carbono y la microestructura (Callister, 2004).

Estos aceros en general presentan buena soldabilidad con cualquiera de los procesos de soldadura estudiados y no requieren el empleo de precalentamiento; aunque espesores gruesos de más de 50 mm y ciertas uniones pueden requerir algún precalentamiento.

Básicamente, la resistencia a la tensión, a la cadencia y la dureza, se incrementan al aumentar el contenido de carbono; por el contrario, la elongación, la reducción de área y la tenacidad disminuyen notablemente con dicho incremento. Otro atributo del acero, el cual es seguramente de mayor importancia, es su capacidad para endurecer, cualidad que comúnmente se denomina templabilidad. Esta característica también se ve afectada con el aumento en el contenido de carbono.

Aceros con un contenido de carbono entorno a un 0,4 - 0,5% son usados ampliamente para la construcción de estructuras y diversas partes de maquinaria, como pernos, tornillos, ejes, engranajes, debido a su alta resistencia mecánica, a

su resistencia al desgaste a su elevada dureza y a sus favorables condiciones económicas como son su bajo coste y la garantía de abastecimiento.

Según Jacomino (2010) para la unión de este tipo de aceros se han empleado tradicionalmente los procesos convencionales de soldadura por fusión; estos tipos de soldadura presentan diversos tipos de problemas característicos del proceso

- Gran cantidad de calor generado por el arco.
- Necesidad de empleo de fundentes.
- Uso de electrodos de materiales reactivos.
- Incompatibilidad de las propiedades mecánicas del metal base y el de aporte.

Estos problemas conducen a la aparición de diferentes tipos de defectos tales como:

- Elevadas distorsiones de los elementos soldados.
- Inclusión de escorias en la unión soldada.
- Excesivas salpicaduras durante el proceso.
- Excesiva porosidad.

1.8. Pliego de prescripciones técnicas

El pliego de prescripciones técnicas particulares incluirá todos los requisitos de fabricación, montaje y materiales necesarios para garantizar el nivel de seguridad del proyecto, pudiendo contener indicaciones complementarias sin reducir las exigencias tecnológicas, ni invalidando los valores mínimos de calidad establecidos.

1.8.1. Planos de taller

El constructor, basándose en los planos de Proyecto, realizará los planos de taller para definir completamente todos los elementos de la estructura metálica, debiendo comprobar en obra las cotas de replanteo y la compatibilidad con el resto de la construcción.

1.8.1.1. Contenido

Los planos de taller contendrán en forma completa:

- a) Las dimensiones necesarias para definir inequívocamente todos los elementos de las estructuras o piezas.

- b) La disposición de las uniones, incluso las provisionales.
- c) El diámetro de los agujeros de los tornillos, con indicación de la forma de mecanizado. Clase y diámetro de los tornillos.
- d) La forma y dimensiones de las uniones soldadas, preparación de bordes, procedimiento y posición de soldeo, material de aportación y orden de ejecución si es necesario.
- e) Las indicaciones de mecanizado o tratamiento de los elementos que lo precisen.

Todo plano de taller llevará indicados los perfiles, clase de acero, pesos y marcas de cada uno de los elementos de la estructura representados en él.

1.8.2. Conformación

Esta operación puede realizarse por doblado o plegado hasta que se obtenga la forma requerida tanto en frío como en caliente, siempre que las características del material no queden por debajo de las especificadas en el proyecto.

Cuando se realice el plegado o curvado en frío se respetarán los radios mínimos recomendados en la norma (UNE-EN 10025). Caso de no cumplirse las tablas de dicha norma y siempre que no se supere en la fibra más traccionada un alargamiento igual a la cuarta parte del de rotura del material se deberá redactar un procedimiento específico en el que se indique el tratamiento térmico a aplicar y las medidas de control oportunas.

1.9. Conclusiones parciales del capítulo

1. Las uniones más usadas para reparar carrocerías son la soldadura, el remachado y la unión por tornillos.
2. Los aceros de bajo y medio contenido de carbono se usan para operaciones de maquinado y para la fabricación de diferentes tipos de estructuras ya que presentan buena maquinabilidad y soldabilidad.
3. Los procesos de conformado para dar forma al material, se caracterizan por la obtención de la geometría final de la pieza mediante la aplicación de una fuerza y eliminación del material sobrante de una preforma de partida.

CAPÍTULO 2- MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Introducción

En este capítulo se hará alusión a los diferentes materiales y métodos a utilizar para la fabricación y modificación de las diferentes piezas del auto ligero Marca SEAT del taller de Transporte del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Este capítulo tiene como objetivo desarrollar los métodos de cálculo, la selección de equipos y materiales para dar solución al problema presentado.

2.2- Características del material empleado en las diferentes piezas

El material que se tomo como para la recuperación del chasis del auto ligero marca SEAT del taller de Transporte del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, es el AISI 1020 en forma de plancha de 2 mm y de estructura o perfiles de alas iguales o desiguales, presentando la siguiente composición química y propiedades mecánicas:

Según la Llave de los Aceros (2005) tiene en su composición química los siguientes elementos: C (0,18-0,20%), Fg (97-99%), Si (0,08-0,6%), P (0,04%), S (0,05%) Mn (0,3-0,6%).

Las propiedades mecánicas del acero son las siguientes:

Resistencia a la tracción (350-385 MPa).

Resistencia a la compresión (290-330 MPa).

Ductilidad (%) en 32 mm (2 pulgadas).

Este semiproducto es un acero de bajo contenido de carbono y la chapa es laminada.

2.3- Método de cálculo de la resistencia del chasis

El Seat tiene tracción delantera y el motor se encuentra atravesado en el chasis. Las modificaciones a este auto consisten en montar un motor de marca Lada que posee posición horizontal. Este motor es más grande y pesado por lo que se hace necesario modificar el chasis del auto Seat. En la modificación del chasis se le debe agregar dos angulares para soportar el puente con el motor, estos angulares se taladran cerca de la mitad para poder fijar el puente. Por todo lo antes

planteado se hace necesario saber que tipo de angular se puede utilizar y así poder utilizar el material adecuado para que soporte el peso del motor.

Según Feodosiev (1985) los esquemas de cálculos se construyen a partir de la simplificación de los sistemas reales. Entonces es necesario considerar las estructuras soldadas como empotramiento con un posible desplazamiento que pueda provocar la rotura producto de la flexión. La ecuación establece la condición de resistencia para determinar el tipo de angular a utilizar es la siguiente 2.1.

$$\sigma = \frac{M_{flec}}{W_x} \leq [\sigma], \text{ N/cm}^2 \quad 2.1$$

Donde:

W_x - momento axial de resistencia, (cm^3)

M_{flec} – Momento flector que actúa en la viga, (N.m)

$[\sigma]$ - Tensión admisible de rotura del material, (N/cm^2)

σ - Tensión a soportar por el material, (N/cm^2)

De esta ecuación se obtiene W_x que para los perfiles se encuentran debidamente determinados en tablas a finales de los libros de resistencia, permitiendo su selección. El momento flector se determina a partir del peso del motor que debe soportar la estructura. En este caso para facilitar el montaje se pretende utilizar un perfil L de las iguales por lo que es necesario determinar J_x que se obtiene a partir del despeje de la ecuación siguiente:

$$W_x = \frac{2J_x}{h} \quad 2.2$$

2.4- Metodología de cálculo para la fabricación de las diferentes piezas del auto SEAT

Para la fabricación de las diferentes estructuras o piezas necesarias a construir y sustituir del automóvil marca SEAT, como el piso, la barra de transmisión, el soporte para el motor, se cortan con oxicorte.

El material en bruto o semiproducto a utilizar debe corresponder con las mismas propiedades mecánicas de las demás piezas donde van a ser ensambladas en el

automóvil. Después de seleccionar el material se realizan o desarrollan los procesos tecnológicos que van a ser desarrollado de acuerdo con las metodologías a utilizar. Entre los procesos a desarrollar se encuentran torneado, taladrado, corte de chapas con oxicorte y soldadura.

2.4.1- Elaboración mecánica

La metodología de cálculo para el procesos de maquinado con arranque de virutas tomada para desarrollarse en este trabajo son expuestas por (Casillas, 1989), (Nikolaev, 1980), (Martínez et al., 2006), (Ivatsevich et al., 1988) y la Guía corte de metales en frío del año 1980 de la cual tomamos como referencias las ecuaciones y tablas pertinentes para realizar dichas operaciones.

Se utilizará el torno C11M existente en el Taller de Transporte, con una cuchilla T15k6 de tronzar $\varphi = 90^{\circ}$ y una de refrentar con $\varphi = 45^{\circ}$, la primera para cortar la barra de transmisión para ser alargada y la segunda para realizar el biselado.

Es necesario determinar los parámetros de corte de cada operación por lo que se exponen los pasos a seguir y las ecuaciones necesarias.

Los principales parámetros de corte a tener en cuenta en el desarrollo de la operación tecnológica de torneado son:

1. Selección del avance recomendado (S) de la herramienta en la carta T2 hoja 1 de la página 34 del Manual de corte en frío, en dependencia de la operación y del tipo de herramienta (material y ángulo). Este avance (S) luego se estandariza o corrige por el pasaporte de la máquina.

2. Selección de la velocidad de corte (V_c) recomendada, esta se determina a partir de las tablas del Manual de corte en frío en la tabla T4 hoja 1 de la página 39, en dependencia del material a trabajar, tipo de herramienta a utilizar, profundidad de corte, avance y refrigerante.

3- Cálculo de número de revoluciones (n).

$$n = \frac{1000 * V_c}{\pi * D_p} = rev/min \quad 2.3$$

Donde:

V_c - velocidad de corte recomendada, (m/min)

D_p - diámetro de la pieza o semiproducto, (mm)

Nota: Después de calculado el número de revoluciones se debe estandarizar según pasaporte o datos técnicos de la máquina herramienta.

4- Cálculo de la velocidad real (V_r) a la cual se mueve la máquina herramienta.

$$V_r = \frac{\pi * D_p * n}{1000}; m / \text{min} \quad 2.4$$

5- Cálculo de la potencia de corte (N_{corte}) para comprobar si se puede elaborar la pieza o no.

$$N_{\text{corte}} \leq N_h \quad 2.5$$

$$N_{\text{corte}} = \frac{N_{\text{tabla}} * V_r * K_1 * K_2}{100} (kW) \quad 2.6$$

$$N_h = N_{\text{mot}} * \eta, (kW) \quad 2.7$$

Donde:

K_1 y K_2 – coeficientes de corrección, (adimensional)

N_h – potencia que entrega la máquina en el husillo, (kW)

N_{tabla} – potencia de la tabla, (kW)

Nota: la potencia de la tabla, k_1 y k_2 se obtienen de la carta T6 hoja 1 y 2 de las páginas 43 – 44 del Manual de corte en frío.

6- Cálculo de del tiempo de maquinado (T_m).

$$T_m = \frac{L + L_1 + L_2}{n * S} * i; \text{min} \quad 2.8$$

Donde:

L- longitud a elaborar, (mm)

L_1 - longitud antes de la entrada de la herramienta, (mm)

L_2 - longitud de salida de la herramienta, (mm)

Los semiproductos que en su diseño llevan agujeros se elaboran en un taladro de columna vertical 2H135 del departamento de Mecánica del ISMM, las piezas se

montan en la mordaza y se taladran para acercar la misma a la forma del producto final.

Los principales parámetros de corte a tener en cuenta en el desarrollo de la operación tecnológica de taladrado son:

1. **Selección del avance recomendado (S) de la herramienta** en la carta C2 hoja 1 de la página 107 del Manual de corte en frío, en dependencia de la operación y del tipo de herramienta (material y ángulo). Este avance (S) luego se estandariza o corrige por el pasaporte de la máquina.

2. **Selección de la velocidad de corte (V_c)** recomendada a partir de la carta C4 hoja 1 de la página 109 del Manual de corte en frío, en dependencia del material a trabajar, tipo de herramienta a utilizar, profundidad de corte, avance y refrigerante, expuestas por los autores anteriores.

3- Cálculo de número de revoluciones (n).

$$n = \frac{1000 * V_c}{\pi * D_b} = rev / min \quad 2.9$$

Donde:

D_b- diámetro de la broca, (mm)

Nota: Después de calculado el número de revoluciones se estandariza según pasaporte o datos técnicos de la máquina herramienta.

4- Cálculo de la velocidad real (V_r) a la cual se mueve la máquina herramienta.

$$V_r = \frac{\pi * D_p * n}{1000}; m / min \quad 2.10$$

5- Cálculo de la potencia de corte (N_{corte}) para comprobar si se puede elaborar la pieza o no.

$$N_{corte} \leq N_h \quad 2.11$$

$$N_{corte} = N_{tabla} \frac{n}{1000} K_n (kW) \quad 2.12$$

$$N_h = N_{mot} * \eta, (kW) \quad 2.13$$

Donde:

K_n – coeficiente de corrección

Nota: la potencia de la tabla y k_n se obtienen de la carta C6 hoja 1 y 2 de las páginas 116 – 118 del Manual de corte en frío.

6- Cálculo de del tiempo de maquinado (T_m).

$$T_m = \frac{L + L_1 + L_2}{n * S} * i; \text{ min} \quad 2.14$$

Donde:

L- longitud a elaborar del agujero, (mm)

L_1 - longitud de colocación de la herramienta antes del proceso de corte, (mm)

L_2 - longitud de salida de la herramienta, (mm)

Para los tiempos antes mencionados en el taladrado se debe considerar los aspectos siguientes:

$l_1 = 0,3 * D$ (para agujeros en aceros, hierro colado, bronce).

$l_2 = 0,5$ a 3 mm (magnitud de recorrido de la herramienta para aceros, hierro colado, bronce) brocas de 2 a 60 mm.

2.5- Metodología de cálculo para el doblado de la chapa

El piso del auto Seat es plano y se encuentra en mal estado. Al cambiar el motor que es de tracción delantera por uno de tracción trasera, a este piso entonces hay que darle un radio para que la caja de velocidad y la barra se alojen y pueda cumplir con sus funciones. Los parámetros técnicos más importantes a determinar para la realización de un doblado en una la pieza son expuestos por (Mallo, 1992):

1- **Radio mínimo (r_{\min})** de la pieza: Es el menor radio con que se puede doblar una pieza sin que se produzcan grietas o arrugas.

$$r_{\min} = C * h, \text{ mm} \quad 2.15$$

Donde:

h - espesor de la chapa, (mm)

C - constante que depende del tipo de material y del sentido del doblado, puede encontrarse en (Mallo, 1992) en la página 182 y toma valor de 1,2.

El radio mínimo siempre que se pueda debe trabajarse por encima de estos valores que dan por cálculo de esta ecuación, una recomendación de este autor.

2- Momento flector (M_f) para provocar la deformación.

$$M_f = \sigma_f \frac{bh^2}{4}, \text{ N.m} \quad 2.16$$

Donde:

b – ancho de la pieza, (mm)

σ_f – tensión de fluencia del material a doblar, (kg)

3- Fuerza necesaria (F) para provocar la deformación (estado plástico total) en una pieza en forma de U.

$$F = \frac{\sigma_d bh}{3}, \text{ kg} \quad 2.17$$

Donde:

$$\sigma_d = 3 \sigma_u$$

σ_u – tensión de rotura del material de la pieza a doblar, (Kgf/cm²)

4- Momento máxima (M_{\max}) para provocar la deformación en el doblado libre.

$$M_{\max} = \sigma_f \frac{F \cdot W}{4} \frac{1}{\text{sen}^2 \alpha} \quad 2.18$$

Donde:

α – ángulo de curvatura de la pieza, (mm)

W - distancia entre los apoyos, (mm)

5- Elongación Máxima (E_r) o desplazamiento máximo de la zona doblada sin que aparezca la rotura.

$$E_r = \frac{h}{2r}, \text{ mm} \quad 2.19$$

Donde:

r- radio de curvatura, (mm)

6- Cálculo del desarrollo (L) de la chapa o tamaño de chapa para la elaboración de la pieza:

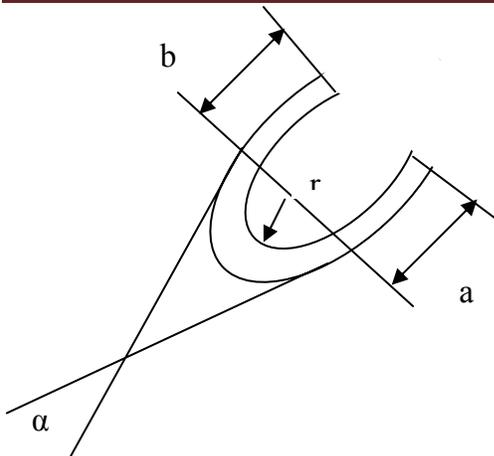


Figura 2.1- Esquema para determinar el desarrollo de la chapa.

$$L = a + b + \frac{\alpha}{57,3}(r + y) + \frac{\beta}{57,3}(r + y) \quad 2.20$$

Donde:

r- radio interior de la pieza, (mm)

y- línea del plano neutro que no sufre deformación, (mm)

α - ángulo interior de la pieza, ($^{\circ}$)

Nota: este ángulo α se determina como $180 - \alpha$ y la determinación de la línea del plano neutro se determina a partir de la siguiente tabla 2.1:

Tabla 2.1- Determinación de la línea neutra.

r_0/h	Y
0,2	0,345 x h
0,5	0,387 x h
1	0,421 x h
2	0,451 x h
3	0,465 x h
4	0,470 x h
5	0,478 x h
10	0,487 x h
>10	0.5 x h

Fuente: Mallo (1987). .

Donde:

r_0 - radio exterior de la pieza, mm

El ángulo β se puede determinar por el monograma de la página 186 (Mallo, 1987). Para valores fijos de α y siempre que se tenga la relación de r/s , también se pueden determinar por las expresiones siguientes.

$$\text{Para } \alpha = 30^{\circ} \quad \beta = 0.69 r/s - 0.23 \text{ } [^{\circ}]$$

$$\text{Para } \alpha = 60^{\circ} \quad \beta = 0.64 r/s - 0.65 \text{ } [^{\circ}]$$

$$\text{Para } \alpha = 90^{\circ} \quad \beta = 0.434 r/s - 0.36 \text{ } [^{\circ}]$$

$$\text{Para } \alpha = 120^{\circ} \quad \beta = 0.33 r/s - 0.58 \text{ } [^{\circ}]$$

2.6. Metodología de cálculo para el ensamblaje por soldadura

Para la realización de la soldadura de las diferentes piezas que son necesarias ensamblar en el chasis y en la carrocería del auto SEAT, se debe realizar una tecnología de soldadura para aceros de bajo contenido de carbono, se debe seleccionar el metal de aporte, preparar la pieza, es decir, quitar de la misma cualquier suciedad que halla en ella, para luego se pueda ejecutar el método de soldeo.

2.6.1- Características del electrodo a utilizar

El electrodo que se utilizará para hacer la soldadura es 7018, estos producen un arco estable de penetración profunda y depósitos de adhesión rápida. Son llamados muchas veces electrodos de polaridad inversa, aunque algunos de estos pueden utilizarse con corriente alterna (CA). Estos electrodos tienen poca escoria y producen cordones planos. Son ampliamente utilizados para soldadura en cualquier posición, presenta casi nada o poco chisporroteo y poca salpicadura.

Tiene gran variedad de aplicación en la fabricación y en los trabajos de reparación, principalmente en la construcción de estructuras, en máquinas y partes de transmisiones (engranajes, ejes, y cajas, entre otras piezas).

Este electrodo es del tipo básico bajo hidrogeno, según los productos que le dan carácter, carbonato de calcio, piedra caliza y sodio.

Diámetro del Electrodo: 3,2 mm.

Longitud: 350 mm

Amperaje: 70 – 100 A

Tipo de corriente: Corriente alterna (CA)

Composición del depósito: C Cr Ni Mn Mo Si Fe

2.6.2- Características de la soldadura a utilizar

La soldadura a utilizar es la de arco eléctrico SMAW, esta permite soldar en todas las posiciones (vertical, horizontal, de cabeza, etc.). Para la realización de la soldadura que se emplea el proceso se utiliza un electrodo de bajo hidrógeno, pero para la soldadura de la pieza debe colocarse en posición horizontal, con el electrodo casi perpendicular a la pieza o ligeramente inclinado en la dirección de soldadura, se deposita el metal solamente en la unión realizando un movimiento circular, es decir, que no se puede concentrar el calor en una sola parte de la pieza, sino que hay que ir variando la posición para evitar que la pieza se doble o se tuerza.

2.6.3- Máquina empleada en los trabajos de soldadura

La soldadura que se realiza es manual por arco eléctrico y la máquina a emplear modelo SPB 315 ubicada en la parte del Taller de Transporte del Instituto Superior Minero Metalúrgico, la misma es de marca inglesa y trabaja con:

Tensión (220 V); Intensidad de corriente (120 A); Corriente alterna. La intensidad de corriente se regula manualmente y se da en dependencia del diámetro del electrodo y del modelo de este.

2.6.4- Pasos a seguir para la soldadura

1. Colocar la pieza en cal para absorber la humedad que posee.
2. Limpiar la pieza y dejarla libre de grasa, óxido, polvo y suciedades que imposibiliten su recuperación.
3. Utilizar disco abrasivo para eliminar las irregularidades presentes en la superficie, facilitando el depósito del cordón.
4. Limpiar nuevamente la pieza.

2.6.5- Tecnología de soldadura

Antes de realizar la soldadura de la pieza es necesario realizar la tecnología de soldadura y para esto se usa la expuesta por (Fernández, et al. 2004). En esta metodología es necesario hacer el cálculo del carbono equivalente y conocer la

composición del material a soldar. Los datos utilizados son los expuestos por el autor en las tablas de la 1 a la 4.

5. Determinación del carbono equivalente (C_{eq}):

$$C_{eq} = C + \frac{M_n + S_i}{6} + C_r + V + \frac{M_o}{5} + N_i + \frac{C_u}{15}; \%$$
2.21

Nota: C_{eq} - No es más que la suma de los elementos químicos que componen la aleación sobre la soldabilidad metalúrgica del mismo.

6. La cantidad de calor necesaria para fundir el metal a soldar se llamará efecto térmico del arco de soldadura.

$$Q = 0,24 * k * I_{arco} * U_{arco}, \text{ kW}$$
2.22

Donde:

0,24- coeficiente de conversión de las magnitudes eléctrica

K- coeficiente para soldar con corriente directa

Q- potencia térmica efectiva del arco, (kW)

U_{arco} - tensión, (V)

Intensidad del arco (I) se determina:

$$I = k * d_{electr}$$
2.23

La cantidad de calor (Q) expresada en calorías introducido por la fuente de calor a la pieza por unidad de tiempo.

$$Q = 0,24 * k * I_{arco} * U_{arco} * n, \text{ cal.}$$
2.24

Donde:

$n = (0,6 - 0,85)$

4- Cálculo del costo de soldadura (C_{sk}):

La pieza a construir serán soldadas por arco eléctrico (SMAW), el electrodo que se va a utilizar para la soldadura es el 7018 con diámetro de 3,2 mm y el costo de la soldadura se determina por la ecuación 2.25.

$$C_{sk} = \frac{M}{J} + \frac{C}{D*B} + \frac{G*Q}{D} + \frac{E*U*I}{1000*D} + \frac{A}{D*B} + F*R \quad 2.25$$

Donde:

C_{sk} - costo total por kg de metal depositado, (\$)

M- costo del material de aporte, (\$/kg.)

C- costo de MO directa, (\$/kg.)

A- costos indirectos (MO indirecta, segura, flete mecanizado), (\$)

G- costo del gas de protección, (\$)

Q- caudal de gas, (m³/h)

E- costo de la energía eléctrica, (\$/kWh.)

D- velocidad de deposición, (kg/h)

J- rendimiento del material o eficiencia del proceso, (%)

R- relación fundente/alambre

U- tensión, (V)

L- longitud a soldar, (mm)

B- factor de Marcha u operatividad, (%)

I- corriente, (A)

A- costo indirecto, (\$)

El tiempo de servicio al puesto de trabajo será igual (3 – 5) % del tiempo operativo, el tiempo de descanso del obrero se tomara entre (5 – 15) % del tiempo operativo y para el gasto de MOI se toma aproximadamente un 30 % del tiempo operativo.

5- Cantidad de electrodo (C_E).

$$C_E = \frac{S * L_C}{10^6} * \delta * 1,2 * p \quad 2.26$$

Donde:

δ - peso específico del material, (Kg/dm³)

S- área de la sección transversal, (mm²)

L_C - longitud a soldar, (mm)

10⁶ - factor de conversión

p- número de pasadas

6- Tiempo de ejecución de la soldadura (t_0).

$$t_0 = \delta * F * L / K_H * I, \text{min} \quad 2.27$$

Donde:

L- Longitud a soldar, (mm)

K_H - coeficiente de deposito, se encuentra entre los valores (8,9 – 9,5)

F - área de la sección transversal del cordón, (mm²)

Donde el área de la sección transversal $F = F_1 + F_2$, estos se determinan de la siguiente manera:

$F_1 = (6 - 8)d_{electr}$ para la primera pasada

$F_2 = (8 - 12)d_{electr}$ para demás pasadas

I- Intensidad de corriente, (A)

Donde:

$$I = K_H * \phi_E \quad 2.28$$

Para la soldadura oxiacetilénica no existe una metodología establecida para determinar los parámetros que intervienen en el proceso, por ejemplo, solo determinan el consumo de gases, la potencia de la llama y el diámetro del electrodo. Los parámetros anteriormente son expuesto por las ecuaciones 2.29 y 2.30 según (Burgos, 1987).

La potencia de la llama se determina por la ecuación 2.29 que se expone a continuación:

$$V = K * S, \text{l/h} \quad 2.29$$

Donde:

S –espesor de la pieza, (mm)

K- coeficiente que depende del material a soldar, para el acero al carbono este toma valor de 100 a 130.

Diámetro del alambre de aportación (d) en el método de la derecha que se utilizará se determina como:

$$d = S/2, \text{mm} \quad 2.30$$

Un balón de oxígeno contiene 6 000 litros a presión atmosférica ó 4,8 m³ y el de acetileno 5 500 litros ó 5,5 m³ el más grande. La velocidad de deposición del material es de 10 m/h (Burgos, 1987).

2.7- Cálculo de los tiempos que participan en los procesos tecnológicos

Ivatsevich 1988 plantea que en el proceso de maquinado es necesario tener en cuenta otros tiempos que participan dentro del proceso, que suelen ser numéricamente de mayor magnitud que el tiempo de principal de corte, el tiempo total de la recuperación de la pieza es la suma total de todos estos tiempos. El tiempo total (t_{pv}) del proceso de maquinado se determina por (Fernández, 2004):

$$T_{pv} = T_m + T_a + T_{org} + T_o + T_{pt} + T_{drip}, \text{ min} \quad 2.31$$

Donde:

T_a – tiempo auxiliar, (min)

Este tiempo auxiliar se determina por la ecuación 2.32 que mostramos a continuación:

$$T_a = (0,18 \dots 0,25) T_m = 0,18 * T_m, \text{ min} \quad 2.32$$

T_{pt} - tiempo de servicio al puesto de trabajo, (min)

Este tiempo de servicio al puesto de trabajo se determina como:

$$T_{pt} = (0,04 \dots 0,08) T_m = 0,08 * T_m, \text{ min} \quad 2.33$$

T_{dnp} - tiempo de descanso y necesidades personales, (min)

El mismo se obtiene con una relación en porciento del tiempo de maquinado y se puede observar en la ecuación 2.34.

$$T_{dnp} = (0,17 \dots 0,25) T_m = 0,25 * T_m, \text{ min} \quad 2.34$$

T_o - tiempo organizativo, (min)

Este tiempo no es más que la suma del tiempo de maquinado y el tiempo auxiliar y esta representado por la ecuación 2.35.

$$T_o = T_m + T_a, \text{ min} \quad 2.35$$

Existen otros tiempos a tener en cuenta como el expresado por la ecuación 2.36.

$$t_{org} = 2\% * Tm, \text{ min}$$

2.36

2.7- Conclusiones parciales del capítulo

- 1- Se establece la metodología de cálculo por condición de resistencia para la selección de material para el refuerzo del monochasis del auto ligero Seat
- 2- Se determinan los instrumentos, heramientas y máquinas a utilizar en el proceso de modificación.
- 3- Se estableció las metodologías de cálculo para la fabricación de las diferentes piezas y su ensamblaje en el auto Seat.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

3.1. Introducción

En éste capítulo se exponen los resultados derivados del cálculo del tipo de material a utilizar para reforzar el chasis, las tecnologías de fabricación y montaje de las diferentes piezas para el montaje del motor, caja y árbol de la transmisión para poner en funcionamiento el auto ligero Seat.

El objetivo de este capítulo es realizar la valoración crítica de los resultados y a través de ella, explicar los fundamentos técnicos que dan solución al problema planteado.

3.2. Análisis de los resultados de la selección del material

Para seleccionar el tipo de viga a utilizar para reforzar el chasis del auto Seart para que soporte en nuevo motor, es necesario determinar el momento que actúa en la viga. Este se determina como la fuerza aplicada a la sección por la longitud de aplicación con respecto al apoyo. El peso del motor es de 260 libras, unos 113,63 kg distribuidos entre las vigas. La fuerza se encontrará aplicada a la mitad de la viga a una longitud de 290 mm.

$$Wx = 14,61 \text{ cm}^2$$

Por lo que el valor de $I_x = 14,75 \text{ cm}^4$ y el tipo de viga necesaria para reforzar el chasis según las tablas finales de (Fedosiev, 1985) es un perfil en L de alas iguales de número 5, de espesor 6 mm y ancho de alas de 50 mm, este es el perfil de menor dimensión a utilizar, se puede usar uno de mayor número para que trabaje con un mayor coeficiente de seguridad.

Al no poderse adquirir un angular con estas características se utilizó el número 7, que existía en el taller en esos momentos de 4 mm de espesor y ancho de alas de 70 mm.

3.3. Resultados tecnológicos de la fabricación y montaje de las piezas

Para la adaptación del motor, caja y barra de transmisión es necesario construir un grupo de piezas y sustituir otras en mal estado como: el piso del auto, alargar el árbol de transmisión, construir el soporte para los pedales, reforzar el chasis para

el montaje del motor, el soporte para el radiador. Por lo que se hace necesario establecer las tecnologías para la fabricación de cada elemento.

3.3.1. Resultados de la tecnología de alargamiento del árbol de transmisión

Como ya hemos explicado para el montaje del motor y caja de velocidad de marca Lada es necesario cambiar la transmisión, el Seat la tiene delantera y la del Lada es trasero. Pero el árbol de transmisión al ser adaptado queda más corto y entonces se hace necesario alargar el árbol de transmisión unos 110 mm (ver plano de pieza), esto se realiza desmontando el cardan y cortando la barra de la sección de atrás cercana al eje donde va montado el cardan. Luego se toma otra barra y se corta 110 mm más atrás del eje del donde va montado el cardan para luego ser soldado y disminuir la cantidad de soldadura reduciendo la posibilidad de fallo del árbol de transmisión.

Como la barra es de 1510 mm de largo es necesario montarla en el torno entre plato y luneta fija ya que no se cumple que la longitud que se encuentra fuera del plato ($L \leq a$ tres veces el diámetro de la pieza (d) según el Manual de corte en frío de los metales. La velocidad en este caso puede reducirse hasta un 25 % de las velocidades calculadas (Casillas, 1989). A continuación se muestra los resultados de los parámetros del régimen de corte para el corte del árbol de transmisión y su soldadura, es decir, el alargamiento.

Tabla 3.1. Resultados del corte por torneado del árbol de transmisión.

Parámetros	Valor	Valores estandarizados	U/M	Ecuación
Velocidad de corte recomendada	83		m/min	
Número de revolución de la pieza n_p	264,33	230	rev/min	2.3
Velocidad de corte real	54,165		m/min	2.4
Avance recomendado	0,1	0,11	mm/rev	
Potencia de corte N_c	3,01		KW	2.6
Potencia de husillo N_c	7,5		KW	2.7
Longitud a maquinar L	7	—	mm	
Tiempo de Maquinado T_m	0,18	—	min	2.8

Como se puede observar en la tabla la potencia del husillo de la máquina es de (7,5 kW) siendo superior a la potencia de corte a efectuar de 3,01 kW, cumpliéndose que ($N_{corte} \leq N_h$). Entonces el tiempo para cortar la sección de

atrás del árbol de transmisión se necesita un tiempo de 0,18 min, para cortar las dos barras se necesita un tiempo de 0,36 min.

Después de cortadas las barras se necesitan biselar las dos superficies de la barra que fueron cortadas como preparación de la soldadura, es decir, para que penetre bien el cordón de la soldadura. Al no cambiar los diámetros de la pieza se obtendrán los mismos valores de los parámetros del régimen de corte, solo va a variar el tiempo de maquinado que es de $T_m = 0,28$ min. Por dos biseles será igual a 0,54 min.

Los valores estandarizados son cogidos de los datos principales de las máquinas herramientas según su pasaporte, estos valores pueden ser vistos en el anexo 1.

Cálculo de los parámetros de soldadura por arco eléctrico SMAW.

- El valor del carbono equivalente según la ecuación 2.21 es de 0,21 % en el acero 1020. Lo que significa que este acero presenta buena soldabilidad. Por lo cual no es necesario aplicar una temperatura de precalentamiento.
- Para la determinación de la potencia térmica completa del arco de soldadura es necesario primero determinar la corriente por la ecuación 2.23 obteniéndose un valor de 125 A, la tensión es de 32 V y el coeficiente para soldar con corriente directa es 1. La potencia térmica del arco de soldadura es de 816 kW.
- La cantidad de calor introducido por la fuente de calor del arco de soldadura que se determina a partir de la ecuación 2.24 se utilizan los mismos parámetros de la ecuación anterior solo que es modificado por el valor de k igual a 0,6. La cantidad de calor por unidad de tiempo tiene un valor de 489,6 kW.
- Tiempo principal de soldadura representada por la ecuación 2.27 donde se usa el peso específico del acero como $7,8 \text{ Kg/dm}^3$, el área de la sección transversal del cordón como $25,4 \text{ cm}^2$ y la longitud de soldadura para la cual hay que calcular el perímetro alcanzando el valor de 235,5 mm. Obteniendo como resultado el tiempo principal de soldadura de 8,14 min.

Para realizar este trabajo se necesitaran 0,213 kg de electrodo en la soldadura de la pieza a partir de la ecuación 2.26. Donde se toma el número de pasadas como

2 y el área de la sección transversal 24 cm^2 , los demás valores son iguales a los de la ecuación anterior.

El costo total se determina partir de la ecuación 2.25, tomando como referencia el valor de un kilogramo de electrodo de 7018 que es de 5,422 CUC, el precio de la electricidad en 0,20 \$/kWh, costos de la mano de obra directa de 3,18 \$ y la indirecta de 2,71 \$, velocidad de deposición de 1,12 kg/h y un factor de marcha del 20 %. Obteniéndose durante el proceso un costo de 1,185 \$/kg.

Los tiempo auxiliares en el proceso de corte son mayores que los tiempos de maquinado y soldadura, por lo que se hace necesario determinarlos. Estos tiempos dependen de un porciento del tiempo de maquinado o de soldadura, esto se puede observara partir de la ecuaciones 2.29 a la 2.34. Los resultados de estos cálculos y del tiempo total a invertir en la pieza se pueden observar en tabla 3.2.

Tabla 3.2. Resultados de los tiempos totales por operaciones.

Tiempo operación	T_m (min)	T_a (min)	T_{org} (min)	T_{dnp} (min)	T_o (min)	T_{pt} (min)	T_{pv} (min)
Corte	0,36	0,09	0,0072	0,09	0,45	0,0288	1,026
Biselado	0,28	0,07	0,0056	0,07	0,35	0,175	0,798
Soldadura	8,14	2,035	0,1628	2,035	10,175	0,6512	23,129

El tiempo total a invertir en el alargamiento de la barra es de 25,23 min.

3.3.2. Resultado de los cálculos de la tecnología del soporte para los pedales

El soporte para los pedales es una pieza construida para el montaje de los pedales del auto, acelerador, freno y cloche. Se construye a partir de una plancha de acero AISI 1020 de espesor de 2 mm. La forma del mismo puede ser observada en el plano de los anexos.

La pieza se traza sobre la superficie de una plancha y se corta con una cizalla eléctrica manual. El trazado se realiza en 10 min y se corta en 2,5 min utilizando una cizalla manual eléctrica que posee las siguientes características: potencia de 660 W, 220 V de tensión, número de revoluciones de 1200 rev/min, frecuencia 60 Hz y de corriente 3 A.

Después de cortada la pieza es sometida a un proceso de maquinado, específicamente de taladrado. En la tabla 3.3 aparecen los resultados de los

parámetros tecnológicos para la elaboración del orificio 8 mm en la taladradora 2H135.

Tabla 3.3. Resultados de la elaboración de los orificios de diámetro 8 mm.

Parámetros	Valor	Valores estandarizados	U/M	Ecuación
Velocidad de corte recomendada	18		m/min	
Número de revolución de la broca n_b	716,7	710	rev/min	2.9
Velocidad de corte real	17,6		m/min	2.10
Avance recomendado	0,1	0,1	mm/rev	
Potencia de corte N_c	0,891		KW	2.12
Potencia de husillo N_c	3,6		KW	2.13
Longitud a maquinar L	2	—	mm	
Tiempo de Maquinado T_m	0,289	—	min	2.14

Como se puede observar en la tabla la potencia del husillo de la máquina es de (3,6 kW) siendo superior a la potencia de corte a efectuar 0,891 kW, cumpliéndose que ($N_{corte} \leq N_h$). Entonces el tiempo para elaborar un orificio es de 0,289 min, para elaborar las cuatros orificios se necesita un tiempo de 1,156 min.

Esta pieza para sujetar los pedales tiene alrededor de los orificios de entrada de las varillas, 2 orificios de diámetro 6, en total son cuatro orificios de diámetro 6. Los parámetros para su elaboración aparecen en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Resultados de la elaboración de los orificios de diámetro 6 mm.

Parámetros	Valor	Valores estandarizados	U/M	Ecuación
Velocidad de corte recomendada	18		m/min	
Número de revolución de la broca n_b	796,18	710	rev/min	2.9
Velocidad de corte real	16,2		m/min	2.10
Avance recomendado	0,12	0,1	mm/rev	
Potencia de corte N_c	1,35		KW	2.12
Potencia de husillo N_c	3,6		KW	2.13
Longitud a maquinar L	2	—	mm	
Tiempo de Maquinado T_m	0,112	—	min	2.14

Como se puede observar en la tabla la potencia del husillo de la máquina (4,2 kW) es superior a la potencia que se puede efectuar de corte 2,35 kW, entonces se cumple que ($N_{corte} \leq N_h$). Entonces el tiempo para elaborar un orificio es de 0,112 min, para elaborar las cuatros orificios se necesita un tiempo de 0,45 min.

Los valores estandarizados son cogidos de los datos principales de las máquinas herramientas según su pasaporte, estos valores pueden ser vistos en el anexo 1.

Como la chapa es muy fina y esta pieza posee dos orificios de diámetro 50 mm, es muy difícil de obtener por maquinado, estos orificios tienen como función dejar pasar las varillas de los frenos, cloche y acelerador, por lo que no importan el grado de acabado, ni la exactitud de su obtención. Por este motivo se obtiene por corte a partir del equipo de oxicorte.

La chapa es de 2 mm y la longitud a cortar (perímetro) es de 157 mm, por lo que se tiene un gasto de oxígeno de 8,8 litros y de acetileno de 3,65 litros. El corte se realiza en 2,65 minutos.

Este soporte para pedal para montarlo en el auto se suelda al panel interno a través de la soldadura oxiacetilénica. La longitud a soldar es de 930,72 mm necesitándose 52,176 litros de oxígeno y 21,63 de acetileno. Según la ecuación 2.30 el electrodo o diámetro del material de aporte a utilizar para soldar es de 1 mm, la cantidad según la ecuación 26 es de 0,26 Kg y se realiza en un tiempo de 6 min.

El tiempo total a invertir en la fabricación y montaje de la pieza expuestos en el capítulo 2 a partir de la ecuaciones 2.32 a la 2.36 pueden ser observado en la tabla 3.2.

Tabla 3.5. Resultados de los tiempos totales por operaciones.

Tiempo operación	T _m (min)	T _a (min)	T _{org} (min)	T _{dnp} (min)	T _o (min)	T _{pt} (min)	T _{pv} (min)
Taladrado	14,35	3,59	0,29	3,59	17,94	1,15	40,9
Soldadura	8,65	1,5	0,12	1,5	7,5	0,48	17,1

El tiempo total a invertir en la fabricación y montaje del soporte para los pedales es de 60 min.

3.3.3. Resultados de la tecnología de doblado y soldadura del piso

Al tener que colocar una caja de Lada en el auto Seat, el piso hay que modificarlo para que pueda pasar la transmisión mecánica hasta la rueda motriz (trasera), pero al encontrarse en mal estado se decide sustituir una gran parte de el, como se muestra en el plano de pieza en anexos.

Para saber la cantidad de material es necesario realizar el desarrollo de la chapa y calcular los principales parámetros de doblado. Estos pueden ser observados en la tabla 3.6 que se expone a continuación:

Tabla 3.6. Resultado de los cálculos de doblado.

Parámetro	Datos	Resultado	U/M	Ecuación
Radio mínimo	$C=1,2$	2,4	mm	2.15
Momento Flector	$\sigma_f=2,5 \text{ N/cm}^2$	150	N.m	2.16
Fuerza necesaria	$\sigma_u=3,7 \text{ N/cm}^2$	44,4	N	2.17
Elongación máxima	$r = 70 \text{ mm}$	0,015	mm	2.19
Longitud de la chapa	$y = 1,29 \text{ mm},$ $\alpha = 137^\circ \text{ y } 90^\circ$	1273,35	mm	2.20

Con los datos obtenidos anteriormente en la tabla se puede plantear que el doblado puede efectuarse en la dobladora manual existente en el taller de transporte y se invierte un tiempo aproximado de 17 min.

Como la chapa que se utiliza para reparar el piso es de 2 mm y el orificio para la palanca de diámetro de 110 mm es muy difícil de obtener por maquinado, por este motivo se obtiene por corte a partir del equipo de oxicorte. La longitud de la chapa a cortar es de 345,4 mm, por lo que se tiene un gasto de oxígeno de 19,36 litros y de acetileno de 8,027 litros. El corte se realiza en 3,1 minutos. El piso viejo se corta gastándose 210,03 litros de oxígeno y 87,07 litros de acetileno, invirtiéndose un tiempo de 35,56 min.

El piso para montarlo en el auto se suelda al chasis a través de la soldadura oxiacetilénica y de arco eléctrico. La longitud a soldar por la soldadura oxiacetilénica es de 2546,5 mm necesiándose 142,757 litros de oxígeno y 59,181 de acetileno. Según la ecuación 2.30 el electrodo o diámetro del material de aporte a utilizar para soldar es de 1 mm, la cantidad según la ecuación 2.26 es de 0,384 Kg y se realiza en un tiempo de 27,45 min.

Los laterales del piso que dan a la puerta se soldaran con arco eléctrico por el método SMAW, el electrodo y la plancha son los mismo usado anteriormente, por lo que el calor necesaria y el carbono equivalente son iguales. El tiempo principal de soldadura se determina por la ecuación 2.26 expuesta anteriormente, donde el área de la sección transversal del cordón se toma como $12,4 \text{ cm}^2$, como la chapa

es muy fina hay que disminuir la corriente a 110 A y la longitud de soldadura toma el valor de 600 mm. Obteniendo como resultado el tiempo principal de soldadura de 39,66 min a partir de la ecuación 2.27.

Para realizar este trabajo se necesitaran 0,28 kg de electrodo en la soldadura de la pieza a partir de la ecuación 2.26. Donde se toma el número de pasadas como 2, los demás valores son iguales a los de la ecuación anterior.

El costo total se determina partir de la ecuación 2.25, tomando como referencia los mismos valores de la soldadura anterior, en este caso solo varia la cantidad de kilogramo a utilizar y el costo de la mano de obra directa. 1,58 \$. Obteniéndose durante el proceso un costo de 1,031 \$/kg.

El tiempo total a invertir en la fabricación y montaje del piso son expuestos en el capítulo 2 a partir de las ecuaciones 2.32 a la 2.36 y los resultados pueden ser observados en la tabla 3.2.

Tabla 3.7. Resultados de los tiempos totales por operaciones.

Tiempo operación	T _m (min)	T _a (min)	T _{org} (min)	T _{dnp} (min)	T _o (min)	T _{pt} (min)	T _{pv} (min)
Soldadura	67,11	16,78	1,34	16,78	83,88	5,38	191,26
Corte	49,65	12,41	0,99	12,41	62,06	3,97	141,50
Doblado	17	4,25	0,34	4,25	21,25	1,36	48,45

El tiempo total a invertir en la fabricación y montaje del piso es de 6,35 horas.

3.3.4. Determinación de la tecnología para el bastidor del motor

Al cambiar de motores y colocarse diferente en el auto, hay que buscar la forma de transformar el chasis, como ya se ha mencionado anteriormente se soldaran dos perfiles L de alas iguales número 7 de acero AISI 1020 de espesor de 4 mm. La forma de los mismos puede ser observada en el plano de los anexos.

Estos angulares llevan preparación de bordes por la forma en que van soldados, por lo que son obtenidos por corte a partir del equipo de oxicorte. La longitud a cortar es de 50,49 mm, por lo que se tiene un gasto de oxigeno de 3,4 litros y 1,81 litros de acetileno. El corte se realiza en 0,6 minutos. Como son dos piezas estos valores se multiplican por dos. El consumo total para las dos piezas será 3,62 litros de acetileno; 6,8 litros de oxigeno y el tiempo será de 1,2 min.

Después de cortada la pieza se trazan los orificios y lo realiza un mecánico en 6 minutos las dos piezas. Luego es sometida a un proceso de maquinado, específicamente de taladrado para elaborar los orificios de 12 mm que se encuentran a la mitad de la pieza para el soporte del bastidor del motor. En la tabla 3.8 aparecen los resultados de los parámetros tecnológicos para la elaboración de los orificios de 12 mm.

Tabla 3.8. Resultados de la elaboración de los orificios de diámetro 12 mm.

Parámetros	Valor	Valores estandarizados	U/M	Ecuación
Velocidad de corte recomendada	17		m/min	
Número de revolución de la broca n_b	541,17	500	rev/min	2.9
Velocidad de corte real	15,6		m/min	2.10
Avance recomendado	0,28	0,28	mm/rev	
Potencia de corte N_c	0,855		KW	2.12
Potencia de husillo N_c	3,6		KW	2.13
Longitud a maquinar L	4	—	mm	
Tiempo de Maquinado T_m	0,29	—	min	2.14

Como se puede observar en la tabla la potencia del husillo de la máquina es de (3,6 kW) siendo superior a la potencia de corte a efectuar 0,891 kW, cumpliéndose que ($N_{corte} \leq N_h$). Entonces el tiempo para elaborar un orificio es de 0,29 min, para elaborar las cuatros orificios se necesita un tiempo de 1,156 min.

Cálculo de los parámetros de soldadura por arco eléctrico SMAW.

Para montar los dos perfiles que servirán como bastidor para el motor hay que realizar la tecnología de soldadura, el material a soldar y el electrodo es el mismo utilizado anteriormente en otras soldaduras. Por lo que el carbono equivalente, y la cantidad de calor no son necesarios calcularlos y utilizando los mismos coeficientes.

El tiempo principal de soldadura representada por la ecuación 2.27, donde se usa el área de la sección transversal del cordón como 25,6 cm² y la longitud de soldadura es de de 260,49 mm. Obteniendo como resultado el tiempo principal de soldadura de 3,93 min.

Para realizar este trabajo se necesitaran 0,226 kg de electrodo en la soldadura de la pieza a partir de la ecuación 2.26. Donde se toma el número de pasadas como

2 ya que soldaran por los dos lados para que el bastidor quede bien rígido, los demás valores son iguales a los de la ecuación anterior. El costo total de la soldadura del bastidor del motor se determina partir de la ecuación 2.25. Obteniéndose durante el proceso un costo de 1,01 \$/kg.

Tabla 3.9. Resultados de los tiempos totales por operaciones.

Tiempo operación	T _m (min)	T _a (min)	T _{org} (min)	T _{dnp} (min)	T _o (min)	T _{pt} (min)	T _{pv} (min)
Taladrado	1,56	0,39	0,031	0,39	1,95	0,124	4,45
Soldadura y corte	5	1,25	0,1	1,25	6,25	0,4	14,25

El tiempo total a invertir en la fabricación y montaje del bastidor para el motor es de 18,7 min.

3.3.5. Determinación de la tecnología para el soporte inferior del radiador

Al cambiar de motores hay que instalar un radiador de Lada para aumentar la capacidad de enfriamiento, ya que el motor del Lada es más grande que el del Seat original. Hay que hacer transformaciones en la parte delantera de la carrocería para montar este nuevo radiador, se montara un perfil de alas desiguales número 6/5 de acero AISI 1020 de espesor de 4 mm con dos platinas soldadas para fijarlos al chasis. La forma del mismo puede ser observada en el plano de los anexos.

Para realizar las operaciones de corte y taladrado primero hay que trazar las piezas para tener las formas y dimensiones, esto se realiza en 10 min. Los dos piezas soldadas a este angular son obtenidos por corte con ayuda del equipo de oxicorte. La longitud a cortar es de 158,31 mm por piezas, por lo que se tiene un gasto de oxígeno de 17,77 litros y 7,37 litros de acetileno. El corte se realiza en 1 minutos. Como son dos piezas estos valores se multiplican por dos. El consumo total para las dos piezas será 35,54 litros de oxígeno, 14,74 litros de acetileno y el tiempo será de 2 min.

Después de cortada las piezas es sometida a un proceso de maquinado, específicamente de taladrado para elaborar los orificios de 10 mm. En la tabla 3.10 aparecen los resultados de los parámetros tecnológicos para la elaboración de los orificios de 10 mm.

Tabla 3.10. Resultados de la elaboración de los orificios de diámetro 10 mm.

Parámetros	Valor	Valores estandarizados	U/M	Ecuación
Velocidad de corte recomendada	18		m/min	
Número de revolución de la broca n_b	573,25	500	rev/min	2.9
Velocidad de corte real	15,7		m/min	2.10
Avance recomendado	0,22	0,2	mm/rev	
Potencia de corte N_c	0,47		KW	2.12
Potencia de husillo N_c	3,6		KW	2.13
Longitud a maquinar L	4	—	mm	
Tiempo de Maquinado T_m	0,195	—	min	2.14

Como se puede observar en la tabla la potencia del husillo de la máquina es de (3,6 kW) siendo superior a la potencia de corte a efectuar 0,47 kW, cumpliéndose que ($N_{corte} \leq N_h$). Entonces el tiempo para elaborar un orificio es de 0,197 min, para elaborar las cuatros orificios se necesita un tiempo de 0,78 min.

Cálculo de los parámetros de soldadura por arco eléctrico SMAW.

Para montar los dos suplementos en el perfil para construir el bastidor inferior del radiador hay que realizar la tecnología de soldadura, el material a soldar y el electrodo es el mismo utilizado anteriormente en las otras soldaduras. Por lo que solo se calculan:

El tiempo principal de soldadura representada por la ecuación 2.27, donde se usa el área de la sección transversal del cordón como 25,6 cm² y la longitud de soldadura es de de 100 mm. Obteniendo como resultado el tiempo principal de soldadura de 1,71 min.

Para realizar este trabajo se necesitaran 0,1 kg de electrodo en la soldadura de la pieza a partir de la ecuación 2.26. Donde se toma el número de pasadas como 2 ya que soldaran por los dos lados para que el bastidor quede bien rígido, los demás valores son iguales a los de la ecuación anterior. El costo total de la soldadura del bastidor inferior del radiador se determina partir de la ecuación 2.25. Obteniéndose durante el proceso un costo de 1,014 \$/kg.

Tabla 3.11. Resultados de los tiempos totales por operaciones.

Tiempo operación	T_m (min)	T_a (min)	T_{org} (min)	T_{dnp} (min)	T_o (min)	T_{pt} (min)	T_{pv} (min)
Taladrado	0,78	0,195	0,016	0,195	0,97	0,062	2,223
Soldadura y corte	3,71	0,9275	0,0742	0,9275	4,637	0,296	10,57

El tiempo total a invertir en la fabricación y montaje del bastidor inferior del radiador es de 12,79 min.

3.3.6. Determinación de la tecnología para el soporte de apoyo de la transmisión

Para montar el árbol de transmisión es necesario construir dos soportes que van impedir que este árbol en caso de rotura se caiga. Por lo que estas piezas se conforman de acero AISI 1020 por doblado con una plancha de 2 mm. La forma y dimensiones del mismo se pueden observar en el plano de los anexos.

Para realizar las operaciones de corte, doblado y taladrado primero hay que trazar las piezas para tener las formas y dimensiones, esto se realiza en 10 min. Las dos piezas se cortan utilizando una cizalla manual eléctrica en 3,1 min.

Para saber la cantidad de material a utilizar en la pieza es necesario realizar el desarrollo de la chapa y calcular los principales parámetros de doblado. Estos pueden ser observados en la tabla 3.10 que se expone a continuación:

Tabla 3.12. Resultado de los cálculos de doblado para el soporte de la transmisión.

Parámetro	Datos	Resultado	U/M	Ecuación
Radio mínimo	$C=1,2$	2,4	mm	2.15
Momento Flector	$\sigma_f=2,5 \text{ N/cm}^2$	1,63	N.cm	2.16
Fuerza necesaria	$\sigma_u=3,7 \text{ N/cm}^2$	3,6	N	2.17
Elongación máxima	$r = 3 \text{ mm}$	0,33	mm	2.19
Longitud de la chapa	$y = 1,29 \text{ mm},$ $\alpha = 137^\circ \text{ y } 90^\circ$	145,94	mm	2.20

Con los datos obtenidos anteriormente en la tabla se puede plantear que el doblado puede efectuarse en la dobladora manual existente en el taller de transporte y se invierte un tiempo aproximado de 14 min

Después de cortada las piezas y doblada es sometida a un proceso de maquinado, específicamente de taladrado para elaborar los orificios de 8 mm. Como las condiciones de fabricación por taladrado no varían con respecto a la fabricación del soporte para los pedales, es decir, no se cambia de máquina, ni de material de la herramienta y ni de la pieza, ni la herramienta, Los valores a obtener son iguales a los de la tabla 3.3. Solo varía el tiempo de ejecución de estos orificios, porque son solo dos orificios a taladrar y estos se ejecutan en 0,578 min.

Cálculo de los parámetros de soldadura oxiacetilénica.

Para montar los dos suplementos en el piso del auto Seat, el parte inferior. Hay que realizar la tecnología de soldadura oxiacetilénica. La longitud a soldar por la soldadura oxiacetilénica es de 260 mm por cada pieza, necesiándose 34,76 litros de oxígeno y 14,41 de acetileno. Según la ecuación 2.30 el electrodo o diámetro del material de aporte a utilizar para soldar es de 1 mm, la cantidad según la ecuación 2.26 es de 0,169 Kg y se realiza en un tiempo de 4,8 min.

Tabla 3.13. Resultados de los tiempos totales por operaciones.

Tiempo operación	T _m (min)	T _a (min)	T _{org} (min)	T _{dnp} (min)	T _o (min)	T _{pt} (min)	T _{pv} (min)
Taladrado y corte	17,578	4,395	0,351	4,395	12,97	1,41	50,1
Soldadura	4,8	1,2	0,096	1,2	6	0,296	13,68

El tiempo total a invertir en la fabricación y montaje del soporte de apoyo de la transmisión 63,78 min.

3.4. Montaje de motor, caja y diferencial de lada

Después realizadas las tecnologías de las diferentes piezas estas son fabricadas y montadas en el auto Seat, para la adaptación del motor, caja y diferencial de Lada. Entonces se preparan todas las condiciones para el montaje de dichas pieza realizándose de la siguiente manera:

- 1- Se montó el puente original de lada y se acopló bien al bastidor (Figura 2 de los anexos).
- 2- Cogió la grúa y se montó el motor, se le dio altura y se terminó de fijar el perfil angular que va a formar parte del nuevo bastidor del chasis, completando los puntos de soldadura (Figura 3 de los anexos).
- 3- Después de fijado el motor, se montan los pedales de freno, cloche y acelerador verificando que el soporte de los pedales no interfiera con las varillas.
- 4- Se acopló la caja de velocidad, se alineó con respecto al motor y se dispuso fijarlas a los soportes.
- 5- Se monta el diferencial de lada y se fija fuertemente en su lugar con ayuda de soldadura en los patines, colocándole como fijación suplementaria grampas de fijación (Figura 4 de los anexos).

6- Se monta el árbol de transmisión, acoplándose entre caja y diferencial. Verificándose que quede alineados entre ellos.

7- Se monta y se fija el radiador en el soporte construido, acoplado la manguera el ventilador y la correa al motor.

8- Se arranca el auto y se comprueba su funcionamiento para ver en que condiciones ha quedado.

3.5. Valoración económica

Al evaluar un trabajo o una investigación es necesario tener en cuenta los costos en los cuales se incurrió, teniéndose un balance de la mano de obra, precio de los electrodo, consumo eléctrico entre otros, en las tabla 3.14 a la 3.19, aparecen el resumen de los costos por piezas fabricadas y montadas.

Tabla 3.14. Costo del alargamiento del árbol de transmisión.

Tipo de material	Precio (CUC*kg)	Peso del semiproducto (kg)	Costo (\$*kg)
Electrodo 7018	5,42	0,213	1,155
Operario	Tarifas (\$/h)	Tiempo efectivo (h)	Costo (\$*h)
Tornero A	1,98	0,104	0,206
Soldador A	2,13	0,386	0,821
Salario Básico (Sb) = suma de los costos = \$1,027			
Aporte a la seguridad social		Gastos Indirectos	
Ss = 0,09 (Sb+Sc) = \$ 0,093		\$ 1,69	
Salario complementario (Sc) = 0,1 * Sb = \$ 0,103			
Máquinas	Tiempo trabajo (h)	Potencia máquina (KW)	Energía consumida (kW*h)
Torno	0,104	11	1,144
Máquina de soldar	0,386	10	3,86
Torno = 0,2 * Ec = 0,23		Costo de la energía eléctrica	
Máquina soldar = 0,2 * Ec = 0,772		Ce = Ctorno + Cmaqsol = \$ 1,002	
Costo Total		CT = Sb+Sc+Ss+Ce+Gi = 3,471 CUP + 1,155 CUC	

El costo total del alargamiento del árbol de la transmisión es de 3,471 CUP y 1,155 CUC. No se tiene en cuenta el material soldado para alargar el árbol ya que es de otro árbol existente en el taller que no se estaba utilizando y había amortizado su valor con el tiempo de trabajo.

En la tabla 3.15 aparecen los gastos incurridos en la fabricación del soporte de los pedales.

Tabla 3.15. Costo de la fabricación del soporte para los pedales.

Tipo de material	Precio (CUC)	Peso semiproducto (kg)	Costo (\$*kg)
------------------	--------------	------------------------	---------------

Plancha 1020	1,263 CUC + 0,1 CUP	1,53	1,93 CUC+0,153 CUP
Varilla de aporte 1020	3,51	0,26	0,8346
Oxígeno	1,33 CUC + 0,44 CUP	0,48	0,64 CUC+0,21 CUP
Acetileno	7,49 CUC+2,79 CUP	0,25	1,89 CUC+0,70 CUP
Operario	Tarifas (\$/h)	Tiempo efectivo (h)	Costo (\$*h)
Mecánico de taller A	2,28	0,682	1,55
Soldador A	2,13	0,285	0,61
Salario Básico (Sb) = suma de los costos = \$ 2,16			
Aporte a la seguridad social		Gastos Indirectos	
Ss = 0,09 (Sb+Sc) = \$ 0,193		\$ 1,69	
Salario complementario(Sc)=0,1*Sb= \$ 0,216			
Máquinas	Tiempo trabajo (h)	Potencia máquina (KW)	Energía consumida (KW*h)
Taladro	0,12	4,5	0,54
Cizalla	0,17	0,66	0,11
Taladro - Ctala = 0,2*Ec = 0,108		Costo de la energía eléctrica	
Cizalla - Cciz = 0,2*Ec = 0,022		Ce = Ctala + Cciz = \$ 1,002	
Costo Total		CT = Sb + Sc + Ss + Ce + Gi = 4,46 CUC + 3,76 CUP	

El costo total que se incurre en la fabricación y montaje en el auto Seat del soporte para los pedales es de 3,76 CUP y 4,46 CUC.

En la tabla 3.16 aparece los gastos incurridos en la fabricación y soldadura del piso del auto Seat sustituido.

Tabla 3.16. Costo de conformación y soldadura del piso.

Tipo de material	Precio (CUC)	Peso semiproducto (kg)	Costo (\$*kg)
Plancha 1020	1,263 CUC + 0,1 CUP	12,01	15,17 CUC+1,02 CUP
Varilla de aporte 1020	3,51 CUC	0,384	1,3478 CUC
Electrodo 7018	5,42	0,28	3,28
Oxígeno	1,33 CUC + 0,44 CUP	0,89	1,18 CUC+0,39 CUP
Acetileno	7,49 CUC+2,79 CUP	0,46	3,44 CUC+1,28 CUP
Operario	Tarifas (\$/h)	Tiempo efectivo (h)	Costo (\$*h)
Mecánico de taller A	2,28	0,682	1,55
Soldador A	2,13	0,285	0,61
Salario Básico (Sb) = suma de los costos = \$ 2,16			
Aporte a la seguridad social		Gastos Indirectos	
Ss = 0,09 (Sb+Sc) = \$ 0,193		\$ 1,69	
Salario complementario(Sc)=0,1*Sb= \$ 0,216			
Máquinas	Tiempo de trabajo (h)	Potencia máquina (KW)	Energía consumida (KW*h)
Taladro	0,12	4,5	0,54
Cizalla	0,17	0,66	0,11
Taladro - Ctala = 0,2*Ec = 0,108		Costo de la energía eléctrica	
Cizalla - Cciz = 0,2*Ec = 0,022		Ce = Ctala + Cciz = \$ 0,122	
Costo Total		CT = Sb + Sc + Ss + Ce + Gi = 24,41 CUC + 5,55 CUP	

El costo total que se incurre en la fabricación y montaje del piso en el auto Seat es de 24,41 CUP y 5,55 CUC.

En la tabla 3.17 aparece los gastos incurridos en la fabricación y soldadura del bastidor del motor.

Tabla 3.17. Costo de fabricación y montaje del bastidor del motor.

Tipo de material	Precio (CUC)	Peso semiproducto (kg)	Costo (\$*kg)
Perfil 1020	2,1414 CUC	4,83	13,32 CUC
Electrodo 7018	5,42 CUC	0,226	1,225
Oxígeno	1,33 CUC + 0,44 CUP	0,89	0,12 CUC+0,04 CUP
Acetileno	7,49 CUC+2,79 CUP	0,46	0,3 CUC+0,11 CUP
Operario	Tarifas (\$/h)	Tiempo efectivo (hr)	Costo (\$*h)
Mecánico de taller A	2,28	0,682	1,55
Soldador A	2,13	0,285	0,61
Salario Básico (Sb) = suma de los costos = \$ 2,16			
Aporte a la seguridad social		Gastos Indirectos	
Ss = 0,09 (Sb+Sc) = \$ 0,19		\$ 1,69	
Salario complementario(Sc)=0,1*Sb= \$ 0,216			
Máquinas	Tiempo trabajo (h)	Potencia máquina (KW)	Energía consumida (KW*h)
Taladro	0,682	4,5	3,01
Máquina de soldar	0,285	10	2,85
Taladro -Ctala = 0,2*Ec = 0,602		Costo de la energía eléctrica	
Maqsold Csol = 0,2*Ec = 0,560		Ce = Ctala + Csol = \$ 1,162	
Costo Total		CT = Sb + Sc + Ss + Ce + Gi = 14,96 CUC + 7,61 CUP	

El costo total que se incurre en la fabricación y montaje del bastidor para la colocación del motor en el auto Seat es de 14,96 CUC y 7,61 CUP.

En la tabla 3.18 aparece los gastos incurridos en la fabricación y soldadura del bastidor inferior del radiador.

Tabla 3.18. Costo de fabricación y montaje del bastidor inferior del radiador.

Tipo de material	Precio (CUC)	Peso semiproducto (kg)	Costo (\$*kg)
Perfil 1020	2,2414 CUC	2,41	5,4 CUC
Electrodo 7018	5,42 CUC	0,1	0,54 CUC
Oxígeno	1,33 CUC + 0,44 CUP	0,89	0,39 CUC+0,13 CUP
Acetileno	7,49 CUC+2,79 CUP	0,46	1,12 CUC+0,42 CUP
Operario	Tarifas \$/h	Tiempo efectivo hr	Costo \$*h
Mecánico de taller A	2,28	0,38	1,55
Soldador A	2,13	0,105	0,23
Salario Básico (Sb) = suma de los costos = \$ 1,78			
Aporte a la seguridad social		Gastos Indirectos	
Ss = 0,09 (Sb+Sc) = \$ 0,16		\$ 1,69	
Salario complementario(Sc)=0,1*Sb= \$ 0,18			

Máquinas	Tiempo trabajo (h)	Potencia máquina (KW)	Energía consumida (KW*h)
Taladro	0,38	4,5	1,72
Máquina de soldar	0,105	10	1,05
Taladro -Ctala =0,2*Ec = 0,344 Maqsold Csol =0,2*Ec = 0,214		Costo de la energía eléctrica Ce = Ctala + Csol = \$ 0,5578	
Costo Total		CT = Sb +Sc + Ss +Ce + Gi = 7,45 CUC + 3,23 CUP	

El costo total que se incurre en la fabricación y montaje del bastidor inferior para la colocación del radiador en el auto Seat es de 7,45 CUC y 3,23 CUP.

En la tabla 3.19 aparece los gastos incurridos en la fabricación y soldadura del soporte de la transmisión.

Tabla 3.19. Costo de fabricación y montaje del soporte de la transmisión.

Tipo de material	Precio (CUC)	Peso semiproducto (kg)	Costo (\$*kg)
Plancha 1020	1,263 CUC + 0,1 CUP	0,6	0,74 CUC+0,06 CUP
Varilla 1020	3,51 CUC	0,169	0,6 CUC
Oxígeno	1,33 CUC + 0,44 CUP	0,28	0,37 CUC+0,12 CUP
Acetileno	7,49 CUC+2,79 CUP	0,15	1,12 CUC+0,41 CUP
Operario	Tarifas (\$/h)	Tiempo efectivo (h)	Costo (\$*h)
Mecánico de taller A	2,28	0,87	1,98
Soldador A	2,13	0,23	0,5
Salario Básico (Sb) =suma de los costos = \$ 2,48			
Aporte a la seguridad social		Gastos Indirectos	
Ss =0,09 (Sb+Sc) = \$ 0,223		\$ 1,69	
Salario complementario(Sc)=0,1*Sb= \$ 0,248			
Máquinas	Tiempo trabajo (h)	Potencia máquina (KW)	Energía consumida (KW*h)
Taladro	0,1	4,5	0,45
Cizalla	0,098	0,66	0,013
Taladro -Ctala =0,2*Ec = 0,09 Maq Csol =0,2*Ec = 0,0026		Costo de la energía eléctrica Ce = Ctala + Csol = \$ 0,0926	
Costo Total		CT = Sb + Sc + Ss +Ce + Gi = 1,83CUC + 6,728 CUP	

El costo total que se incurre en la fabricación y montaje del soporte de la transmisión en el auto Seat es de 1,83 CUC y 6,728 CUP. También se realizó el montaje del motor, caja y diferencial de un auto marca Lada, este trabajo duró 4 días y la realiza un mecánico automotriz para un gasto económico de 53,36 CUP.

El costo total para la fabricación y la ensambladura de estas 6 piezas, así como el montaje de la caja, el motor y el diferencial de lada se incurre en un gasto de materiales, electricidad y mano de obra de 83,709 CUP y 54,545 CUC, constituyendo un ahorro para el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Además se puede plantear que el ahorro es de mayor cuantía pues en una

licitación para este trabajo un **Chapista cuenta propista** pedía **5 000 pesos en moneda nacional**.

3.6. Impacto medio ambiental

En las empresas productoras de piezas, partes y máquinas se generan grandes cantidades de residuales líquidos y sólidos que contaminan las aguas. Cuba por ser una isla larga y estrecha hace que la contaminación que se produce en las cuencas hidrográficas se traslade rápidamente a las zonas costeras. En las tareas de dar solución a los problemas generados por la contaminación se requiere emplear técnicas participativas de la comunidad y de las entidades implicadas en su generación y desarrollar acciones para aplicar el manejo integrado de las zonas costeras, las cuencas hidrográficas y las zonas protegidas, susceptibles de ser impactadas por el desecho de estos materiales.

Por otra parte, hay que señalar que en la actualidad un aspecto importante que limita la protección en los trabajadores de soldadura, sobre todo para países pobres, tiene que ver con el alto precio de los equipos de protección. Muchas industrias a causa de no disponer de los capitales suficientes o en ocasiones para no hacer inversiones que afecten sus utilidades, no crean las condiciones necesarias de protección, a riesgo de afectar la salud de los trabajadores.

En el proceso de maquinado se produce gran cantidad de desechos sólidos, estos desechos en forma de virutas al ser depositados en un lugar específico alteran el equilibrio de ese pequeño ecosistema. Para que el ambiente de trabajo del taller sea el adecuado se debe mantener una buena higiene y reducir la generación de contaminantes al ambiente por lo que es necesario tener en cuenta unas series de medidas lo cual evitará al entorno laboral y a la atmósfera la emisión de estos contaminantes. Para esto se debe reducir la generación de sustancias de desechos y el ruido producido por las máquinas que se están operando, los cuales pueden provocar efectos nocivos sobre la salud del trabajador. Entre las que se encuentran:

La protección de un chapista debe protegerle de:

- Cortes y amputaciones.

- Quemaduras.
- Inhalación de vapores orgánicos.
- Polvos contaminantes (derivados de la masilla).
- Daños oculares.
- Contacto dérmico.

Riesgos propios del lijado.

- Posibles daños oculares debido a proyecciones de material.
- Puede ocasionar alteraciones en el organismo debido a su toxicidad.
- Alto riesgo de inhalación de polvo de masilla, selladores, aparejos y pinturas de acabado y barnices (vapores orgánicos).

Riesgos con herramientas de lijado.

- Posibles cortes y abrasiones.
- Pérdida auditiva debido al ruido elevado que producen.
- Riesgo de rotura, pueden producir fuertes contusiones en las extremidades del operario.

Riesgos del tratamiento mecánico.

Existen riesgos de golpearse las manos o extremidades debido al uso de herramientas de percusión. El ruido generado al golpear la chapa produce pérdida de audición.

Riesgos de la soldadura-blanda (estaño-plomo).

Es una soldadura heterogénea. Se emplea material con bajo punto de fusión, estaño - plomo, se utiliza para el relleno de desperfectos superficiales en operaciones de acabado sobre todo en sustituciones parciales para igualar las zonas de soldadura de la reparación. Los principales riesgos que produce son:

- La inhalación de humos, con contenido en plomo.
- Quemaduras en manos y en el cuerpo.

Riesgos en la operación de soldadura eléctrica.

Existen riesgos de quemaduras por las proyecciones de material incandescente del proceso de soldadura. Además el arco luminoso que se produce durante la soldadura puede afectar a los ojos si no se utiliza una protección adecuada.

Equipos de protección personal.

Una vez analizados todos los riesgos a los que están expuestos los trabajadores que realizan operaciones de desabollado, tanto en zonas con acceso, sin acceso o de difícil acceso, es necesario conocer todos los equipos de protección individual que deben utilizar los operarios, para evitar o al menos disminuir las consecuencias de todos los riesgos.

- Guantes: nos protegen las manos contra cortes, golpes, quemaduras y contacto con productos químicos.
- Cascos: Protección auditiva contra los numerosos ruidos producidos en el taller.
- Gafas: Protección ocular contra proyecciones.
- Mascarillas: Protección de las vías respiratorias. Existen mascarillas que nos protegen contra partículas de polvo, y otras que nos protegen contra vapores orgánicos. Utilizaremos unas u otras en función del trabajo a realizar.

Extracción de humos de soldadura.

Con el objeto de reducir los riesgos derivados de los gases tóxicos que se producen en las operaciones de soldadura, es necesario dotar a los puestos de trabajo de carrocería de una extracción de aire, para mantener las concentraciones de gases dentro de los niveles adecuados. Existen diversas posibilidades de equipamiento e instalaciones, de no existir debe trabajarse en lugares ventilados o abiertos.

3.7. Conclusiones parciales del capítulo

1. Para el montaje del motor de Lada es necesario fabricar un bastidor que debe ser construido con un perfil angular con modulo de sección superior $14,61 \text{ cm}^2$.
2. Todas las tecnologías son viables para la fabricación de las diferentes piezas existiendo maquinas, herramientas y dispositivos necesario.
3. El valor total de las piezas a fabricar para la adaptación del motor, caja y diferencial de Lada es de 30,349 CUP y 54,545 CUC.
4. Los talleres de reparación y pintura de automóviles generan una gran cantidad de desechos que contaminan el medio ambiente y pone en peligro la vida del hombre.

CONCLUSIONES GENERALES

Con la realización de este trabajo de diploma se han llegado a las siguientes conclusiones:

1. En las fuentes consultadas no se encontraron datos suficientes para establecer una tecnológica de corte y de soldadura oxiacetilénica que pueda calcular todos los parámetros a tener en cuenta en estos procesos.
2. Para la construcción del bastidor del motor se utilizó un perfil canal de alas iguales número 7 con mayor momento axial de inercia, posibilitando tener un coeficiente de seguridad mayor.
3. Los diferentes parámetros establecidos en tecnologías de maquinado y soldadura son factibles permitiendo obtener piezas con buen acabado, presencia y bajos cotos.
4. Según la ficha para costos, precios y su componente en pesos convertibles el costo total de la fabricación de las piezas para la adaptación del motor, caja y diferencial de Lada es de 30,349 CUP y 54,545 CUC que se ha ahorrado el ISMM de Moa.

RECOMENDACIONES

1. Revisar y dar mantenimiento al sistema eléctrico (cambiar batería, bombillos y cableado en mal estado).
2. Verificar cada cierto tiempo el estado de la soldadura del bastidor del motor y demás piezas fabricadas.
3. Establecer un ciclo de mantenimiento para el auto Seat que satisfaga las nuevas condiciones de explotación, para evitar desgaste prematuro de sus componentes y averías imprevistas.
4. Sacar la chapa nueva del auto y pasarlo por el sistema de inspección establecido por el Ministerio de Transporte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta de la Cruz, Hugo Ariel. *Recuperación del sistema de transmisión del ARO "10" Modelo 240*. Trabajo de Diploma, ISMM, Moa, Facultad de Metalurgia Electromecánica, 2006.
2. Arias-Paz Guitian, Manuel. *Manual del Automóvil*. Editorial CIE Inversiones Dossat, Madrid, España, 2004.
3. Baker, M. "An investigation of the chip segmentation process using finite elements". *Technische Mechanik*, Vol. 23, (1), pp.1-9, 2002.
4. Burgos Solas, J. *Tecnología de soldadura*. Ed. Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana, 1987.
5. Callister, William D. *Materials Science and Engineering*. An Introduction. Edit. John Wiley & Sons. Inc. Publishers, 2004. 420 pp.
6. Casillas, A. L.: *Cálculos de Taller*. Editorial Científico Técnica, Ciudad de la Habana, Cuba, 1989.
7. *Coromant Sandvick*. "Modern metal Cutting" Departamento de publicaciones técnicas. Coromant Sandvik, 2003.
8. Durán Lora, L.; Salazar Meriño, L., Pérez Noa, R. y Loyola Fernández R. *Recuperación del camión GAZ-53 matricula OSS615 del ISMM*. Trabajo de Diploma, ISMM, Moa, Facultad de Metalurgia Electromecánica, 2009.
9. Feodosiev, V. I. *Resistencia de los materiales*. Editorial MIR, Moscú, 1985.
10. Fernández Columbié, T.; Rodríguez González, I. y Alcantra Borges, D. *Proceso Metalúrgico y Tecnológico de la soldadura*. Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa, 2008.
11. Fernández Columbie, T.; Rodríguez González, I.; Alcántara Borges, D. *Proceso de maquinado con arranque de virutas*. Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa 2004.
12. Gongora Carbo, Victor Ivan. *Recuperación del motor de Mitsubishi 4D56 <1991 a 1993, correspondiente al Jeep Aro modelo 4D56 del ISMMM*. Trabajo de Diploma, ISMM, Moa, Facultad de Metalurgia Electromecánica, 2006.
13. Groover, M. *Fundamentos de manufactura moderna, materiales, procesos y*

sistemas. Editorial Prentice Hall, 1997.

14. Ivatsevich, Y.; Denischenco, M.; Quesada Estrada, A. y Vazquez, R.: *Métodos de cálculo de las normas de tiempo de los procesos tecnológicos*. Guía Metodológica. Instituto Superior Técnico de Holguín, Facultad de Ingeniería, 1988.
15. Jacomino Rodríguez, D. *Construcción de un cilindro horizontal rotatorio a escala de laboratorio*. Trabajo de Diploma, ISMM, Moa, Facultad de Metalurgia Electromecánica, 2010.
16. Kalpakjian, S. y Schmid, S. *Manufactura, ingeniería y tecnología* Pearson Educación. ISBN: 970-26-0137-1. Versión en español de la obra "Manufacturing Engineering and Technology, Fourth Edition", 2002.
17. Mallo Gallardo, Manuel. *Conformación de Metales*, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1992.
18. *Manual de corte en frío de los metales*. Cimet, La Habana. 1980.
19. Martínez, Federico; Domínguez, Guillermo y Hernández, Fausto.: *Tecnología de los Metales II*. Edit. Félix Varela, La Habana, Cuba, 2006.
20. Martínez, V. *Comportamiento mecánico de las juntas tipo T-bolt en materiales compuestos gruesos*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña, 2003.
21. OERLIKON-EXSA S. A. *Manual de soldadura*. Catálogos de productos. Lima, Perú, 2008.
22. Trent, E. Wright, P. *Metal Cutting* Butterworth-Heinemann, 225 Wildwood Avenue, Woburn, 2000.

Sitios WEB visitados

23. http://es.wikipedia.org/wiki/SEAT_Marbella, disponible el día 8 de abril del 2014.
24. <http://auta5p.eu/lang/en/katalog/auto.php?idf=Seat-Terra-Multicar-13302>, disponible el día 8 de abril del 2014.
25. [SEAT Marbella](http://Historiaseat.com). *Historiaseat.com*. disponible el día 8 de abril del 2014.

Anexos

Características técnicas del torno CIIM:

- Altura del centro sobre la bancada: 210 mm.
- Distancia entre punto hasta 2000 mm.
- Potencia del motor Nm = 11 kW.
- Rendimiento del torno $\eta = 0,75$.
- Frecuencia de rotación del husillo (rev/min): 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2400.
- Avances longitudinales (mm/rev): 0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,3; 0,34; 0,35; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,6; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,28; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 2,28; 2,42; 2,8; 3,12; 3,48; 3,8; 4,16.
- Avances transversales (mm/rev): 0,035; 0,037; 0,042; 0,098; 0,055; 0,06; 0,065; 0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,17; 0,28; 0,3; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,6; 0,7; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,28; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08.
- Máxima fuerza de corte axial admisible por el mecanismo de avance, $P_x = 620$ kgf/mm².

Características técnicas de la taladradora vertical modelo 2H135:

- Diámetro máximo de los orificios que se labran en piezas de acero, 35 mm.
- Potencia del motor Nm = 4,5 kW.
- Rendimiento de la taladradora $\eta = 0,8$.
- Frecuencia de rotación del husillo (rev/min): 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1440.
- Avance (mm/rev): 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6.
- Máxima fuerza de corte axial admisible por el mecanismo de avance de la taladradora $P_{m\acute{a}x} = 1500$ kgf/mm².



Figura 1. Equipo para el corte y soldadura oxiacetilénica.



Figura 2. Montaje del puente y bastidor para el motor de marca Lada

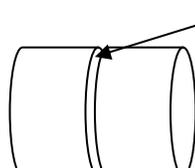


Figura 3. Montaje del motor con la grúa.



Figura 4. Acoplamiento de la barra con el diferencial.

Tecnología de soldadura por arco eléctrico (SMAW) del Árbol de transmisión

No: <u>3</u>		Denominación: <u>Árbol de transmisión</u>	
OT: <u>12</u>		Destino: <u>Auto Seat del taller de transporte</u>	
Proceso de Soldadura: <u>Arco eléctrico</u>		Tipo: <u>SMAW</u>	
Elaborado por: <u>Oscar Otero</u>		Revisado por: <u>Rafael Castillo</u>	
Fecha: <u>15/4/2014</u>		Fecha: <u>17/4/2014</u>	
Metal Base: <u>AISI 1020</u> Especificación SFA No: _____ Análisis Quím. y Prop: <u>0,18 C; 0,4 Si; 0,04 P</u> Otros: <u>0,05 S; 0,5 Mn</u>		Croquis:  Soldadura	
Clasificación AWS:			
Dimensión del Electrodo:	<u>3,2 x 250</u>		
Espesor del Depósito:			
Preparación:			
Fundente del Elect. (Clase)			
Nombre comercial del fundente			
Otros:			
Posición: Posición de la Ranura: _____ Progresión de Soldadura: ASCEND. _____ DESCEND. <u>X</u> Plana: _____		Precaentamiento: Temp. Mín. de Precal: _____ °C Temp. Máx. de Interpasos: _____ °C Temp. de Post: _____ °C Otros TT: _____	
Tratamiento Térmico Post – Soldadura: <i>Rango de Temp.:</i> _____ <i>Tiempo de Permanencia:</i> _____ Enfriamiento: _____ Medio: _____		Gas: Composición %: GAS: <u>MEZCLA</u> : <u>FLUJO</u> : Protección: _____	
Características Eléctricas: Corriente: <u>125</u> Polaridad: <u>Inversa</u> Voltaje (Rango) <u>32</u> (Volts) Amperaje: _____ (Amp:) _____ (Amp:) Electrodo de tungsteno: _____ (Tungsteno puro, toreado 2%, etc.) Transferencia del metal (GMAW): _____ (Spray, corto circuito, etc.) Velocidad de Alimentación del Alambre: _____ (mm / seg.)			

Técnica:				Valoración Económica:					
Dimensiones de la boquilla: _____				Valor inicial: \$ _____					
Método de ranurado posterior de la raíz: _____				Precio de Recup.: \$ _____					
Mov del electrodo: Recto _____ Oscilatorio <input checked="" type="checkbox"/>				Gasto de Material: kg. <u>0,213</u>					
Distancia boquilla superficie de trabajo: _____				Gasto de mano de obra: hrs. <u>0,821</u>					
Pases sencillos o múltiples (por lados): _____				Otros Gastos: <u>1,03</u>					
Electrodos: Sencillos <input checked="" type="checkbox"/> Múltiples _____				Peso de Pieza: kg. <u>13,4</u>					
Velocidad de ejecución (Rango): <u>1,12</u> mm /seg.				Costo de Recuperación: \$ _____					
Martillado: _____				Ahorro: \$ _____					
Otros: _____									
No. Cordón	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje		Velocidad de ejecución (mm/seg)	Otros.
		Clase	Diám	AC/CD	AMP	Mín.	Max		
2		7018	3,2	CD	125	32	40	1,12	

Técnica de Reparación o Mantenimiento Preventivo:

Tipo de limpieza inicial y entre pases:

Cepillo _____ solventes _____ abrasivos _____ Calor _____ otros _____

Preparación:

- ❖ Maquinar la superficie a recuperar.
- ❖ Eliminar toda grasa y suciedades del metal.
- ❖ Limpiar con acetona u otro líquido la superficie a soldar.

Factores del paro de trabajo:

- ❖ Desgaste por:
 ___ Impacto ___ Presión / Fricción ___ Abrasión ___ Corrosión ___ Calor
 ___ Cavitación ___ Erosión
- ❖ Rotura por:
 ___ Accidente ___ Fatiga ___ Choque ___ Sobrecarga ___ Temperatura

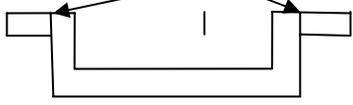
4. Otros:

___ Defectos de Fundición _____ Defectos por Maquinado

5. Técnicas de Aplicación:

- ❖ Revisar el material que esté limpio de suciedad.
- ❖ Control de la temperatura de calentamiento y mantenerla durante el proceso.
- ❖ Evitar el derrame del depósito en los extremos.
- ❖ Limpiar cada cordón después del primer pase o al concluir el mismo.
- ❖ No depositar cordones de forma continua para evitar torceduras.

Tecnología de soldadura por arco eléctrico (SMAW) del Piso

No: <u>8</u>		Denominación: <u>Piso</u>	
OT: <u>17</u>		Destino: <u>Auto Seat del taller de transporte</u>	
Proceso de Soldadura: <u>Arco eléctrico</u>		Tipo: <u>SMAW</u>	
Elaborado por: <u>Oscar Otero</u>		Revisado por: <u>Rafael Castillo</u>	
Fecha: <u>17/4/2014</u>		Fecha: <u>16/4/2014</u>	
Metal Base: <u>AISI 1020</u> Especificación SFA No: _____ Análisis Quím. y Prop: <u>0,18 C; 0,4 Si; 0,04 P</u> Otros: <u>0,05 S; 0,5 Mn</u>		Croquis: Soldadura 	
Clasificación AWS:			
Dimensión del Electrodo:	<u>3,2 x 250</u>		
Espesor del Depósito:	<u>2</u>		
Preparación:			
Fundente del Elect. (Clase)			
Nombre comercial del fundente			
Otros:			
Posición: Posición de la Ranura: _____ Progresión de Soldadura: ASCEND. _____ DESCEND. _____ Plana: <u>X</u>		Precaentamiento: Temp. Mín. de Precal: _____ °C Temp. Máx. de Interpasos: _____ °C Temp. de Post: _____ °C Otros TT: _____	
Tratamiento Térmico Post – Soldadura: <i>Rango de Temp.:</i> _____ <i>Tiempo de Permanencia:</i> _____ Enfriamiento: _____ Medio: _____		Gas: Composición %: GAS: <u>MEZCLA</u> : <u>FLUJO</u> : Protección: _____	
Características Eléctricas: Corriente: <u>110</u> Polaridad: <u>Inversa</u> Voltaje (Rango) <u>32</u> (Volts) Amperaje: _____ (Amp:) _____ (Amp:) _____ Electrodo de tungsteno: _____ (Tungsteno puro, toreado 2%, etc.) Transferencia del metal (GMAW): _____ (Spray, corto circuito, etc.) Velocidad de Alimentación del Alambre: _____ (mm / seg.)			

Técnica: Dimensiones de la boquilla: _____ Método de ranurado posterior de la raíz: _____ Mov del electrodo: Recto _____ Oscilatorio <input checked="" type="checkbox"/> Distancia boquilla superficie de trabajo: _____ Pases sencillos o múltiples (por lados): _____ Electrodo: Sencillos <input checked="" type="checkbox"/> Múltiples _____ Velocidad de ejecución (Rango): <u>1,12</u> mm /seg. Martillado: _____ Otros: _____				Valoración Económica: Valor inicial: \$ _____ Precio de Recup.: \$ _____ Gasto de Material: kg. <u>1.155</u> Gasto de mano de obra: hrs. <u>1,03</u> Otros Gastos: <u>1,03</u> Peso de Pieza: kg. <u>13,4</u> Costo de Recuperación: \$ _____ Ahorro: \$ _____					
No. Cordón	Proceso	Metal de aporte Clase	Diám	Corriente AC/CD	AMP	Voltaje Mín. Max		Velocidad de ejecución (mm/seg)	Otros.
2		7018	3,2	CD	110	32	40	1,12	

Técnica de Reparación o Mantenimiento Preventivo:

Tipo de limpieza inicial y entre pases:

Cepillo solventes _____ abrasivos _____ Calor _____ otros _____

Preparación:

- ❖ Maquinar la superficie a recuperar.
- ❖ Eliminar toda grasa y suciedades del metal.
- ❖ Limpiar con acetona u otro líquido la superficie a soldar.

Factores del paro de trabajo:

- ❖ Desgaste por:
 ___ Impacto ___ Presión / Fricción ___ Abrasión ___ Corrosión ___ Calor
 ___ Cavitación ___ Erosión
- ❖ Rotura por:
 ___ Accidente ___ Fatiga ___ Choque ___ Sobrecarga ___ Temperatura

4. Otros:

___ Defectos de Fundición _____ Defectos por Maquinado

5. Técnicas de Aplicación:

- ❖ Revisar el material que esté limpio de suciedad.
- ❖ Control de la temperatura de calentamiento y mantenerla durante el proceso.
- ❖ Evitar el derrame del depósito en los extremos.
- ❖ Limpiar cada cordón después del primer pase o al concluir el mismo.
- ❖ No depositar cordones de forma continua para evitar torceduras.

Técnica:				Valoración Económica:					
Dimensiones de la boquilla: _____				Valor inicial: \$ _____					
Método de ranurado posterior de la raíz: _____				Precio de Recup.: \$ _____					
Mov del electrodo: Recto _____ Oscilatorio <input checked="" type="checkbox"/>				Gasto de Material: kg. <u>0,226</u>					
Distancia boquilla superficie de trabajo: _____				Gasto de mano de obra: hrs. <u>1,03</u>					
Pases sencillos o múltiples (por lados): _____				Otros Gastos: <u>1,03</u>					
Electrodos: Sencillos <input checked="" type="checkbox"/> Múltiples _____				Peso de Pieza: kg. <u>2,34</u>					
Velocidad de ejecución (Rango): <u>1,12</u> mm /seg.				Costo de Recuperación: \$ _____					
Martillado: _____				Ahorro: \$ _____					
Otros: _____									
No. Cordón	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje		Velocidad de ejecución (mm/seg)	Otros.
		Clase	Diám	AC/CD	AMP	Mín.	Max		
2		7018	3,2	CD	125	32	40	1,12	

Técnica de Reparación o Mantenimiento Preventivo:

Tipo de limpieza inicial y entre pases:

Cepillo solventes _____ abrasivos _____ Calor _____ otros _____

Preparación:

- ❖ Maquinar la superficie a recuperar.
- ❖ Eliminar toda grasa y suciedades del metal.
- ❖ Limpiar con acetona u otro líquido la superficie a soldar.

Factores del paro de trabajo:

❖ Desgaste por:

___ Impacto ___ Presión / Fricción ___ Abrasión ___ Corrosión ___ Calor
 ___ Cavitación ___ Erosión

❖ Rotura por:

___ Accidente ___ Fatiga ___ Choque ___ Sobrecarga ___ Temperatura

4. Otros:

___ Defectos de Fundición _____ Defectos por Maquinado

5. Técnicas de Aplicación:

- ❖ Revisar el material que esté limpio de suciedad.
- ❖ Control de la temperatura de calentamiento y mantenerla durante el proceso.
- ❖ Evitar el derrame del depósito en los extremos.
- ❖ Limpiar cada cordón después del primer pase o al concluir el mismo.
- ❖ No depositar cordones de forma continua para evitar torceduras.

Técnica: Dimensiones de la boquilla: _____ Método de ranurado posterior de la raíz: _____ Mov del electrodo: Recto _____ Oscilatorio <input checked="" type="checkbox"/> _____ Distancia boquilla superficie de trabajo: _____ Pases sencillos o múltiples (por lados): _____ Electrodo: Sencillos <input checked="" type="checkbox"/> Múltiples _____ Velocidad de ejecución (Rango): <u>1,12</u> mm /seg. Martillado: _____ Otros: _____				Valoración Económica: Valor inicial: \$ _____ Precio de Recup.: \$ _____ Gasto de Material: kg. <u>0,1</u> Gasto de mano de obra: hrs. <u>0,23</u> Otros Gastos: <u>1,03</u> Peso de Pieza: kg. <u>2,49</u> Costo de Recuperación: \$ _____ Ahorro: \$ _____					
No. Cordón	Proceso	Metal de aporte Clase	Diám	Corriente AC/CD	AMP	Voltaje Mín. Max		Velocidad de ejecución (mm/seg)	Otros.
2		7018	3,2	CD	125	32	40	1,12	

Técnica de Reparación o Mantenimiento Preventivo:

Tipo de limpieza inicial y entre pases:

Cepillo solventes _____ abrasivos _____ Calor _____ otros _____

Preparación:

- ❖ Maquinar la superficie a recuperar.
- ❖ Eliminar toda grasa y suciedades del metal.
- ❖ Limpiar con acetona u otro líquido la superficie a soldar.

Factores del paro de trabajo:

❖ Desgaste por:

Impacto Presión / Fricción Abrasión Corrosión Calor
 Cavitación Erosión

❖ Rotura por:

Accidente Fatiga Choque Sobrecarga Temperatura

4. Otros:

Defectos de Fundición Defectos por Maquinado

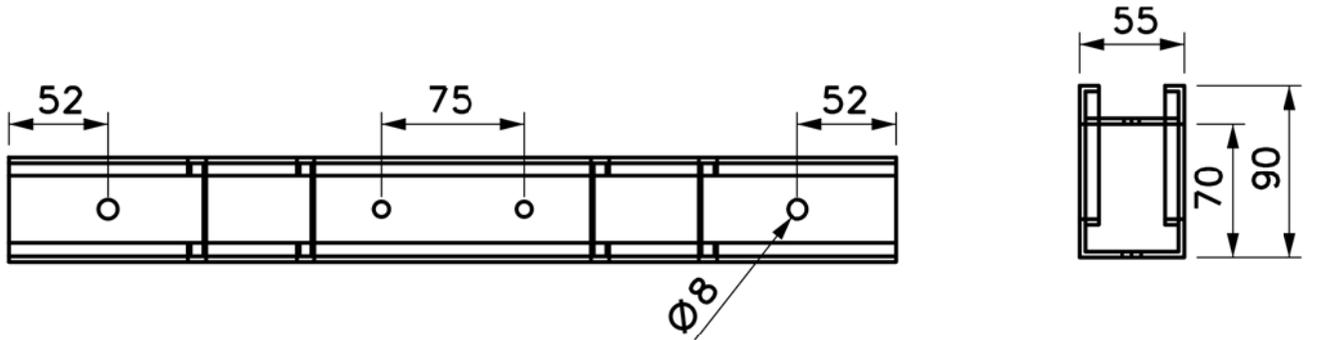
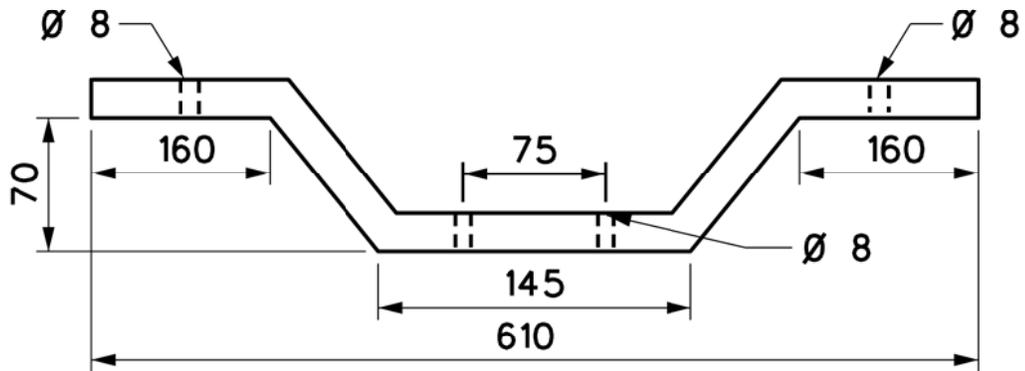
5. Técnicas de Aplicación:

- ❖ Revisar el material que esté limpio de suciedad.
- ❖ Control de la temperatura de calentamiento y mantenerla durante el proceso.
- ❖ Evitar el derrame del depósito en los extremos.
- ❖ Limpiar cada cordón después del primer pase o al concluir el mismo.
- ❖ No depositar cordones de forma continua para evitar torceduras.

 Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa			CARTA DE OPERACIONES TECNOLÓGICAS (Fabricación)			Denominación de la Pieza Soporte para pedal			Orden de Trabajo 13					
						No. de Plano			Etapas de elaboración					
Número			Denominación de la operación tecnológica			Denominación y grado del material		Masa de la pieza		Pieza en bruto				
Taller	Secc.	Opera- ción								Perfil y dimensiones			Dure- za	Masa
transp			Taladrado, corte			AISI 1020		1,53						
Cantidad de Piezas			Equipos tecnológicos (marca, denominación)			Utillaje tecnológico							Refrigerante	
1			2H135 , cizalla manual											
No. Paso Tecn.	Contenido del paso tecnológico		Herrmts y medios (código, denominación, No. Invent)			Dimens. Calculada		t	i	Régimen de corte			TP	TCP
										Auxiliar	De corte	De medición		
005	Trazar pieza		Punta, compas										10	
			Tisa, granete martillo											
010	Corte de La pieza												2,74	
015	Montar pieza en mesa com brida		bridas											
020	Taladrado de los orificios 8 mm					Broca HSS		2	2	4	0,1	710	16,6	1,16
						φ 8 mm								
025	Taladrado de los orificios 6 mm					Broca HSS		2	2	4	0,1	710	16,2	0,45
						φ 6 mm								
030	Desmntar pieza													
													TT	40,9

 Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa			CARTA DE OPERACIONES TECNOLÓGICAS (Fabricación)				Denominación de la Pieza Soporte inferior del radiador No. de Plano			Orden de Trabajo 20 Etapas de elaboración					
Número			Denominación de la operación tecnológica				Denominación y grado del material		Masa de la pieza		Pieza en bruto				
Taller	Secc.	Opera- ción									Perfil y dimensiones			Dure- za	Masa
transp			Taladrado, corte				AISI 1020		0,41						
Cantidad de Piezas			Equipos tecnológicos (marca, denominación)				Utillaje tecnológico					Refrigerante			
1			2H135									Aceite soluble			
No. Paso Tecn.	Contenido del paso tecnológico		Herrmts y medios (código, denominación, No. Invent)			Dimens. Calculada		t	i	Régimen de corte			TP	TCP	
			Auxiliar	De corte	De medición	φ(Ancho)	Long.			S	N	V			
005	Trazar pieza		Punta, compas		Pie de								10		
			Tiza, granete martillo		rey										
010	Montar pieza en mesa con Mordaza		Mordazas												
015	Taladrado de los orificios de 10 mm		Cono Morse 4	Broca HSS φ 10 mm	Pie de rey		4	4	4	0,2	500	15,7	0,78		
020	Desmontar pieza														
030															
													TT	40,9	

 Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa			CARTA DE OPERACIONES TECNOLÓGICAS (Fabricación)			Denominación de la Pieza Soporte de transmisión No. de Plano			Orden de Trabajo 23 Etapas de elaboración					
Número			Denominación de la operación tecnológica			Denominación y grado del material		Masa de la pieza		Pieza en bruto				
Taller	Secc.	Opera- ción								Perfil y dimensiones			Dure-za	Masa
transp			Taladrado, corte			AISI 1020		0,286						
Cantidad de Piezas			Equipos tecnológicos (marca, denominación)			Utillaje tecnológico							Refrigerante	
2			2H135										Aceite soluble	
No. Paso Tecn.	Contenido del paso tecnológico		Herramientas y medios (código, denominación, No. Inventario)			Dimensiones Calculada		t	i	Régimen de corte			TP	TCP
			Auxiliar	De corte	De medición	φ(Ancho)	Long.			S	N	V		
005	Trazar pieza		Punta, compas		Pie de								10	
			Tiza, granete		rey									
			martillo											
010	Montar pieza en la mesa con Mordaza		Mordaza											
015	Taladrado de los orificios 8 mm		Cono morce 4	Broca HSS	Pie de		2	2	2	0,1	710	16,6	0,58	
				φ 18 mm	rey									
020	Desmontar pieza													
													TT	10,58



Firma y Fecha	
No Inventario	
Sustituye A.	

Firma y Fecha					
No Inventario					
	Mod	Cant	No Notif.	Firma	Fecha
	Dib.		O. Otero		
	Proy.		O. Otero		
	Rev.		R. Castillo		
	Cont. Tec				
	Cant. Nor				
	Aprobado				

Soporte del Cojinete del Arbol de Transmisi3n

Material Acero AISI 1020

ISMM

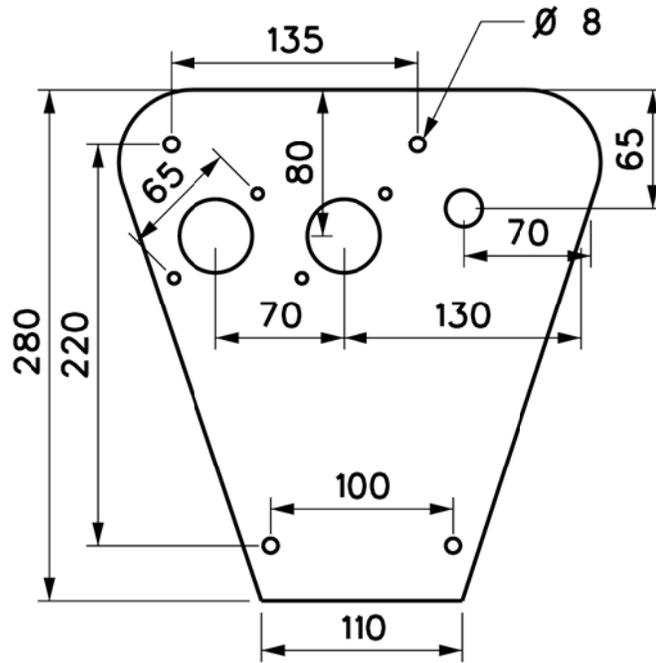
Etapas de elaboraci3n

Masa	Escala	Hoja No.	Cant. de Hojas
	1:5	2	9

M-002

M-003

Rz 40 ✓



REQUISITOS TÉCNICOS
 Espesor de la chapa es de 2mm

Firma y Fecha	Firma y Fecha
	No Inventario
Sustituye A.	Sustituye A.
	No Inventario
Firma y Fecha	Firma y Fecha
	No Inventario
No Inventario	No Inventario
	Aprobado

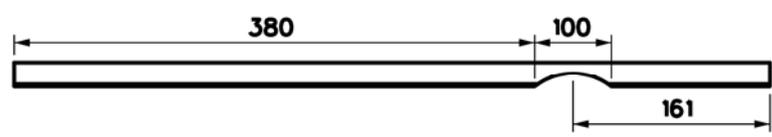
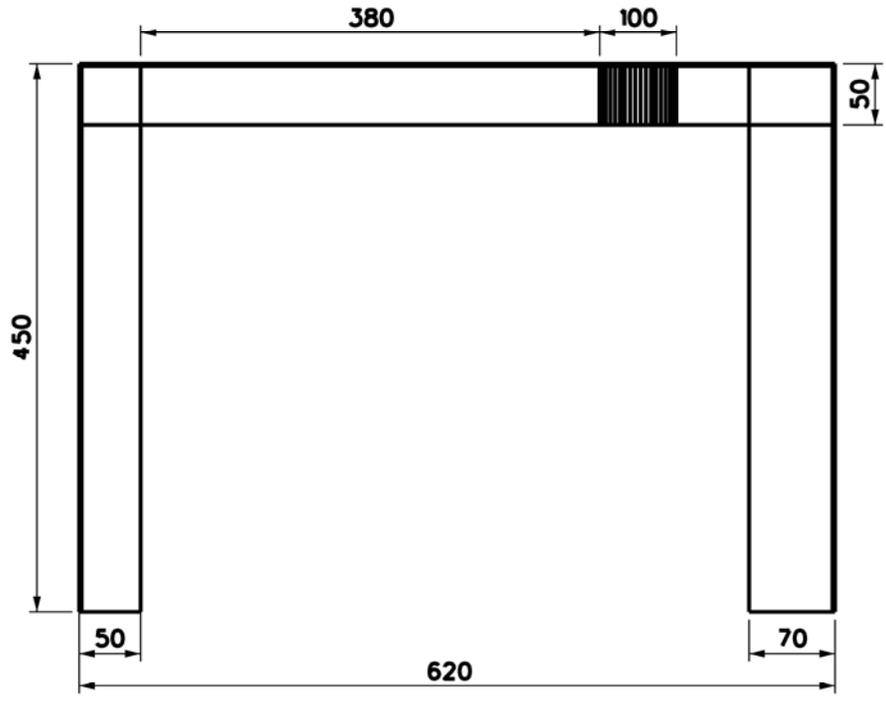
Mod.	Cant.	No Notif.	Firma	Fecha
Dib.		O. Otero		
Proy.		O. Otero		
Rev.		R. Castillo		
Cont. Tec				
Cant. Nor				
Aprobado				

Soporte de Pedales				
Material Acero AISI 1020				

ISMM			
Etapas de elaboración			
Masa	Escala	Hoja No.	Cant. de Hojas
	1:5	3	9
M-003			

M-005

Rz 40 ✓



REQUISITOS TÉCNICOS
El espesor del material es de 2mm

Firma y Fecha	No Inventario	Sustituye A.
Firma y Fecha	No Inventario	Sustituye A.
Firma y Fecha	No Inventario	Sustituye A.
No Inventario	No Inventario	Sustituye A.

Mod.	Cant.	No Notif.	Firma	Fecha
Dib.		O. Otero		
Proy.		O. Otero		
Rev.		R. Castillo		
Cont. Tec				
Cant. Nor				
Aprobado				

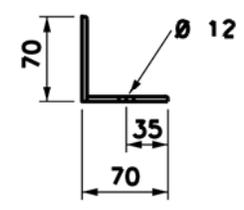
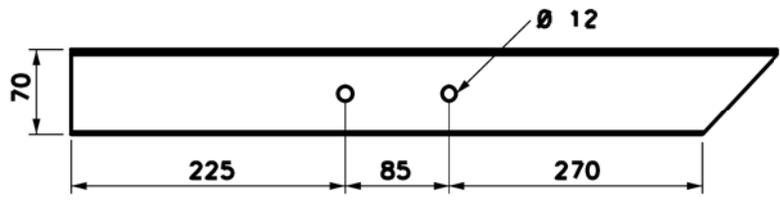
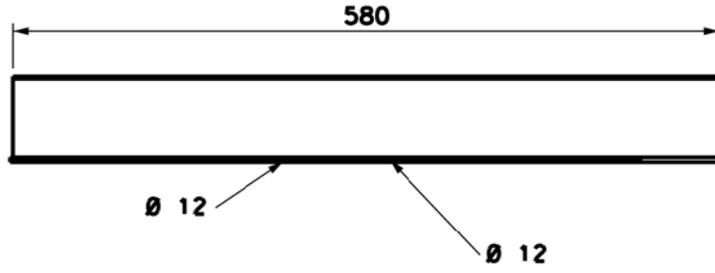
Soporte Superior
del Radiador

Material
Acero AISI 1020

ISMM			
Etapas de elaboración			
Masa	Escala	Hoja No.	Cant. de Hojas
	1:5	5	9
M-005			

M-006

Rz 40 ✓



REQUISITOS TÉCNICOS
El espesor de la pieza es de 6mm

Firma y Fecha	No Inventario	Sustituye A.
Firma y Fecha	No Inventario	Sustituye A.
No Inventario	No Inventario	Sustituye A.

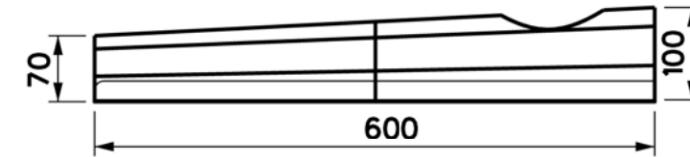
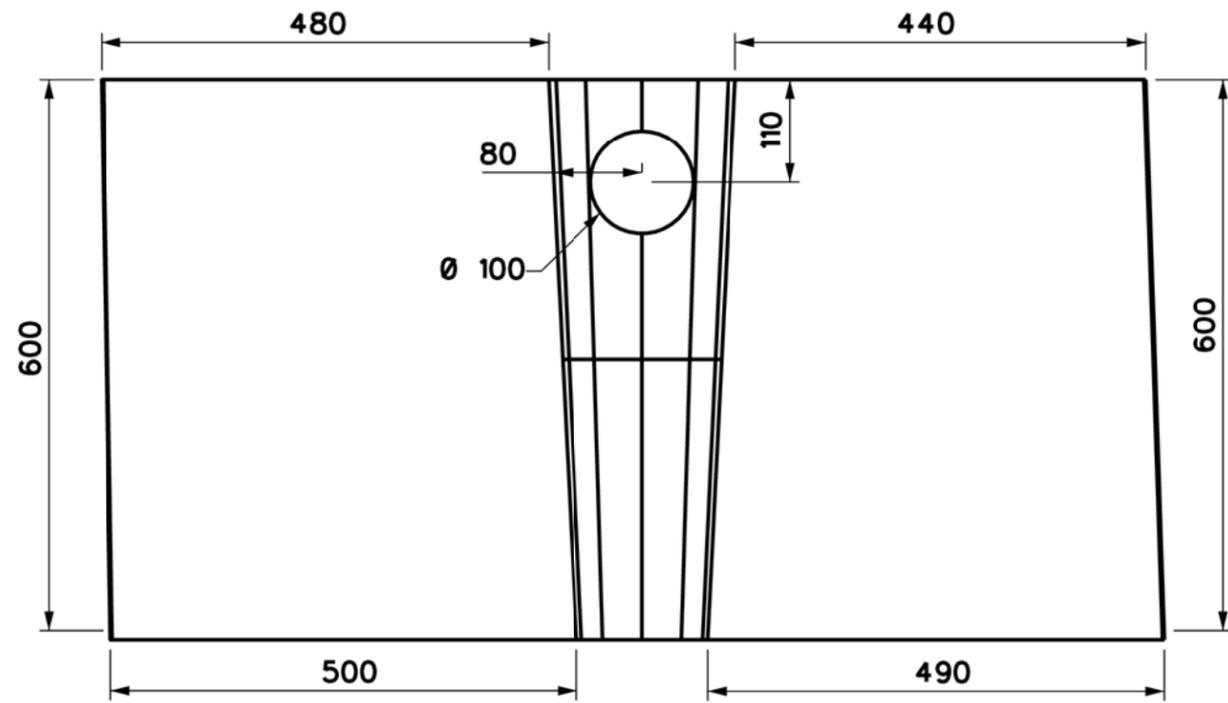
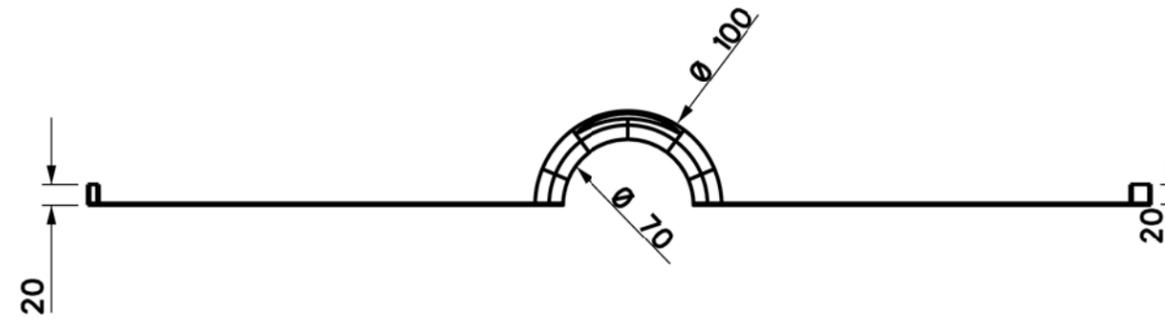
Mod	Cant	No Notif.	Firma	Fecha
Dib.		O. Otero		
Proy.		O. Otero		
Rev.		R. Castillo		
Cont. Tec				
Cant. Nor				
Aprobado				

Bastidor del Motor				
Material Acero AISI 1020				

ISMM			
Etapas de elaboración			
Masa	Escala	Hoja No.	Cant. de Hojas
	1:5	6	9
M-006			

M-007

Rz 40 ✓



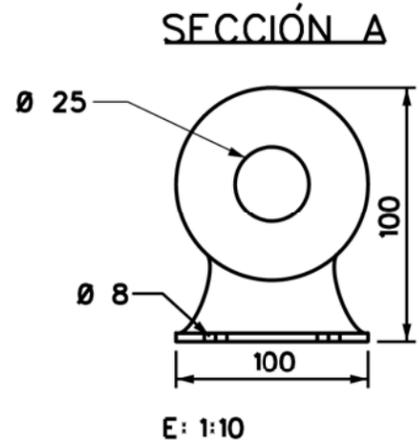
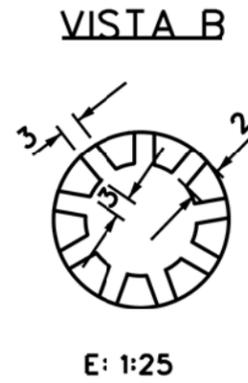
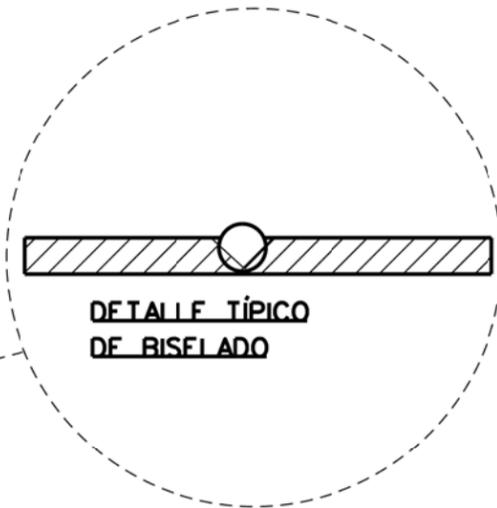
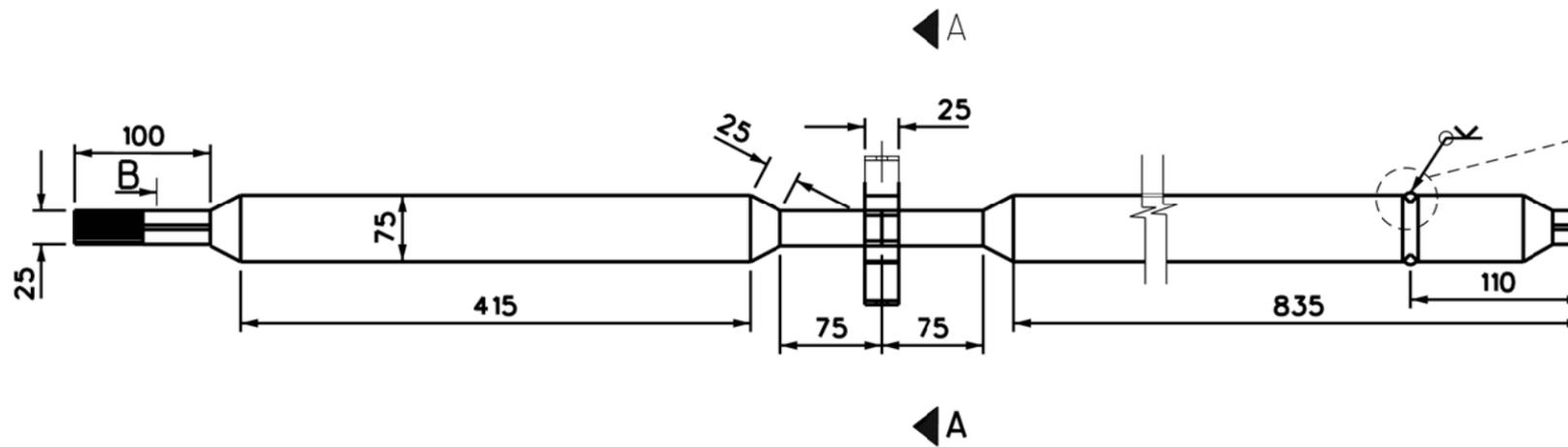
REQUISITOS TÉCNICOS
El espesor de la chapa es de 2mm

No Inventario	Firma y Fecha	Sustituye A.	No Inventario	Firma y Fecha

					Piso del Auto	ISMM				
						Etapas de elaboración				
Mod	Cant	No Notif.	Firma	Fecha		Masa	Escala	Hoja No.	Cant. de Hojas	
Dib.		O. Otero				1:10	7	9		
Proy.		O. Otero								
Rev.		R. Castillo								
Cont. Tec					Material Acero AISI 1020	M-007				
Cant. Nor										
Aprobado										

M-009

Rz 40 ✓



REQUISITOS TÉCNICOS
 Biselado en el torno a 45°
 Utilizar electrodo E 7018

No Inventario	Firma y Fecha
Sustituye A.	Firma y Fecha
No Inventario	Firma y Fecha

					Arbol de Transmisión	ISMM			
						Etapas de elaboración			
						Masa	Escala	Hoja No.	Cant. de Hojas
Mod	Cant	No Notif.	Firma	Fecha		1:10	9	9	
Dib.		O. Otero			Material Acero AISI 1020	M-009			
Proy.		O. Otero							
Rev.		R. Castillo							
Cont. Tec									
Cant. Nor									
Aprobado									