

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS, SOCIALES Y DE LA EDUCACIÓN

GIZA, GIZARTE ETA HEZKUNTZA ZIENTZIEN FAKULTATEA

Máster Universitario de Profesorado en Educación Secundaria

Trabajo Fin de Máster

Coordinación de ciclos de Formación Profesional para la construcción de un kart-cross

Estudiante: Eduardo Urriza Eslava

Tutor: Martín Ibarra Murillo

Especialidad: Tecnología

Junio, 2023

Resumen

La siguiente memoria describe la propuesta para realizar un aprendizaje basado en proyectos en alumnado de Formación Profesional del Centro Integrado Politécnico Virgen del Camino, ubicado en Pamplona (Navarra), coordinando para ello dos ciclos de Grado Superior (Construcciones metálicas y Programación de la producción en fabricación mecánica) y un ciclo de Grado Medio (Electromecánica de vehículos automóviles) obteniendo como producto final del proyecto la fabricación de un kart-cross.

Se trata de una propuesta pionera en Navarra en cuanto a utilización del proceso de fabricación de estos vehículos como elemento de aprendizaje.

En la memoria se incluyen principalmente los objetivos que se persiguen con la aplicación de este proyecto, los ciclos y módulos partícipes, la planificación de las diferentes actividades a realizar durante un curso lectivo, una breve descripción de éstas, su relación con los contenidos curriculares y los resultados de aprendizaje obtenidos en el alumnado.

Palabras clave

Formación Profesional; metodologías activas; ABP; kart-cross; motivación

Abstract

The following report describes the proposal to carry out an apprenticeship based on projects in students of the Virgen del Camino Polytechnic Integrated Center, located in Pamplona (Navarra), coordinating two cycles of Grado Superior (Construcciones metálicas y Programación de la producción en fabricación mecánica) and a cycle of Middle Degree Medio (Electromecánica de vehículos automóviles), obtaining as the final product of the project the manufacture of a kart-cross. This is a pioneering proposal in Navarra regarding the use of the manufacturing process of these vehicles as a learning element.

The report mainly includes the objectives pursued by the implementation of this project, the participating courses and modules, the planning of the various activities to be carried out during a school year, a brief description of these activities, their relationship with the curricular contents and the learning results obtained by the students.

Keywords:

National Diploma; active methodologies; ABP; kart-cross; motivation

Contenido

1.	Introducción	6
2.	Antecedentes	6
3.	Contextualización	9
3.1	Concepto de kart-cross.....	9
3.2	Centro formativo para el proyecto.....	10
3.3	Ciclos formativos participantes en el proyecto	11
3.4	Módulos.....	13
3.5	Instalaciones y equipos a utilizar	13
4.	Objetivos del proyecto	16
5.	Propuesta de relación curricular	17
6.	Planificación de las sesiones.....	18
7.	Actividades y metodología. Justificación de los resultados de aprendizaje	23
8.	Evaluación del alumnado	46
9.	Conclusiones y líneas de futuro.....	46
10.	Referencias bibliográficas.....	48
11.	Bibliografía y webgrafía.....	48

Índice de tablas

Tabla 1. Distribución de módulos del ciclo Electromecánica de Vehículos Automóviles	11
Tabla 2. Distribución de módulos del ciclo Construcciones metálicas.....	12
Tabla 3. Distribución de módulos del ciclo Programación de la producción en fabricación mecánica	12
Tabla 4. Ciclos y módulos seleccionados para el proyecto	13
Tabla 5: Reparto de actividades por ciclos y módulos	18
Tabla 6. Planificación de las actividades por semanas.....	20
Tabla 7. Distribución de horas destinadas por cada módulo	22

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Nº homologación RFEa	7	
Ilustración 2. Diseño final del fabricante	8	
Ilustración 3. Vista trasera diseño final	Ilustración 4. Vista delantera diseño final.....	8
Ilustración 5. Kart-cross del fabricante Azkart	10	
Ilustración 6. Taller Construcciones metálicas.....	14	
Ilustración 7. Taller de mecanizado	15	
Ilustración 8. Taller de automoción	15	
Ilustración 9. Sala multiusos.....	16	
Ilustración 10. Chasis completo	24	
Ilustración 11. Plano acotación antivuelco principal	24	
Ilustración 12. Utillaje/plantilla para soldadura de brazos de suspensión	25	
Ilustración 13. Base del chasis.....	26	
Ilustración 14. Plano fabricación del chasis: ubicación arcos antivuelco.....	27	
Ilustración 15. Brazo de suspensión trasero inferior	28	
Ilustración 16. Trazado dxf para piezas de mangueta trasera	29	
Ilustración 17. Pedalera completa	29	
Ilustración 18. Pedalera fabricada.....	30	
Ilustración 19. Mangueta trasera sobre útil de fabricación.....	30	
Ilustración 20. Despiece de grupo de transmisión.....	33	
Ilustración 21. Plano de mecanizado de carcasa grupo transmisión	34	
Ilustración 22. Eje fabricado.....	35	
Ilustración 23. Brida transmisión fabricada	35	
Ilustración 24. Mangueta delantera completa.....	36	
Ilustración 25. Preforma de aluminio para mecanizar	36	

Ilustración 26. Plano de mecanizado de carcasa de dirección.....	37
Ilustración 27. Cremallera de dirección completa	38
Ilustración 28. Ensamblaje chasis y trenes de suspensión.....	40
Ilustración 29. Motor colocado sobre chasis	41
Ilustración 30. Árbol de transmisión izquierdo y corona.	42
Ilustración 31. Tren delantero izquierdo.....	43

1. Introducción

Cada vez es más frecuente la implantación de metodologías activas en la enseñanza debido al proceso de cambio que está experimentando la educación actual, de querer renovar ésta, abandonando la metodología tradicional y apostando por nuevas vías.

Una educación basada en metodologías activas “es una enseñanza centrada en el estudiante, en su capacitación en competencias propias del saber de la disciplina. Estas estrategias conciben *el aprendizaje como un proceso constructivo y no receptivo*” (Universidad del País Vasco, 2006).

Cabe destacar de estas metodologías dos aspectos fundamentales, que son los nuevos roles que del alumnado y del profesorado, según nos expone el autor Trujillo Sáez, F. (2015):

El papel del estudiante no se limita a la escucha activa sino que se espera que participe activamente en procesos cognitivos de rango superior: reconocimiento de problemas, priorización, recogida de información, comprensión e interpretación de datos, establecimiento de relaciones lógicas, planteamiento de conclusiones o revisión crítica de preconceptos y creencias.

El papel del docente se expande más allá de la exposición de contenidos. La función principal del docente es crear la situación de aprendizaje que permita que los estudiantes puedan desarrollar el proyecto, lo cual implica buscar materiales, localizar fuentes de información, gestionar el trabajo en grupos, valorar el desarrollo del proyecto, resolver dificultades, controlar el ritmo de trabajo, facilitar el éxito del proyecto y evaluar el resultado.

Entre las metodologías activas más utilizadas se encuentra la de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que “permite a los alumnos adquirir los conocimientos y competencias clave en el siglo XXI mediante la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real” (Trujillo Sáez, F., 2015).

En esta memoria se describe la idea de un proyecto para realizar en ciclos de Formación Profesional mediante el uso de la metodología ABP y coordinando diferentes ciclos formativos para conseguir un producto final, obteniendo así un aprendizaje significativo en el alumnado y una enseñanza transversal, generando además una motivación adicional en él al ver cómo su esfuerzo y dedicación se materializa.

La Formación Profesional engloba tres niveles formativos (Grado Básico, Grado Medio y Grado Superior) con un amplio abanico de oferta educativa en función de los diferentes sectores laborales. Se trata además de una formación que cada vez está más demandada por el alumnado que finaliza sus estudios de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

2. Antecedentes

Para analizar la motivación que ha generado plantear este proyecto hay que tener en cuenta, por un lado, la voluntad de querer desarrollar una docencia de aprendizaje basado en proyectos y por

Coordinación de ciclos de Formación Profesional para la construcción de un kart-cross

otro, el querer seguir ampliando un proyecto comenzado en el año 2015 mediante el diseño, fabricación y homologación de un chasis de kart-cross.

El diseño y cálculo de la estructura de seguridad (chasis) fue realizado durante el Trabajo de Fin de Grado (TFG) que fue desarrollado por mi parte durante el Grado de Ingeniería Mecánica y que a posteriori sirvió para conseguir la homologación correspondiente para su uso en competición nacional (ante la Real Federación Española de Automovilismo, RFEa). Puede verse un extracto de la ficha de homologación obtenida en la *Ilustración 1*.

Durante el transcurso de estos años se ha continuado diseñando y fabricando el resto de componentes para obtener el resultado final, consiguiendo los conocimientos, materiales y documentación necesarios para poder plantear hoy este nuevo proyecto. Puede verse el diseño actual en las ilustraciones 2, 3 y 4.

La aplicación de los contenidos curriculares de los diferentes ciclos en este proceso de fabricación puede generar un aprendizaje significativo y captar la atención del alumnado al ser una temática que, por lo general, les causa interés, especialmente al alumnado de Electromecánica de vehículos automóviles.



DIBUJO REFERENCIADO DE LA ESTRUCTURA DE SEGURIDAD MOSTRANDO LAS DIMENSIONES DE TODOS LOS ELEMENTOS

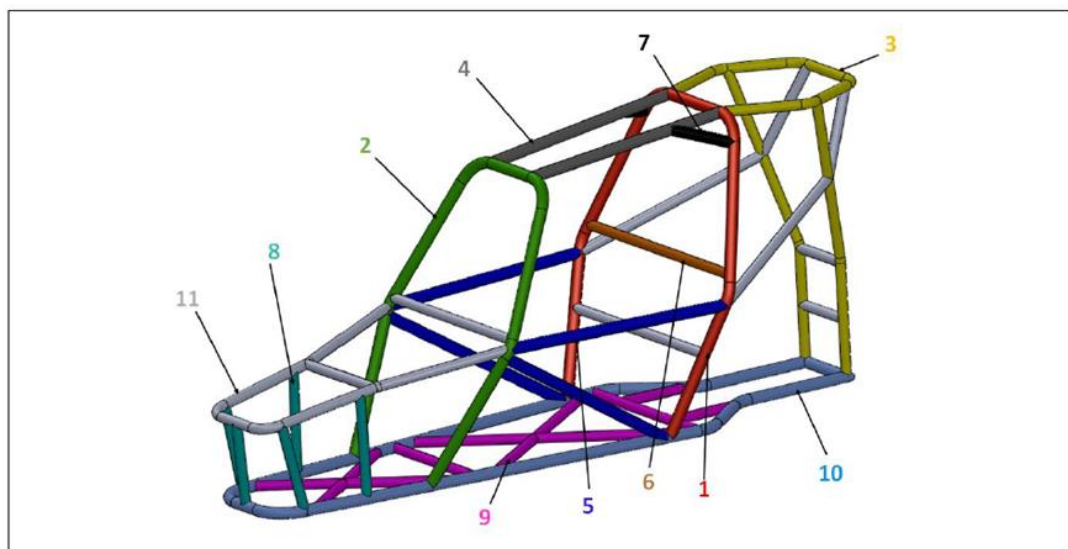


Ilustración 1. Nº homologación RFEa

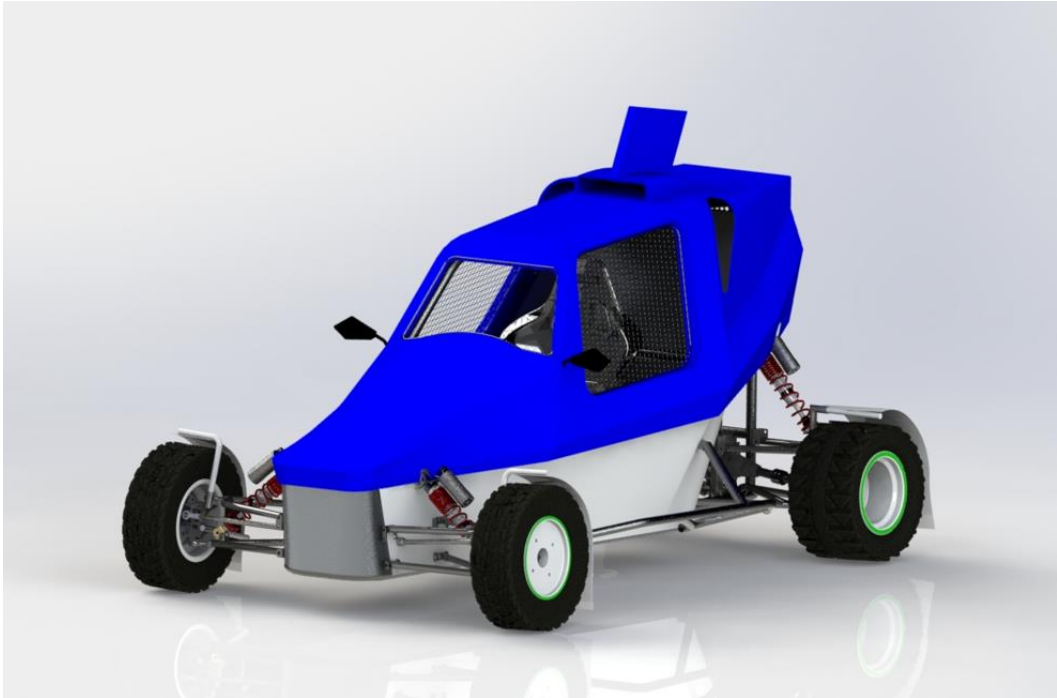


Ilustración 2. Diseño final del fabricante

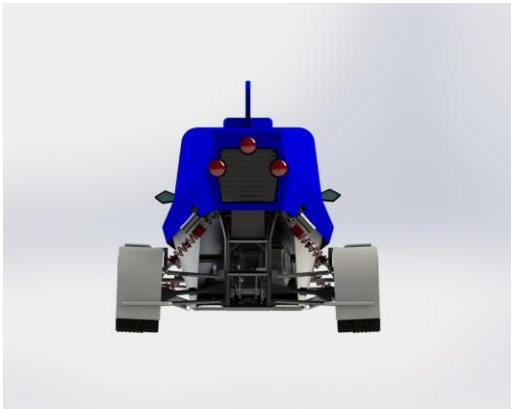


Ilustración 3. Vista trasera diseño final



Ilustración 4. Vista delantera diseño final.

3. Contextualización

La base en la que se basa este proyecto es la coordinación de diferentes ciclos formativos de centro CIP Virgen del Camino de Pamplona para realizar la construcción de un kart-cross (vehículo monoplace autopropulsado para competición) de un determinado fabricante, asignando para ello diferentes actividades acordes al contenido curricular de los ciclos y módulos participantes.

3.1 Concepto de kart-cross

Un kart-cross (o car cross) es un vehículo monoplace destinado principalmente a uso en competición. Se tratan de vehículos de poco peso y con una potencia de 120 CV, lo que hace que su relación potencia/peso sea relativamente alta y ofrezca unas muy buenas prestaciones tanto en terreno de tierra como en asfalto.

Se fabrican siguiendo unos estándares fijados por el Reglamento Técnico de Vehículos Car Cross desarrollados por la RFEDA (Real Federación Española de Automovilismo), entre los que destacan:

- Chasis tubular de acero electro soldado.
- Motor de moto de cilindrada máxima de 600 cc para motor de 4 cilindros
- Dimensiones máximas de 2600x1600x1400 mm (largo x ancho x alto)
- Peso mínimo de 345 kg
- Tracción trasera sin diferencial
- Llantas de diámetro máximo 10"

Su fabricación engloba varios procesos como:

- Corte, curvado y soldado de tubos
- Corte mediante láser de piezas de acero
- Plegado de chapa metálica
- Mecanizado de componentes de acero y aluminio
- Tratamientos superficiales
- Montaje de componentes mecánicos
- Colocación de motor incluyendo instalación eléctrica y sistema de refrigeración
- Fabricación de carrocería
- Verificación y ajustes finales

Existen diversos fabricantes a nivel nacional, siendo uno de ellos Azkart, colaborador de este proyecto, el cual proporcionará la documentación, técnicas y materiales necesarios para su fabricación. En la Ilustración 5 se muestra el primer vehículo construido por el fabricante.

La principal utilización de estos monoplaces es para campeonatos de autocross, División Carcross (antigua División IV) que se realizan en circuitos de tierra o para Slalom cronometrado, que se desarrollan principalmente en asfalto.



Ilustración 5. Kart-cross del fabricante Azkart

3.2 Centro formativo para el proyecto

El CIP Virgen del Camino es un Centro público de Formación Profesional dependiente del Gobierno de Navarra creado en 1961 (aunque sus inicios docentes se fechan en 1944) y que durante su larga trayectoria se ha convertido en uno de los centros de referencia de Formación Profesional en Navarra. Cabe destacar que el centro fue seleccionado el pasado noviembre de 2022 como uno de los centros de excelencia de Formación Profesional, en concreto como el mejor centro a nivel de España en el sector de Mecatrónica.

Su ubicación está en el barrio pamplonés de la Txantrea lo que hace que reciba una gran cantidad de alumnado de la Cuenca de Pamplona y pueblos de alrededores.

Ofrece una amplia oferta formativa en ciclos de Grado Medio, Grado Superior, Cursos de especialización y cursos de Formación para el empleo con unas instalaciones acordes a cada especialidad, con talleres renovados y muy equipados. Los ciclos formativos que ofrece en los grados Medio y Superior son:

- **Grado Medio:** Electromecánica de vehículos automóviles, Instalaciones de producción de calor, Instalaciones eléctricas y automáticas, Instalaciones frigoríficas y climatización, Mantenimiento electromecánico, Mecanizado y Soldadura y calderería.
- **Grado Superior:** Construcciones metálicas, Mecatrónica industrial, Programación de la producción en fabricación mecánica, Proyectos de edificación y Sistemas electrotécnicos y automatizados.

3.3 Ciclos formativos participantes en el proyecto

Para la realización de este proyecto participarán los ciclos Electromecánica de vehículos automóviles (Grado Medio) y Construcciones metálicas y Programación de la producción en fabricación mecánica (Grado Superior) por ser los que más contenidos en sus respectivos currículos tienen con las actividades a realizar.

Las directrices (currículos) para la impartición de estos ciclos en Navarra se rigen mediante los siguientes Decretos:

- **DECRETO FORAL 205/2011, DE 14 DE SEPTIEMBRE**, POR EL QUE SE ESTABLECEN LA ESTRUCTURA Y EL CURRÍCULO DEL TÍTULO DE TÉCNICO EN ELECTROMECAÁNICA DE VEHÍCULOS AUTOMÓVILES EN EL ÁMBITO DE LA COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA

En la siguiente tabla se muestran los módulos y horas impartidas por cada uno en el ciclo:

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	HORAS TOTALES	CLASES SEMANALES	CURSO
0452	Motores	230	7	1.º
0454	Circuitos de fluidos. Suspensión y dirección	230	7	1.º
0456	Sistemas de carga y arranque	220	7	1.º
0458	Sistemas de seguridad y confortabilidad	190	6	1.º
0260	Mecanizado básico	90	3	1.º
0453	Sistemas auxiliares del motor	220	10	2.º
0455	Sistemas de transmisión y frenado	160	7	2.º
0457	Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo	110	5	2.º
0459	Formación y orientación laboral	70	3	2.º
0460	Empresa e iniciativa emprendedora	70	3	2.º
NA10 ⁽¹⁾	Mantenimiento de vehículos híbridos, eléctricos y de hidrógeno	50	2	2.º
0461	Formación en centros de trabajo	360	En horario de empresa	2.º

Tabla 1. Distribución de módulos del ciclo Electromecánica de Vehículos Automóviles

- **DECRETO FORAL 47/2009, DE 4 DE MAYO**, POR EL QUE SE ESTABLECEN LA ESTRUCTURA Y EL CURRÍCULO DEL TÍTULO DE TÉCNICO SUPERIOR EN CONSTRUCCIONES METÁLICAS EN EL ÁMBITO DE LA COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA

En la siguiente tabla se muestran los módulos y horas impartidas por cada uno en el ciclo:

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	HORAS TOTALES	CLASES SEMANALES	CURSO
0245	Representación gráfica en fabricación mecánica	260	8	1.º
0247	Definición de procesos de construcciones metálicas	190	6	1.º
0248	Procesos de mecanizado, corte y conformado en construcciones metálicas	220	7	1.º
0163	Programación de la producción	100	3	1.º
0165	Gestión de la calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental	130	4	1.º
NA01(1)	Inglés I	60	2	1.º
0246	Diseño de construcciones metálicas	200	9	2.º
0249	Procesos de unión y montaje en construcciones metálicas	200	9	2.º
0162	Programación de sistemas automáticos de fabricación mecánica	130	6	2.º
0251	Formación y orientación laboral	70	3	2.º
0252	Empresa e iniciativa emprendedora	70	3	2.º
0250	Proyecto de construcciones metálicas	30	En horario de empresa	2.º
0253	Formación en centros de trabajo	340	En horario de empresa	2.º

Tabla 2. Distribución de módulos del ciclo Construcciones metálicas

- **DECRETO FORAL 48/2009, DE 4 DE MAYO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LA ESTRUCTURA Y EL CURRÍCULO DEL TÍTULO DE TÉCNICO SUPERIOR EN PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN FABRICACIÓN MECÁNICA EN EL ÁMBITO DE LA COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA**

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	HORAS TOTALES	CLASES SEMANALES	CURSO
0007	Interpretación gráfica	130	4	1.º
0160	Definición de procesos de mecanizado, conformado y montaje	190	6	1.º
0002	Mecanizado por control numérico	260	8	1.º
0164	Ejecución de procesos de fabricación	220	7	1.º
NA01	Inglés I	60	2	1.º
0168	Formación y orientación laboral	100	3	1.º
0161	Fabricación asistida por ordenador	110	5	2.º
0162	Programación de sistemas automáticos de fabricación mecánica	110	5	2.º
0163	Programación de la producción	90	4	2.º
0165	Gestión de la calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental	130	6	2.º
0166	Verificación de productos	150	7	2.º
0169	Empresa e iniciativa emprendedora	70	3	2.º
0167	Proyecto de fabricación de productos mecánicos	30	En horario de empresa	2.º
0170	Formación en centros de trabajo	350	En horario de empresa	2.º

Tabla 3. Distribución de módulos del ciclo Programación de la producción en fabricación mecánica

3.4 Módulos

Este proyecto engloba gran parte de contenidos impartidos en los ciclos anteriormente citados y en especial de los módulos que se detallan en la *Tabla 4. Ciclos y módulos seleccionados para el proyecto*. En esta tabla se describen los módulos seleccionados, debido a la correspondencia de sus contenidos con los del proyecto, para cada uno de los ciclos, el curso en el que se imparte y las horas semanales que se imparten.

CICLO	MÓDULO	CÓDIGO	CURSO	HORAS SEMANALES
CONSTRUCCIONES METÁLICAS	Representación gráfica en construcciones metálicas	0245	1º	8
	Procesos de mecanizado, corte y conformado en construcciones metálicas	0248	1º	6
	Procesos de unión y montaje en construcciones metálicas	0249	2º	10
PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN FABRICACIÓN MECÁNICA	Interpretación gráfica	0007	1º	4
	Ejecución de procesos de fabricación	0164	1º	7
ELECTROMECAÁNICA DE VEHÍCULOS AUTOMÓVILES	Circuitos de fluidos. Dirección y suspensión	0454	1º	7
	Motores	0452	1º	7
	Sistemas de transmisión y frenado	0455	2º	7
	Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo	0457	2º	5

Tabla 4. Ciclos y módulos seleccionados para el proyecto

3.5 Instalaciones y equipos a utilizar

Para el proyecto será necesario hacer uso de las siguientes instalaciones y equipos disponibles en el centro, el cual se encuentra totalmente equipado para poder llevarlo a cabo con total garantía de calidad en la fabricación:

- Taller de Construcciones metálicas: se trata de un amplio taller con toda la maquinaria típica de un taller de calderería, destacando las diferentes cabinas de soldadura equipadas con extracción de humos.

La maquinaria o equipos a utilizar en este taller serán: sierra de cinta industrial, dobladora de tubos, plegadora de chapa, soldadura MIG-MAG, soldadura eléctrica, cortadora de plasma, taladro de columna y radiales y taladros tanto eléctricos como neumáticos para realizar corte y curvado de tubos, plegado de chapa, realización de cortes y taladros en piezas y repasado de piezas y soldaduras. En la siguiente imagen se muestra este taller.



Ilustración 6. Taller Construcciones metálicas

- Taller de mecanizado: dispone de un taller específico para labores de mecanizado, con gran variedad de maquinaria, tanto convencional como con control numérico, dotando el taller de muchos puestos de trabajo.

Se utilizarán para la fabricación de componentes: torno convencional, fresadora convencional y mortajadora para realizar el mecanizado de ejes y piezas por revolución, mecanizado de caras planas y chaveteros. En la Ilustración 7 se muestra este taller.



Ilustración 7. Taller de mecanizado

- Taller de Automoción: es uno de los talleres más amplios del centro, que cuenta con elevadores, bancos de trabajo y maquinaria que permite trabajar en las distintas disciplinas de la parte mecánica de automoción.

En este taller se utilizará la herramienta básica de un taller mecánico así como los elevadores, máquina de alineado, grúa portátil de taller y prensa hidráulica para la elevación del vehículo, alineado de dirección, instalación del motor y montaje de rodamientos.



Ilustración 8. Taller de automoción

En la anterior ilustración se observa el espacio del taller de automoción.

- Aula de dibujo CAD:

Será necesario disponer de dos aulas de ordenadores con software de dibujo AutoCAD e Inventor (ambos de la firma Autodesk) para realizar los planos necesarios en los ciclos *de Programación de la producción en fabricación mecánica y Construcciones metálicas*.

- Sala multiusos:

Se trata de una sala que dispone el centro para realizar diferentes actos y conferencias (puede verse en la Ilustración 9) y utilizará para realizar la presentación inicial del proyecto a los ciclos participantes y para la exposición final y balance del proyecto utilizando los diferentes medios audiovisuales de los que dispone.



Ilustración 9. Sala multiusos

4. Objetivos del proyecto

Como se ha comentado anteriormente, el desarrollo del proyecto consistirá en crear un entorno de aprendizaje común basado en la fabricación del vehículo, coordinando los módulos durante el primer curso del ciclo superior de *Programación de la producción en fabricación mecánica* junto con el ciclo superior de *Construcciones Metálicas* y el ciclo de grado medio de *Electromecánica de vehículos* para realizar la fabricación de un kart-cross.

Este proyecto interdisciplinar supone un reto en cuanto a organización y planificación de las unidades didácticas para el centro, pero ofrece una simulación del proceso de gestión y coordinación de procesos de fabricación que existe en el mundo laboral y al que se enfrentará el alumnado en un futuro, por lo que puede ser enriquecedor en ese sentido.

Por tanto, los objetivos que se fijan para el proyecto son:

1. Fomentar el aprendizaje basado en proyectos en el centro, aplicando los contenidos teóricos y prácticos curriculares correspondientes a la fabricación de los componentes.
2. Obtener así un aprendizaje significativo en el alumnado
3. Generar una motivación adicional en el alumnado

4. Enseñar al alumnado técnicas de gestión y planificación de proyectos mediante la coordinación de los diferentes módulos y ciclos formativos.
5. Fomentar el trabajo cooperativo ofreciendo un proceso de fabricación planificado donde se deberán cumplir los plazos asignados para cada una de ellas, similar a los procesos productivos que se dan en las empresas.

5. Propuesta de relación curricular

Con los datos de la tabla *Tabla 4. Ciclos y módulos seleccionados para el proyecto* y una vez analizados los currículos de cada uno de los módulos seleccionados, se diseña el reparto de actividades en función de las horas disponibles semanalmente en cada módulo y los contenidos que sean aplicables al proyecto. En función de la semana en la que se realice la actividad se aplicarán contenidos ya trabajados en clase o se aprovechará la actividad para comenzar su docencia.

En la siguiente tabla se reparten las diferentes actividades necesarias a realizar en el centro para cada ciclo y módulo formativo:

CICLO FORMATIVO	MÓDULO	ACTIVIDAD
Construcciones metálicas (Grado superior)	Representación gráfica en construcciones metálicas (1er curso)	-Creación de planos para la fabricación de chasis, brazos de suspensión, pedalera, protecciones laterales y varilla de cambio. -Creación de utillajes para ensamblado de chasis y otros elementos soldados
	Procesos de mecanizado, corte y conformado en construcciones metálicas (1er curso)	-Fabricación de utillajes para armado de chasis y componentes. -Corte , curvado de tubos y preparación de extremos
	Procesos de unión y montaje en construcciones metálicas (2º curso)	-Fabricación de elementos electro soldados sobre utillajes: manguetas, brazos de suspensión, protecciones laterales y pedalera. - Ensamblado de chasis sobre utillaje de conformado.
Programación de la producción en fabricación	Ejecución de procesos de fabricación (1er curso)	-Mecanizado de eje trasero -Mecanizado de manguetas -Mecanizado de dirección

mecánica (Grado Superior)	Interpretación gráfica (1er curso)	-Elaboración de planos de mecanizado -Prototipado de piezas 3D
Electromecánica de vehículos automóviles (Grado Medio)	Circuitos de fluidos. Dirección y suspensión (1er curso)	-Montaje de trenes de suspensión delantero y trasero. -Montaje y alineado de dirección
	Motores (1er curso)	-Instalación de motor sobre vehículo. -Instalación sistema de refrigeración -Instalación circuito de combustible
	Sistemas de transmisión y frenado (1er curso)	-Colocación del sistema de frenos -Colocación y ajuste del conjunto de transmisión
	Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo (2º curso)	-Instalación eléctrica del motor -Instalación luces traseras

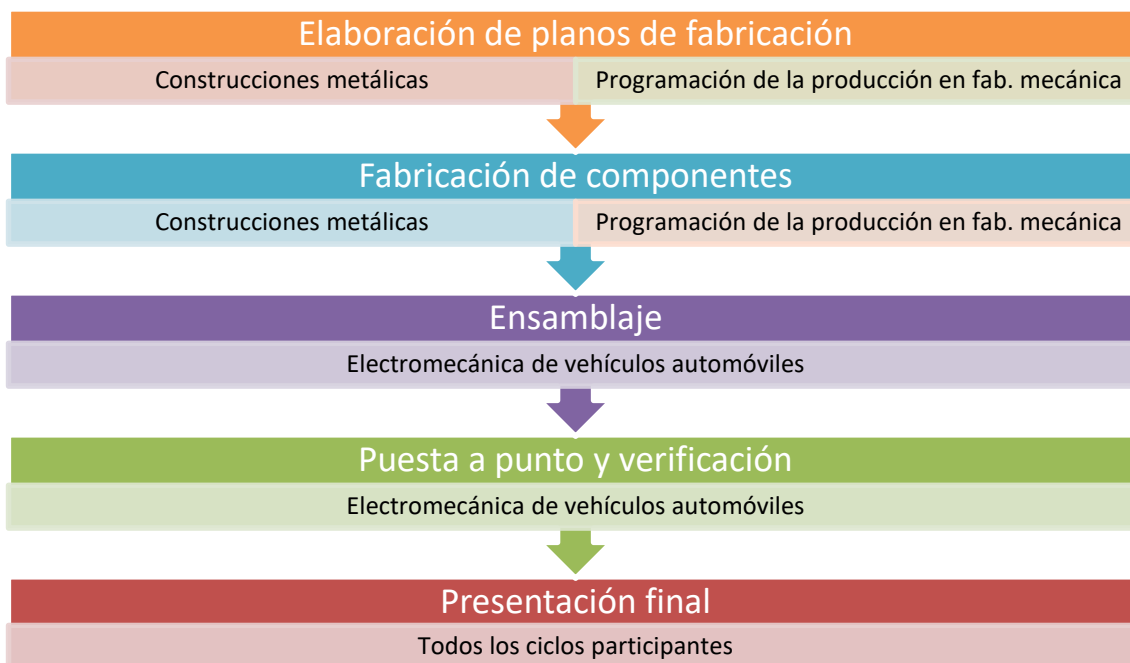
Tabla 5: Reparto de actividades por ciclos y módulos

6. Planificación de las sesiones

Este proyecto didáctico está planteado para desarrollarse durante un curso lectivo, obteniendo el producto final al término de la segunda evaluación debido a que la tercera evaluación el alumnado de 2º curso realiza el módulo de prácticas en empresas (FCT: Formación en Centro de Trabajo). Para ello es indispensable una planificación bastante precisa, ya que al ser un proyecto interdisciplinar, se requiere una gran coordinación entre los distintos departamentos del centro para poder lograr la fabricación del kart-cross para la fecha planeada.

Debido al tipo de producto final, requiere una serie de actividades que pueden realizarse paralelamente en los distintos departamentos, siguiendo un planning de fabricación, con la idea de tener todos los componentes fabricados para su ensamblaje final. Se fomentará en el alumnado el trabajo cooperativo y la importancia de los plazos de fabricación para que obtengan unas nociones básicas muy necesarias para su futuro cuando trabajen en empresas. Para ello existirá una continua comunicación y coordinación entre los ciclos y existirá un soporte y apoyo continuo por parte del fabricante para subsanar dudas o problemas en la fabricación.

El proyecto, en rasgos generales, seguirá la siguiente secuencia, diferenciada por el tipo de proceso y el ciclo de formación:



En la Tabla 6 se muestra detalladamente la planificación de las actividades en las que se divide el proyecto, y clasificadas por módulos, a lo largo de las semanas lectivas durante las dos primeras evaluaciones. Se distribuyen de forma que puedan desarrollarse diferentes actividades paralelamente en los distintos ciclos según lo permita el proceso de fabricación y la disponibilidad de los talleres del centro. En cada celda se muestra el número de horas destinadas por módulo y actividad, obteniendo el total de horas destinadas en cada una de las semanas del curso, en cada una de las actividades, por cada ciclo de formación y el cómputo total de horas del proyecto. Se dedicará la totalidad de horas disponibles en cada uno de los módulos en las semanas que se participe en el proyecto.

La asignación de horas para cada actividad se realiza teniendo en cuenta la experiencia del fabricante sobre los tiempos de fabricación necesarios en un proceso normal y cómo se reparte el trabajo entre el alumnado.

La planificación se ha desarrollado conforme al calendario escolar 2023/2024, coincidiendo las semanas 13 con la semana de vacaciones en la Comunidad Foral de Navarra la semanas 15 y 16 con el periodo vacacional de Navidad y la semana 22 con la festividad de carnavales. Se fijan dos semanas (marcadas en color rosa) para posibles retrasos o contratiempos; una destinada a la fabricación del chasis y los elementos soldados y otra antes de la presentación final del proyecto.

CICLO-Módulos	ACTIVIDAD	1ª Evaluación																2ª Evaluación													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
CONSTRUCCIONES METÁLICAS Representación grafica Procesos mecanizado, corte... Procesos de unión y montaje...	1: Elaboración planos fabricación chasis			8	8	8	8	8	8																						
	2: Elaboración planos fabricación utillajes									8	8	8																			
	3: Fabricación utillajes de ensamblado											6	6		6				6												
	4: Fabricación de elementos del chasis							6	6	6	6																				
	5: Ensamblado de chasis en utillaje																		10	10	10										
	6: Elaboración planos de brazos de suspensión																		8												
	7: Elaboración planos manguetas traseras y pedalera																					8	8								
	8: Fabricación de brazos de suspensión, manguetas y pedalera																					10	10								
	9: Elaboración planos de protecciones laterales																							8							
	10: Fabricación protecciones laterales																									10					
PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN FABRICACIÓN MECÁNICA Interpretación gráfica Ejecución de procesos de fabricación	11: Elaboración planos de mecanizado eje transmisión					4	4																								
	12: Mecanizado eje transmisión						7	7																							
	13: Elaboración planos mecanizado de manguetas delanteras							4	4																						
	14: Mecanizado manguetas delanteras								7	7																					
	15: Elaboración planos mecanizado cremallera de dirección									4	4	4																			
	16: Mecanizado cremallera de dirección												7		7					7											
	17: Elección de elementos comerciales																			4	4										
ELECTROMECAÁNICA DE VEHÍCULOS Circuitos de fluidos. Dirección y suspensión Motores Sistemas de transmisión y frenado Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo	18: Ensamblaje chasis y trenes de suspensión																							7	7						
	19: Ensamblaje motor y sistemas refrigeración y combustible																					7		7	7						
	20: Instalación eléctrica del motor y luces traseras																								7	7	7				
	21: Instalación de transmisiones y frenos																									7	7				
	22: Instalación de dirección y alineado del vehículo																									7	7				
23: Verificación final y puesta a punto																											7				
TODOS	24: Presentación del proyecto en el centro																													6	
Total horas semanales				8	8	8	12	25	25	25	25	18	17	0	13	0	0	35	14	10	18	25	0	22	21	31	21	7	0	6	

Tabla 6. Planificación de las actividades por semanas.

De la tabla anterior se obtienen los siguientes gráficos para tener una representación de las horas destinadas en cada actividad y las horas destinadas por cada ciclo de formación.

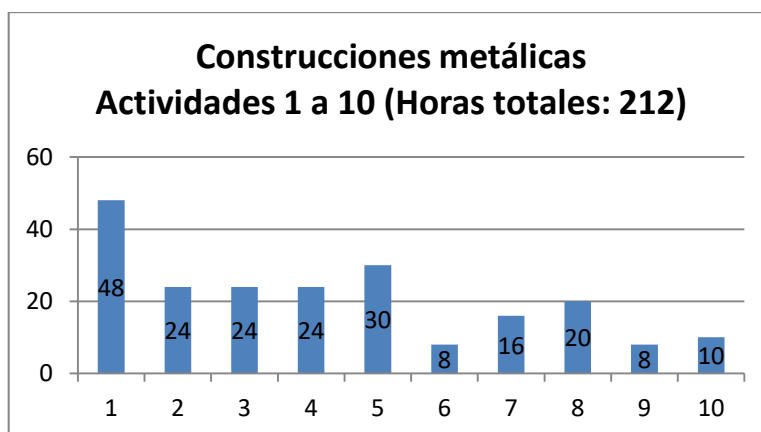


Gráfico 1. Horas destinadas para actividades de 1 a 10

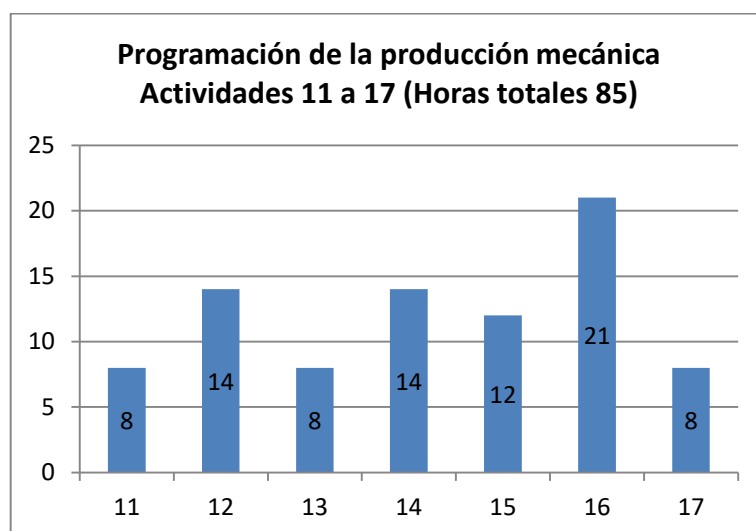


Gráfico 2. Horas destinadas para actividades de 11 a 17

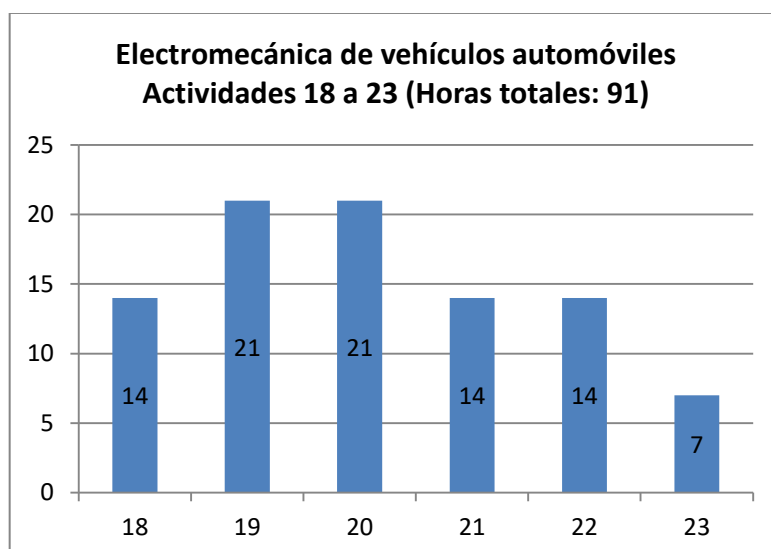


Gráfico 3. Horas destinadas para actividades de 18 a 23

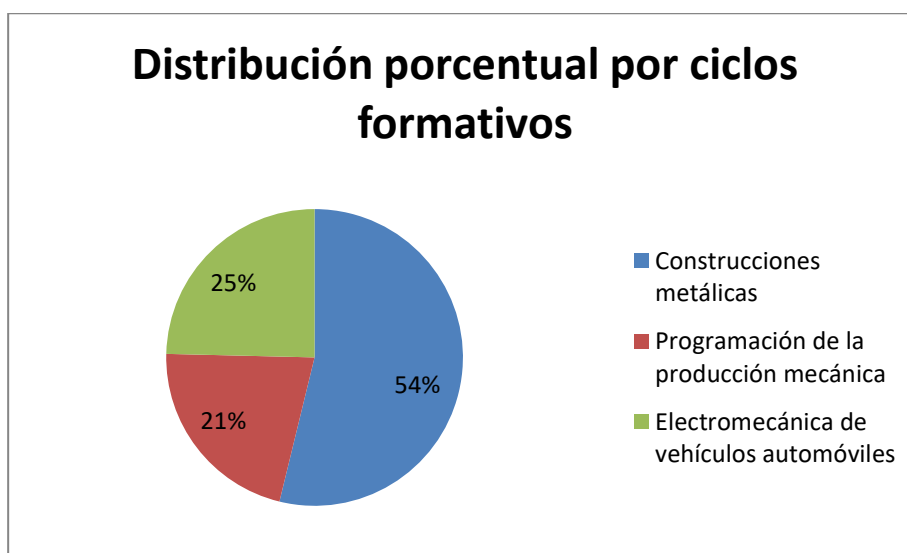


Gráfico 4. Distribución porcentual de horas por ciclos formativos

Ciclo	Módulo	Horas
Construcciones metálicas	Representación gráfica en construcciones metálicas	104
	Procesos de mecanizado, corte y conformado en construcciones metálicas	48
	Procesos de unión y montaje	60
	Total ciclo	212
Programación de la producción en fabricación mecánica	Interpretación gráfica	36
	Ejecución de proceso de fabricación	49
	Total ciclo	85
Electromecánica de vehículos automóviles	Circuitos de fluidos. Dirección y suspensión	35
	Motores	21
	Sistemas de transmisión y frenado	14
	Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo	21
	Total ciclo	91
Horas totales del proyecto		388

Tabla 7. Distribución de horas destinadas por cada módulo

En la tabla anterior se muestra el cómputo de horas totales destinadas al proyecto por cada módulo y por cada ciclo, así como el número total de horas del proyecto.

Al total de horas destinadas a cada ciclo habrá que añadir 6 horas correspondientes a la jornada de presentación final del proyecto que se realizará en la semana previa al periodo vacacional de Semana Santa.

7. Actividades y metodología. Justificación de los resultados de aprendizaje

Tal y como se ha reflejado en la Tabla 6 del apartado anterior, el proyecto se divide en un total de 24 actividades, siguiendo un orden correlativo en función del ciclo al que pertenecen.

La metodología aplicada en este proyecto es Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) donde, además de aplicar contenidos del currículo de cada ciclo a las respectivas actividades, se fomentará en el alumnado la importancia de la cooperación y la coordinación entre diferentes departamentos para obtener el resultado final, simulando el proceso de coordinación que existe en las empresas dedicadas a la actividad industrial.

El alumnado realizará planos y la posterior fabricación de los componentes necesarios para la fabricación de un kart-cross completo, a excepción de carrocería, ruedas, motor, pinzas de freno y resto de elementos comerciales. Todos estos componentes comerciales serán proporcionados por el fabricante, así como el material en “bruto” para el mecanizado y elaboración de los componentes.

Las diez primeras actividades pertenecerán al 1er curso ciclo superior de Construcciones metálicas donde se elaborarán los planos y fabricación de la mayor parte de los componentes:

- **Actividad 1: Elaboración de plano de fabricación del chasis**

Tras dos semanas introductorias de curso, el alumnado comenzará en clase, en el módulo de *Representación Gráfica en fabricación mecánica*, los planos necesarios para la fabricación de los componentes del chasis, de forma que irán aplicando los diferentes conceptos trabajados en clase sobre representación de planos. En esta primera actividad se trata de elaborar los planos para el corte, curvado y abocardado (o realización de “boca de pez”) las diferentes barras de tubo de acero redondo que componen el chasis conforme a la acotación normalizada y las especificaciones del fabricante, como se muestra en la Ilustración 11.

Debido a la gran cantidad de barras que componen el chasis, el/la docente asignará distintas barras al alumnado para conseguir realizar los planos de todas ellas. Se realizarán los planos manualmente y se aprovechará también para comenzar a impartir el software AutoCAD para ir creando los planos también en formato digital.

Duración: Se estima un tiempo de 6 semanas para esta actividad.

Módulo: *Representación Gráfica en fabricación mecánica*

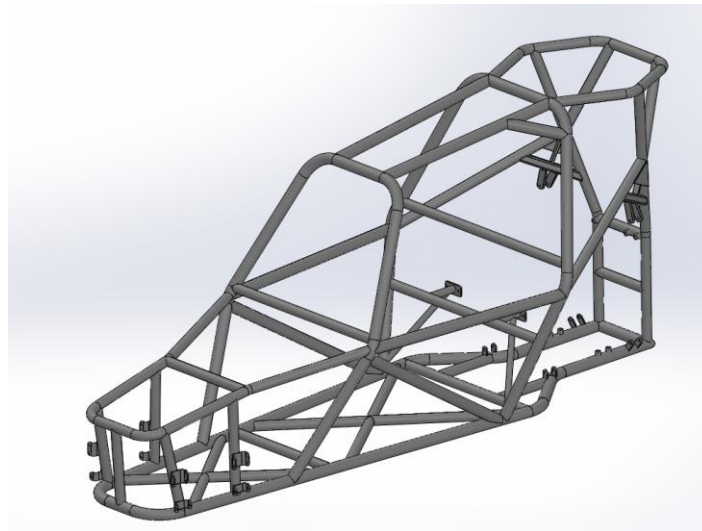


Ilustración 10. Chasis completo

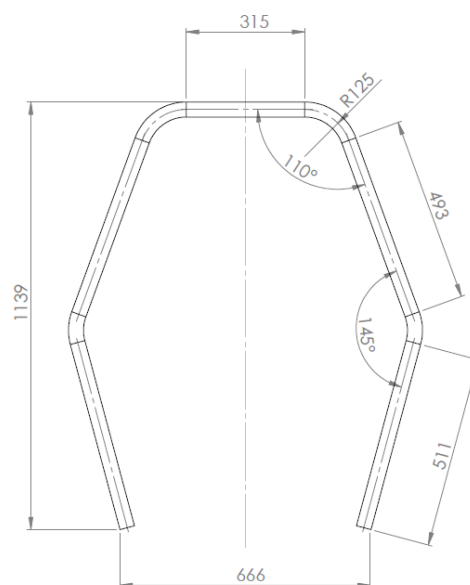


Ilustración 11. Plano acotación antivuelco principal

- **Actividad 2: Elaboración planos para la fabricación de utillajes**

Esta actividad se realizará también en el módulo de *Representación Gráfica en fabricación mecánica*. Se trata de elaborar los planos necesarios para construir los diferentes utillajes de ensamblado de los componentes que son soldados, para garantizar las dimensiones y geometrías necesarias, como el utillaje para soldadura de brazos de suspensión, de manguetas traseras, bancada para armado del chasis, etc. Para realizar estos planos aplicarán los conceptos vistos (algunos transversalmente con otros módulos) de fabricación de piezas por corte mediante láser, tolerancias dimensionales, tolerancias geométricas, comportamiento de los materiales en la soldadura, etc.

Coordinación de ciclos de Formación Profesional para la construcción de un kart-cross

La actividad se realizará asignando un utillaje para cada grupo de alumnado (dos grupos para el utillaje del chasis) donde dibujarán el utillaje planteado por el fabricante incluso podrán aportar alguna mejora.

Los planos serán verificados por el/la docente para garantizar que son correctos y válidos para la fabricación.

Duración: Se estima un tiempo de 3 semanas para esta actividad.

Módulo: *Representación Gráfica en fabricación mecánica*

- **Actividad 3: Fabricación de utillajes de ensamblado**

Tras la elaboración de los planos de fabricación de utillajes, el alumnado fabricará éstos en los talleres del centro, en el módulo *Procesos de mecanizado, corte y conformado en construcciones metálicas*. Se necesitan un total de 5 utillajes para todo el proceso de fabricación. Uno complejo donde se colocarán las diferentes barras del chasis para su posterior soldado, y otros tres más simples (dos para las protecciones laterales, uno para los brazos de suspensión y uno para las manguetas traseras).

Se dividirá al alumnado en grupos por utillajes, donde tendrán que interpretar los planos de fabricación y fabricarlos mediante diferentes técnicas de corte (láser, plasma, oxicorte...) y posteriormente soldarlos. Trabajarán por tanto el tratamiento de extremos para las uniones soldadas, procedimiento de soldadura y procedimiento de medición y verificación de cotas. La soldadura podrá realizarse tanto con soldadura de electrodo revestido como soldadura MIG-MAG, para trabajar y practicar con ambos métodos.

Duración: Se estima un tiempo de 4 semanas para esta actividad.

Módulo: *Procesos de mecanizado, corte y conformado en construcciones metálicas*

En la siguiente imagen se muestra una representación 3D de un brazo de suspensión fabricado en el utillaje

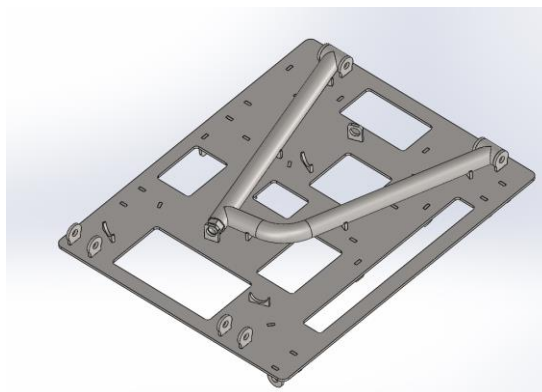


Ilustración 12. Utillaje/plantilla para soldadura de brazos de suspensión

- **Actividad 4: Fabricación de elementos del chasis**

Esta actividad comenzará en la semana 7 del curso y durará 4 semanas como máximo. Para esta semana, el alumnado ya habrá realizado gran parte de los planos necesarios para la fabricación de las

diferentes barras que componen el chasis del kart-cross. Es por ello que ya podrán ir comenzando con la fabricación en el módulo de *Procesos de mecanizado, corte y conformado en construcciones metálicas*.

Cada alumno/a fabricará una de las barras que le fueron asignadas para la realización de planos, que tendrá que medir, cortar en la sierra con el ángulo adecuado, realizar el abocardado necesario para la unión y el curvado (si es necesario), teniendo en cuenta las tolerancias y holguras permitidas en la fabricación. De todas las barras se efectuarán controles de calidad y se seleccionarán las que mejor fabricadas estén para la construcción final.

Mediante esta práctica el alumnado se familiarizará con el corte y transformado de tubos, con especial dificultad el curvado, ya que debido al tipo de acero empleado (acero estirado en frío) es necesario realizarlo mediante curvadora con mandrino interior, lo que complica el proceso y compromete la calidad de la curva.



Ilustración 13. Base del chasis

Duración: Se estima un tiempo de 4 semanas para esta actividad.

Módulo: *Procesos de mecanizado, corte y conformado en construcciones metálicas*

- **Actividad 5: Ensamblado del chasis en utillaje**

Esta actividad se comenzará al inicio de la segunda evaluación, al regreso del periodo festivo de Navidad durante tres semanas de duración, en el módulo de *Procesos de unión y montaje en construcciones metálicas*.

En ella el alumnado realizará la unión mediante soldadura MIG-MAG, utilizando los utillajes diseñados y fabricados previamente, los siguientes componentes: manguetas traseras (2x), brazos de suspensión (8x), protecciones laterales (2x) y chasis completo.

Se asignará una pieza por cada pareja de alumnos/as para plantear las piezas sobre su utillaje correspondiente y realizar el soldeo correspondiente, según planos e indicaciones de fabricación, como el indicado en la Ilustración 14. El chasis, se realizará conjuntamente entre el alumnado y el/la docente, con supervisión de éste/ésta debido a mayor complejidad en su fabricación.

Coordinación de ciclos de Formación Profesional para la construcción de un kart-cross

Duración: Se estima un tiempo máximo de 3 semanas para esta actividad.

Módulo: *Procesos de unión y montaje en construcciones metálicas.*

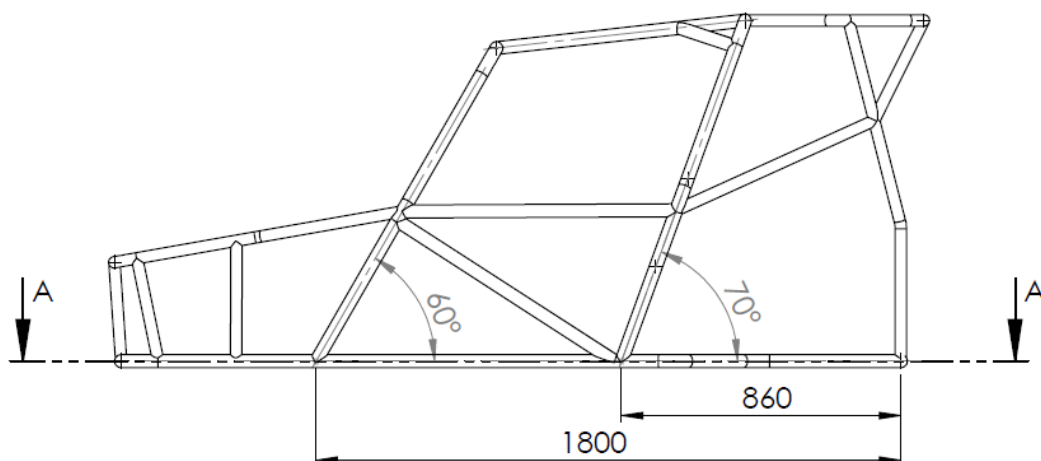


Ilustración 14. Plano fabricación del chasis: ubicación arcos antivuelco.

Duración: Se estima un tiempo de 3 semanas para esta actividad.

Módulo: *Procesos de unión y montaje en construcciones metálicas.*

- **Actividad 6: Elaboración de planos de brazos de suspensión**

Se trata de una actividad sencilla, que tan sólo requiere una semana de elaboración, en el módulo *Representación gráfica*, en paralelo a las actividades 3 y 5 realizadas en los otros módulos. El alumnado tendrá que dibujar individualmente, mediante programa AutoCAD, los planos de fabricación de los brazos de suspensión. Se trata de 4 tipos/geometrías diferentes de brazos (superior delantero, inferior delantero, superior trasero e inferior trasero), que se basan en tubo redondo de acero 25x2 mm con curvados y casquillos y placas de acero soldadas.

En los planos el alumnado deberá indicar las cotas necesarias para la fabricación, las tolerancias dimensionales permitidas y los símbolos y anotaciones de soldadura, utilizando el correspondiente cajetín normalizado.

En la siguiente imagen se muestra una representación de un brazo de suspensión trasero inferior.

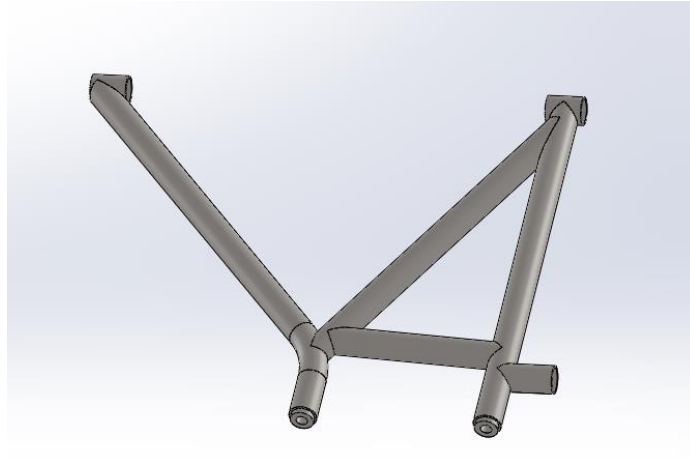


Ilustración 15. Brazo de suspensión trasero inferior

Duración: Se estima un tiempo de 1 semana para esta actividad.

Módulo: *Procesos de unión y montaje en construcciones metálicas.*

- **Actividad 7: Elaboración de planos manguetas traseras y pedalera**

La duración prevista para esta actividad es de dos semanas, cursada en el módulo *Representación gráfica*. Por un lado se deberá realizar los planos de despiece de las piezas que conforman las manguetas traseras y de la pedalera (mediante AutoCAD), para obtener los archivos dxf (véase Ilustración 16) para realizar el corte por láser de las piezas indicando material, espesor y cantidad que se externalizará a un proveedor. También tendrán que realizar los planos de soldadura de las manguetas (sobre utillaje específico) y de los tres pedales (freno, acelerador y embrague). A su vez tendrán que realizar el plano de conjunto de montaje de la pedalera completa, es decir, el armazón principal junto con los tres pedales unidos mediante tornillería especial y cojinetes de bronce comerciales, a partir del archivo 3D del fabricante mostrado en la Ilustración 17.

A la mitad del alumnado se le asignará realizar plano de las manguetas y a la otra mitad la pedalera debido al poco tiempo destinado a esta actividad.

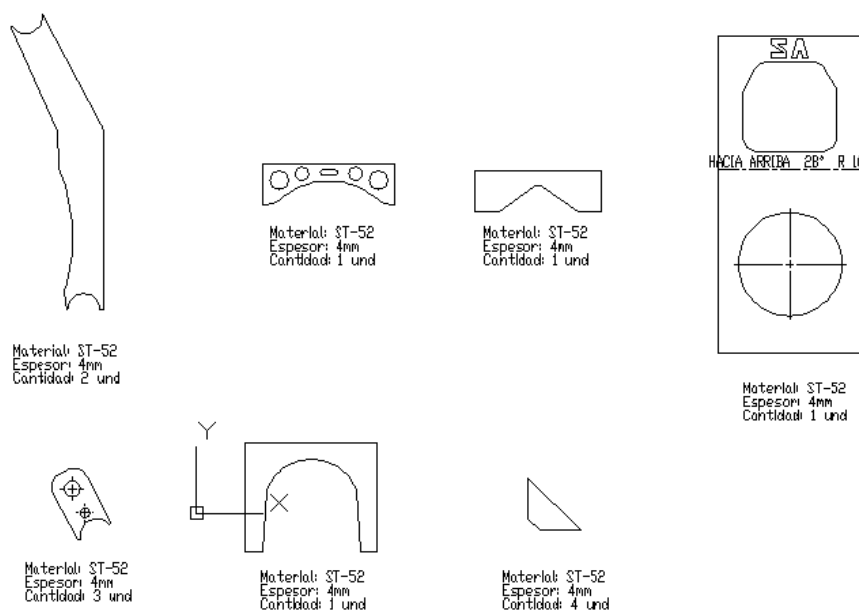


Ilustración 16. Trazado dxf para piezas de mangueta trasera

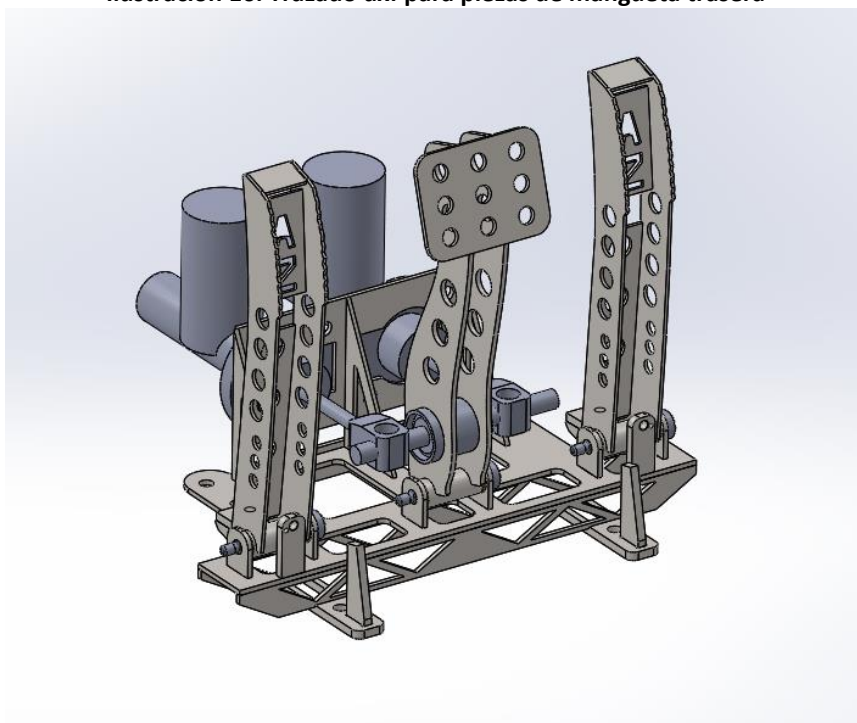


Ilustración 17. Pedalera completa

Duración: Se estima un tiempo de 2 semanas para esta actividad.

Módulo: *Representación Gráfica en fabricación mecánica*

• **Actividad 8: Fabricación de brazos de suspensión, manguetas y pedalera**

Se realiza en el módulo de *Procesos de unión y montaje en construcciones metálicas* donde se repartirán las piezas a soldar a cada pareja de alumnos/as (previamente fabricadas en otras actividades), que tendrán que soldar los 8 brazos de suspensión en su respectivo utillaje, las dos manguetas traseras en su utillaje y los 3 pedales junto con el armazón para obtener la pedalera completa. El método de soldadura para estas piezas será soldadura MIG-MAG.

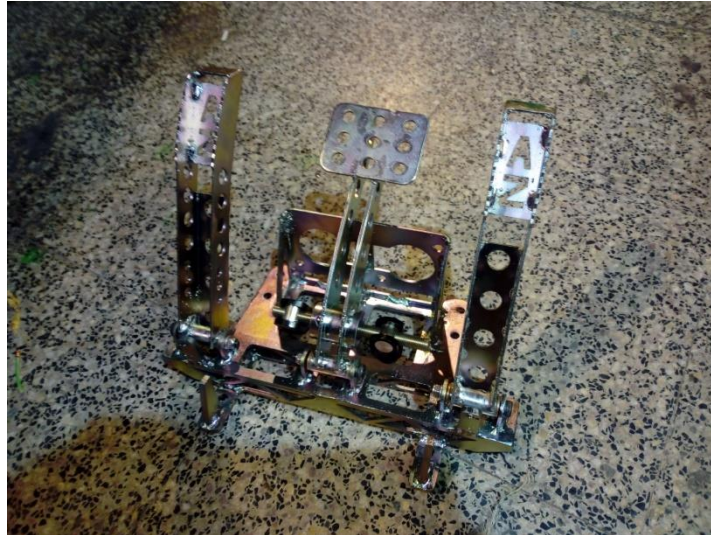


Ilustración 18. Pedalera fabricada

En la imagen anterior se muestra una pedalera terminada, con su correspondiente acabado superficial (cincado).

En la siguiente imagen se representa el proceso de unión de los elementos de la mangueta trasera en su respectivo utillaje.

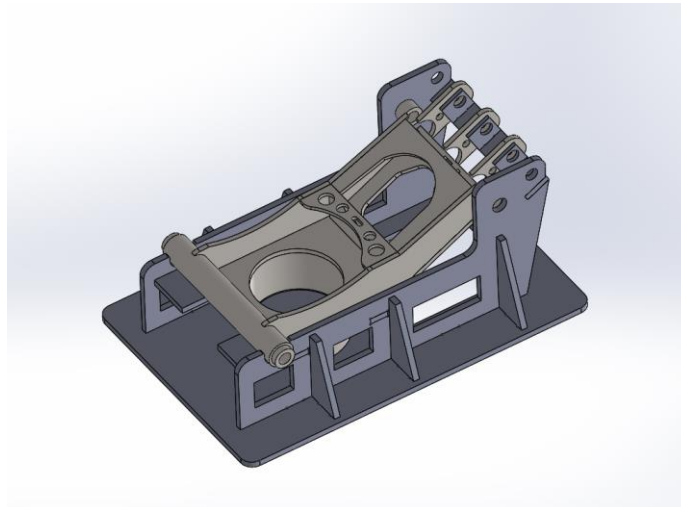


Ilustración 19. Mangueta trasera sobre útil de fabricación

Duración: Se estima un tiempo de 2 semanas para esta actividad.

Módulo: de *Procesos de unión y montaje en construcciones metálicas*

- **Actividad 9: Elaboración planos de protecciones laterales**

Las protecciones laterales son piezas fabricadas con tubo redondo de 35x2 mm, mediante curvado y soldado. En esta actividad se desarrollarán los planos de ambas protecciones, simétricas entre ellas, que incluirán indicaciones de corte, cotas para el curvado, anotación de soldadura y

Coordinación de ciclos de Formación Profesional para la construcción de un kart-cross

trazado dxf para el corte de piezas láser. Se realizará en el módulo de *Representación gráfica en fabricación mecánica* durante la semana 23 del curso.

Duración: Se estima un tiempo de 1 semana para esta actividad.

Módulo: *Representación gráfica en fabricación mecánica*

- **Actividad 10: Fabricación protecciones laterales**

Una vez ya obtenidos los planos de fabricación de las protecciones laterales se procederá a su fabricación en el módulo Procesos de unión y montaje en construcciones metálicas. El proceso se compondrá de corte mediante sierra de cinta, curvado en curvadora, corte abocardado y soldadura. Deberán ser soldadas mediante soldadura MIG-MAG en los utillajes fabricados previamente, para garantizar las posiciones de los tres puntos de su fijación al chasis. Debido a que no reviste complejidad su fabricación, se realizará esta actividad durante una semana.

Duración: Se estima un tiempo de 1 semana para esta actividad.

Módulo: *Procesos de unión y montaje en construcciones metálicas*.

Con esta actividad el ciclo de *Construcciones metálicas* dará por acabada su participación, a excepción de pequeñas correcciones o retoques que pudieran hacer falta durante el ensamblaje de los componentes que realizará el alumnado de Electromecánica de vehículos automóviles.

A continuación se detallan y justifican los resultados de aprendizaje del currículo del ciclo obtenidos mediante este proyecto en el alumnado:

Módulo Representación gráfica en fabricación mecánica

1. *Dibuja productos de fabricación mecánica, aplicando normas de representación gráfica.*

Este resultado de aprendizaje se obtiene a través de las actividades 1, 2, 6,7 y 9 ya que se realizarán los planos necesarios de fabricación de los elementos electro soldados siguiendo las normas aplicables en cuanto a formato de cajetines, tolerancias dimensionales, sistemas de acotación normalizados, representación de elementos comerciales, simbología de soldadura, etc.

2. *Establece características de productos de fabricación mecánica, interpretando especificaciones técnicas según normas.*

Se consolida mediante las actividades 1 y 7, donde se analizarán la denominación de los aceros empleados y sus equivalencias (normas DIN, UNE, AISI, etc.) así como sus propiedades mecánicas y composición química. También características como la soldabilidad y la respuesta a tratamientos térmicos.

3. *Elabora documentación gráfica para la fabricación de productos mecánicos, utilizando aplicaciones de dibujo asistido por ordenador.*

Resultado de aprendizaje debido a las actividades 1, 2, 6,7 y 9 ya que todos los componentes a fabricar serán representados en sus respectivos planos mediante el programa AutoCAD.

Módulo Procesos de mecanizado, corte y conformado en construcciones metálicas

1. *Prepara máquinas, equipos y sistemas automáticos, para el proceso de mecanizado, corte y conformado, analizando las condiciones del proceso y las características del producto final.*

2. *Opera las máquinas, equipos y sistemas automáticos, que intervienen en el proceso de mecanizado, corte y conformado, relacionando su funcionamiento con las condiciones del proceso y las características del producto final.*

Los dos anteriores resultados de aprendizaje que se consigue mediante las actividades 3 y 4 al fabricar las diferentes barras tubulares que componen el chasis y otros elementos del kart-cross (como brazos de suspensión) mediante el uso de sierra de corte automatizada, abocardadora de tubos y dobladora de tubos que previamente tienen que preparar y configurar según las especificaciones del plano a fabricar.

3. *Cumple las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, identificando los riesgos asociados y las medidas y equipos para prevenirlos.*

Durante toda la práctica en taller realizada en este módulo se hará siempre especial formación en tema de seguridad laboral y empleo de EPI's (Equipos de protección individual) y sistemas de seguridad colectiva.

Módulo Procesos de unión y montaje en construcciones metálicas

1. *Prepara máquinas, equipos y sistemas automáticos, utillajes y herramientas que intervienen en el proceso de unión y montaje, analizando las condiciones del proceso y las características del producto final.*

2. *Opera las máquinas, equipos, sistemas automáticos, que intervienen en el proceso de unión y montaje, relacionando su funcionamiento con las condiciones del proceso y las características del producto final.*

Los dos anteriores resultados de aprendizaje que se conseguirán mediante las actividades 5,8 y 10 al realizar la unión de elementos del chasis y otros componentes mediante soldadura, realizando el ajuste previo de la máquina en función del espesor y tipo de material a soldar. También se realizarán uniones remachadas en chapas de protección de bajos y panel separador del habitáculo.

3. *Cumple las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, identificando los riesgos asociados y las medidas y equipos para prevenirlos.*

Se aprovecharán dichas actividades para formar al alumnado en temas de seguridad laboral relacionados con las labores de soldadura y los equipos de protección (tanto colectiva como individual) existentes para los distintos procesos.

Las siguientes 7 sesiones pertenecen al ciclo *Programación en la producción mecánica* que se detallan a continuación:

• **Actividad 11: Elaboración planos de mecanizado eje transmisión**

El alumnado de este ciclo comenzará su participación en el proyecto en la semana 6 del curso, por lo que ya habrán recibido algunas nociones teóricas para aplicar en esta metodología de aprendizaje basado en proyectos. Se desarrollará entre las semanas 6 y 7 del curso y el alumnado elaborará los planos de forma manual y a continuación mediante programa AutoCAD para la fabricación de las piezas que componen el eje de transmisión del kart-cross mostrado en la Ilustración 20. Se deberán acotar los planos para la mecanización de las piezas mediante torno y fresadora convencionales.

Los planos deberán disponer de las tolerancias dimensionales necesarias y acabados superficiales para el correcto ajuste de las piezas. Debido a que esta actividad se realizará al inicio del curso, no se habrán impartido estos conocimientos sobre ajustes (Norma ISO286) pero valdrá como introducción a ese tema para su posterior docencia.

Duración: Se estima un tiempo de 2 semanas para esta actividad.

Módulo: *Interpretación gráfica*

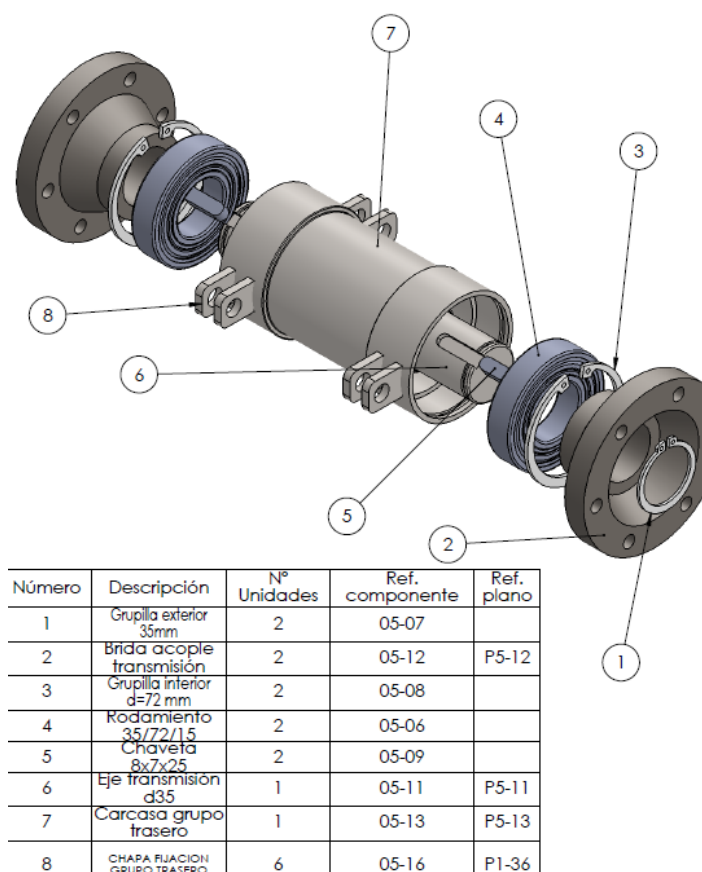


Ilustración 20. Despiece de grupo de transmisión

En la siguiente imagen puede verse el plano de fabricación de la carcasa que compone el eje de transmisión.

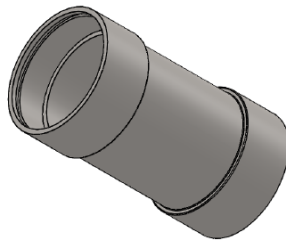
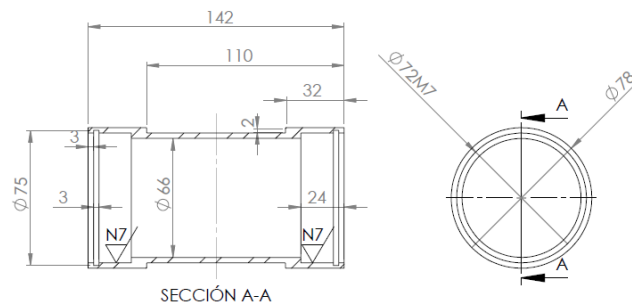


Ilustración 21. Plano de mecanizado de carcasa grupo transmisión

- **Actividad 12: Mecanizado eje transmisión**

Esta actividad se realizará en el módulo *Ejecución de procesos de fabricación*. La duración será de dos semanas, solapándose la primera semana con la segunda semana de la actividad 11. Debido a que el eje se compone de varias piezas (carcasa, eje y bridas) se irán fabricando en la misma semana que se realicen los planos en el módulo *Interpretación gráfica*. Se trata de la primera sesión de fabricación en taller del proyecto para el alumnado del ciclo. Previamente ya habrán recibido las primeras nociones básicas sobre máquina herramienta y realizado alguna práctica en taller.

Será necesario fabricar 2 bridas (Ilustración 23), un eje (Ilustración 24) y una carcasa. Se repartirán las piezas a fabricar entre el alumnado, de manera individual, por lo que se fabricará varias de cada tipo. Se elegirán las mejor fabricadas, a criterio del docente, para pasar a la fase de montaje final en el kart-cross, lo que generará interés y motivación en el alumnado. A las piezas elegidas se les aplicará como tratamiento superficial el cincado blanco (proveedor externo al centro).

Duración: Se estima un tiempo de 2 semanas para esta actividad.

Módulo: *Ejecución de procesos de fabricación*



Ilustración 22. Eje fabricado



Ilustración 23. Brida transmisión fabricada

- **Actividad 13: Elaboración planos mecanizado de manguetas delanteras**

Las manguetas delanteras se fabrican mediante fundición de aluminio con moldeo en arena y su posterior mecanizado. El fabricante enviará al centro las preformas de las manguetas listas para realizar el mecanizado final (Ilustración 25).

El alumnado, en el módulo *Interpretación gráfica*, realizará los planos de mecanizado de éstas, para mecanizar los alojamientos, caras de contacto o roscas necesarias para el ensamblaje de otros componentes.

Las manguetas también deben incorporar dos pivotes de acero roscados a ella, donde se producirá el pivote o giro de la rueda, y un eje de acero roscado en el que se introducirá el buje de la rueda y sobre el cuál girara ésta. La fabricación de estos componentes en acero se realizará mediante torneado en torno convencional, incluyendo la realización de roscas exteriores. Se incluirán las tolerancias dimensionales necesarias, tolerancias para ajustes y acabado superficial.

Duración: Se estima un tiempo de 2 semanas para esta actividad.

Módulo: *Interpretación gráfica*

En la siguiente imagen se muestra una representación tridimensional de la mangueta delantera.

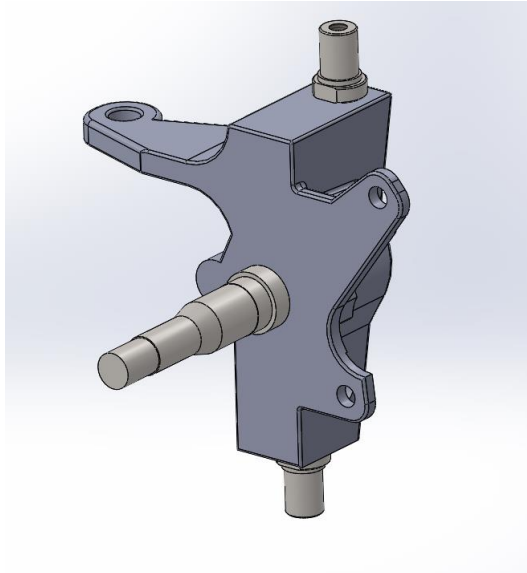


Ilustración 24. Mangueta delantera completa

- **Actividad 14: Mecanizado manguetas delanteras**

El mecanizado de las manguetas delanteras se realizará durante 2 semanas, solapándose la primera con la segunda de la elaboración de los planos. Se realizarán los planos y mecanizado primero de las piezas de acero por ser más sencillas y a continuación de las manguetas delanteras.

Se necesitarán dos manguetas delanteras (simétricas entre ellas) y se realizarán por parejas. Se elegirán las dos manguetas mejor fabricadas del total de manguetas, a criterio del profesor, para el ensamblaje final.

Se realizarán los mecanizados en el módulo *Ejecución de procesos de fabricación* utilizando los tornos y fresadoras convencionales disponibles en el taller.



Ilustración 25. Preforma de aluminio para mecanizar

Duración: Se estima un tiempo de 2 semanas para esta actividad.

Módulo: *Ejecución de procesos de fabricación*

• **Actividad 15: Elaboración planos mecanizado cremallera de dirección**

La cremallera de dirección se compone de varios componentes: una carcasa exterior de aluminio (se mecaniza partiendo de una preforma de aluminio), una cremallera redonda de acero, dos casquillos de nylon y un eje de ataque al que se le aplica el momento torsor para el giro del vehículo. Se trata del componente más complejo (de los que son mecanizados) del kart-cross, por lo que se dedicará 3 semanas del módulo *Interpretación gráfica* para la realización de los planos. Se aprovechará en esta actividad a explicar las tolerancias dimensionales y ajustes con tolerancias, aplicándolo en las acotaciones de las correspondientes piezas. También se realizará un plano de conjunto representando todos los componentes, tanto mecanizados como comerciales.

Duración: Se estima un tiempo de 3 semanas para esta actividad.

Módulo: *Interpretación gráfica*

Los planos a realizar serán similares a los mostrados en la siguiente imagen:

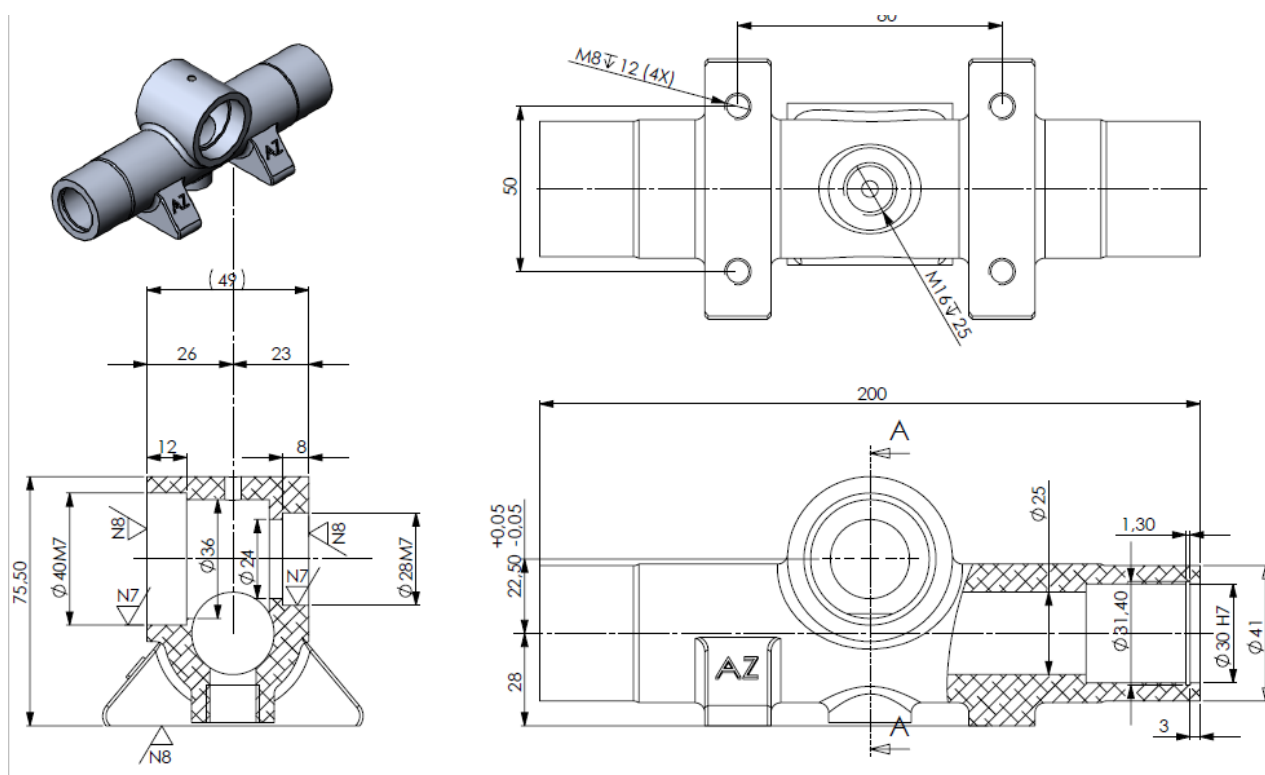


Ilustración 26. Plano de mecanizado de carcasa de dirección

• **Actividad 16: Mecanizado cremallera de dirección**

La fabricación de las piezas que componen la cremallera se realizará durante 3 semanas de duración en el módulo *Ejecución de procesos de fabricación*. El mecanizado del eje de ataque y de la cremallera, ambos de acero, se realizarán mediante torneado en torno convencional, mientras que el mecanizado de la carcasa de aluminio combinará mecanizados en fresadora y en torno. A esta última pieza se le dedicarán dos semanas ya que se trata de un mecanizado algo complejo, donde se

aprovechará a explicar al alumnado las diferentes opciones y orden de mecanizado para piezas de este estilo y como establecer el valor "0 máquina". También en esta actividad se fabricará un utillaje especial necesario para realizar el mecanizado de la carcasa.

Se asignará la fabricación de seis cremalleras de dirección, eligiéndose la que mejor calidad de fabricación tenga para el ensamblaje final.

Duración: Se estima un tiempo de 3 semanas para esta actividad.

Módulo: *Ejecución de procesos de fabricación*



Ilustración 27. Cremallera de dirección completa

En la anterior imagen se muestra una cremallera de dirección terminada.

- **Actividad 17: Elección de elementos comerciales**

Una vez terminadas las operaciones de coquizado de planos y mecanizado de las piezas, se dedicarán dos semanas del módulo *Interpretación gráfica* para la elección de los elementos comerciales usados en los componentes, explicando las normativas DIN, ISO, etc., que los rigen y cómo realizar su elección en catálogos y su representación en los planos. Los componentes comerciales principales son: rodamientos, cremallera comercial (módulo2), rueda dentada y anillos elásticos.

Duración: Se estima un tiempo de 2 semanas para esta actividad.

Módulo: *Interpretación gráfica*

Con esta actividad terminará la participación en la fabricación del ciclo *Programación de la producción mecánica*.

A continuación se detallan y justifican los resultados de aprendizaje del currículo del ciclo obtenidos mediante este proyecto en el alumnado:

Módulo Interpretación gráfica

1. *Determina la forma y dimensiones de productos a construir, interpretando*

la simbología representada en los planos de fabricación.

Resultado de aprendizaje obtenido mediante la realización y acotación de los planos de fabricación, incluyendo las vistas y cortes correspondientes para su completa representación.

2. *Identifica tolerancias de formas y dimensiones y otras características de los productos que se quieren fabricar, analizando e interpretando la información técnica contenida en los planos de fabricación.*

La indicación en planos de las diferentes tolerancias dimensionales y tolerancias de ajustes (ISO286) así como los acabados superficiales consolidarán este resultado de aprendizaje.

3. *Realiza croquis de utillajes y herramientas para la ejecución de los procesos, definiendo las soluciones constructivas en cada caso.*

Se fabricará un utillaje específico para realizar el mecanizado de la cremallera de dirección.

Módulo Ejecución de procesos de fabricación

1. *Prepara y pone a punto las máquinas, equipos, utillajes y herramientas que intervienen en el proceso de mecanizado y de montaje aplicando las técnicas y procedimientos requeridos.*

Se obtiene como resultado de la preparación de los tornos y fresadoras, con sus respectivas herramientas de corte y ajuste de parámetros, para el mecanizado de los distintos componentes.

2. *Opera las máquinas y equipos que intervienen en el proceso de mecanizado y de montaje, relacionando su funcionamiento con las condiciones del proceso y las características del producto final.*

Se realiza en el mecanizado de las piezas con torno y fresadora controlando los distintos parámetros como posición de los ejes, revoluciones de giro de la máquina, profundidad de pasada, ángulo de incidencia, etc.

3. *Cumple las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, identificando los riesgos asociados y las medidas y equipos para prevenirlos.*

Durante todas las sesiones prácticas se controlará el correcto uso de los EPI's de seguridad así como el correcto funcionamiento de las mamparas de protección de las diferentes máquinas herramienta.

Las siguientes actividades corresponden al montaje final del kart-cross y la puesta a punto y verificaciones finales. El ciclo encargado para este conjunto de actividades es Electromecánica de vehículos de Grado Medio.

- **Actividad 18: Ensamblaje chasis y trenes de suspensión**

El alumnado de este ciclo será el encargado de ir ensamblando los diferentes componentes que se han fabricado anteriormente, comenzando por la unión de los brazos de suspensión al chasis y la posterior adición de las manguetas y los amortiguadores. Se realizará esta actividad en el módulo

Circuitos de fluidos. Dirección y suspensión durante una duración de 2 semanas. Se aprovechará a repasar conceptos vistos en clase sobre tipos de suspensión y su geometría.

Se colocará el chasis sobre unos caballetes para trabajar ergonómicamente y se ubicará el alumnado por grupos para trabajar en el montaje de los componentes en las cuatro zonas, una zona por cada rueda, logrando así el ensamblaje representado en la Ilustración 28.

Duración: Se estima un tiempo de 2 semanas para esta actividad.

Módulo: *Circuitos de fluidos. Dirección y suspensión*

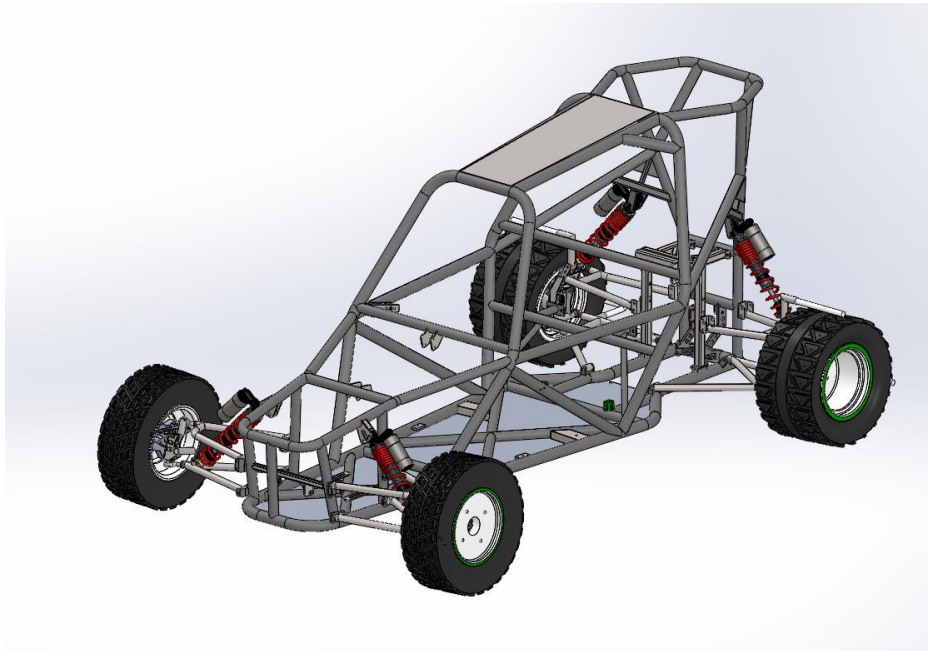


Ilustración 28. Ensamblaje chasis y trenes de suspensión

- **Actividad 19: Ensamblaje motor y sistemas refrigeración y combustible**

Esta actividad se realizará en el módulo *Motores* durante 3 semanas. El montaje del motor sobre el chasis se efectuará a la vez que se está realizando la actividad 18, con el vehículo sobre caballetes. No obstante, esta actividad comenzará una semana antes, en la que el docente explicará similitudes y diferencias del motor de moto de 600 cc y 4T (el que se instala en el kart-cross) respecto a los motores de turismos estudiados en clase. Se aprovechará a hacer un chequeo y una preparación previa del motor antes de ser montado, destacando operaciones como medir la compresión de cada uno de los cilindros o el juego de válvulas. El alumnado tendrá que completar un dossier en el que se recopilen dichas diferencias y similitudes y los trabajos previos de verificación del motor para asegurar su correcto estado antes de ser destinado al uso tan exigente en este tipo de vehículos. Incluirá una check list de comprobación de una serie de parámetros, familiarizándoles así con las comprobaciones que tendrán que realizar en su futuro laboral en las revisiones a vehículos.

El montaje del motor sobre el vehículo se hará de forma grupal durante la tercera semana de la actividad.

Duración: Se estima un tiempo de 3 semanas para esta actividad.

Módulo: *Motores*



Ilustración 29. Motor colocado sobre chasis

- **Actividad 20: Instalación eléctrica del motor y luces traseras.**

Una vez que el motor se encuentre colocado en su posición final se podrá proceder a su instalación eléctrica, la cual se efectuará modificando la instalación original de la moto donante del motor. Para ello será necesario realizar los cableados necesarios para colocación en el panel de mandos del vehículo (salpicadero fabricado a medida) el cuadro de instrumentos, seccionador de corriente, instalación de botón de arranque, interruptor de señal de contacto, interruptor de ventilador eléctrico y display indicador de temperatura del motor, interruptor de frenado y luces traseras. Para facilitar dicha operación, el fabricante del kart cross proporcionará al centro un panel de montaje de cableados sobre el que realizar la adición, eliminación o modificación de estos.

Se trata de una actividad de 3 semanas de duración del módulo *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*, destinándose la primera semana a analizar los esquemas eléctricos de la moto de origen e identificar las modificaciones a realizar para adaptar la instalación al kart-cross. Las dos semanas siguientes se realizarán la instalación, primero sobre el panel y después su colocación final en el vehículo

Se realizará la actividad de forma conjunta, donde cada alumno/a tendrá su turno para realizar la instalación de al menos uno de los cables que conformarán los distintos mazos de la instalación.

Duración: Se estima un tiempo de 3 semanas para esta actividad.

Módulo: *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*

- **Actividad 21: Instalación de transmisiones y frenos**

Se realizará entre las semanas 25 y 26 del curso en el módulo *Sistemas de transmisión y frenado*, donde se le asignará al alumnado, repartiendo por grupos de tres personas, las tareas de colocación de los árboles de transmisión traseros, el grupo de transmisión, la cadena y corona, los frenos y la pedalera.

La instalación de los elementos de transmisión consistirá en la colocación del grupo trasero sobre sus anclajes en el chasis al que se le acoplará la corona de transmisión y la cadena de acoplamiento al motor (véase Ilustración 30). Después se colocarán los arboles de transmisión desde el eje de transmisión hasta los cubos de rueda de ambas ruedas traseras.

La instalación de los frenos consistirá en la colocación de las pinzas de freno delanteras con los correspondientes latiguillos flexibles hasta la bomba de freno delantera. Ésta va ubicada en la pedalera, la cual tendrán también que incorporar al chasis. A su vez se montará el circuito de freno trasero, colocando la pinza de freno trasera y el disco de freno trasero sobre el eje de transmisión, intercalando en serie en el circuito la bomba de freno de mano hidráulico. Una vez instalado los componentes de freno deberán proceder al sangrado (o purgado) de los circuitos, para extraer el aire.



Ilustración 30. Árbol de transmisión izquierdo y corona.

Duración: Se estima un tiempo de 2 semanas para esta actividad.

Módulo: *Sistemas de transmisión y frenado*

- **Actividad 22: Instalación de dirección y alineado del vehículo**

En esta actividad se comenzará colocando la cremallera de dirección sobre sus anclajes en el chasis. Al tratarse del montaje de una única unidad, se realizará conjuntamente, mientras el docente repasa conceptos sobre la dirección y similitudes y diferencias respecto a las cremalleras utilizadas en turismos. Se realizará en el módulo *Circuitos de fluidos. Dirección y suspensión* durante la semanas 25 y 26, simultáneamente con las actividades 20 y 21.

La primera de estas dos semanas se realizará el montaje de la dirección y el alineado completo del vehículo (convergencias, caídas, ángulo de salida, etc.) por parte de los docentes, a la vez que se hará un repaso del procedimiento con la máquina de alineado.

La segunda semana el alumnado realizará él mismo la puesta a punto del kart-cross realizando una ficha en la que explicarán el procedimiento de alineación y los valores obtenidos. Ésta práctica de alineado se realizará en parejas, trabajando simultáneamente una pareja en cada rueda del vehículo.

Duración: Se estima un tiempo de 2 semanas para esta actividad.

Módulo: *Circuitos de fluidos. Dirección y suspensión*

En la siguiente imagen se muestra el tren delantero izquierdo del kart-cross.



Ilustración 31. Tren delantero izquierdo

- **Actividad 23: Verificación final y puesta a punto**

Se trata de la última actividad del ciclo *Electromecánica de vehículos*, que tendrá una duración de una semana (semana 29) y se realizará en el módulo *Circuitos de fluidos. Dirección y suspensión*. La semana previa (semana 28) se dejará libre de actividad con el fin de poder ser utilizada para terminar o corregir algo que haya podido quedar pendiente o defectuoso en el montaje.

Se realizará una última revisión de todos los parámetros del vehículo, verificación de apriete de tornillería, verificación de niveles de fluidos, funcionamiento de los circuitos eléctricos, etc. También se colocarán las piezas que componen la carrocería, en fibra de vidrio y poliéster (proporcionadas por

el fabricante). Por último se procederá al pesaje del vehículo mediante 4 básculas independientes (una en cada rueda) para realizar el ajuste de las precargas de los muelles y equilibrar los pesos en el vehículo. De este modo se le introduce al alumnado también conceptos utilizados en el mundo de la competición.

Duración: Se estima un tiempo de 1 semana para esta actividad.

Módulo: *Circuitos de fluidos. Dirección y suspensión*

Con esta actividad terminará la participación en la fabricación del ciclo *Programación de la producción en fabricación mecánica*.

A continuación se detallan y justifican los resultados de aprendizaje del currículo del ciclo obtenidos mediante este proyecto en el alumnado:

Módulo Motores

1. *Caracteriza el funcionamiento de motores de dos y cuatro tiempos interpretando las variaciones de sus parámetros característicos y la funcionalidad de los elementos que los constituyen.*

Resultado de aprendizaje que se obtiene al analizar el motor y sus características y las similitudes y diferencias con los motores de 4T utilizados en turismos.

2. *Mantiene motores térmicos interpretando procedimientos establecidos de reparación.*

Antes de la colocación del motor en el vehículo se realizará la verificación de su estado y las operaciones comentadas en la actividad 19, tomando medidas de ciertos parámetros y comprando con los datos indicados por el fabricante en el manual de reparación.

3. *Mantiene los sistemas de lubricación y refrigeración de los motores, interpretando procedimientos establecidos de reparación.*

Aprendizaje obtenido al realizar la instalación del nuevo circuito de mangueras de refrigeración y radiador, adaptado a la geometría del chasis.

4. *Aplica las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, identificando los riesgos asociados y las medidas y equipos para prevenirlos.*

Toda actividad en taller estará acompañada de la instrucción sobre materia de prevención de riesgos laborales, principalmente los referentes a talleres de mantenimiento de vehículos; se pondrá especial atención a la utilización de EPI's, equipos de protección colectiva (como sistema de extracción de gases de escape) o la correcta utilización de elevadores de vehículos.

Circuitos de fluidos. Dirección y suspensión

1. *Caracteriza el funcionamiento de los sistemas de suspensión y dirección, describiendo la ubicación y funcionalidad de los elementos que los constituyen.*

El montaje y análisis de las características de la suspensión y dirección, así como el ajuste y toma de sus cotas geométricas más importantes harán que se logre este resultado de aprendizaje, a través de las actividades 18, 22 y 23.

2. *Mantiene los sistemas de direcciones convencionales y asistidas interpretando y aplicando procedimientos de trabajo establecidos.*

En la actividad 22 se realizará el alineado del vehículo para garantizar su correcto alineado.

3. *Cumple las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, identificando los riesgos asociados, y las medidas y equipos para prevenirlos.*

Toda actividad en taller estará acompañada de la instrucción sobre materia de prevención de riesgos laborales, principalmente los referentes a talleres de mantenimiento de vehículos; se pondrá especial atención a la utilización de EPI's y la correcta utilización de elevadores de vehículos o procedimientos de elevación de éstos en el suelo.

Sistemas de transmisión y frenado

1. *Caracteriza el funcionamiento del sistema de transmisión describiendo la ubicación y funcionalidad de los elementos que lo constituyen.*

La transmisión del vehículo se compone de una combinación de elementos de transmisión de moto y elementos de tren delantero de turismo, por lo que con su montaje el alumnado obtendrá el resultado de aprendizaje.

2. *Caracteriza el funcionamiento del sistema de frenos describiendo la ubicación y funcionalidad de los elementos que lo constituyen.*

Se realizará el montaje del circuito de frenos del vehículo donde el alumnado podrá ver diferencias y similitudes respecto a los tipos de circuito de frenos estudiados en clase, que difieren algo por tratarse de un sistema pensado para uso en este tipo de vehículos de competición.

Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo

1. *Monta nuevas instalaciones y realiza modificaciones en las existentes seleccionando los procedimientos, los materiales, componentes y elementos necesarios.*

Resultado de aprendizaje que se obtendrá al realizar la modificación de la instalación eléctrica del motor de moto, añadiendo nuevos cableados para nuevas funciones, ateniéndose a los esquemas eléctricos del motor y del fabricante del kart-cross.

- **Actividad 24: Presentación del proyecto en el centro**

Esta será la última actividad del proyecto, en la que todo el alumnado y profesorado participe en él se reunirán previamente en la Sala multiusos donde cada ciclo formativo expondrá su parte realizada explicando las actividades realizadas y dificultades encontradas o puntos de mejora. Estarán también presentes los representantes del fabricante Azkart que explicará al alumnado la trayectoria de la empresa, desde sus comienzos, incluyendo la formación realizada por sus integrantes, así como las fases de diseño del vehículo.

Finalmente se procederá a ver el kart-cross terminado en los talleres y una pequeña exhibición de funcionamiento realizada por un piloto habitual del fabricante.

8. Evaluación del alumnado

Para realizar la evaluación del alumnado en el proyecto, cada alumno/a deberá realizar un dossier con todas las actividades realizadas, donde se hará una breve descripción del procedimiento empleado, los contenidos aplicados del temario del curso y conclusiones por cada una de ellas.

El peso de la nota correspondiente al proyecto en cada módulo se basará en el porcentaje de horas destinadas respecto al total de horas disponibles. La fabricación de componentes se contemplará en la parte práctica y los dossieres en la parte teórica. Estos requisitos quedarán reflejados en la programación didáctica de cada módulo.

Se pondrá también como requisito de evaluación la calidad de las piezas y planos realizados, el cumplimiento de los plazos asignados y el trabajo cooperativo entre el alumnado, fomentando así la importancia de estos tres pilares que serán fundamentales cuando ejerzan tu profesión.

9. Conclusiones y líneas de futuro

Mediante la aplicación de este proyecto queda justificado el cumplimiento de los objetivos del apartado Objetivos del de la siguiente forma:

- 1. Fomentar el aprendizaje basado en proyectos en el centro, aplicando los contenidos teóricos y prácticos curriculares correspondientes a la fabricación de los componentes.*

La gran variedad de actividades en las que se desglosa el proyecto permite que se incluyan abundantes contenidos y resultados de aprendizaje fijados en el currículo de los diferentes módulos, produciéndose además un proyecto interdisciplinar mediante la coordinación de los diferentes ciclos

- 2. Obtener así un aprendizaje significativo en el alumnado*

El hecho de aplicar los contenidos en un proyecto que resulta creativo y el alumnado se siente realizado hace que el aprendizaje sea más significativo que con una metodología tradicional.

- 3. Generar una motivación adicional en el alumnado*

La temática seleccionada y el aprendizaje basado en proyectos crean una motivación adicional en el alumnado, fomentando además un compromiso en el alumnado por la realización del proyecto.

4. *Enseñar al alumnado técnicas de gestión y planificación de proyectos mediante la coordinación de los diferentes módulos y ciclos formativos.*

Se hará un continuo seguimiento de la planificación de las actividades y modificarán aquellos plazos de fabricación en los que sea necesario, haciendo en todo momento partícipe al alumnado en dichos reajustes.

5. *Fomentar el trabajo cooperativo ofreciendo un proceso de fabricación planificado donde se deberán cumplir los plazos asignados para cada una de ellas, similar a los procesos productivos que se dan en las empresas.*

Al tener que cumplir una serie de requisitos de calidad y de plazos de fabricación se genera un espíritu de cooperación entre el alumnado para conseguir el objetivo común (para todos los ciclos) que es la realización del proyecto, simulando ese tejido cooperativo fundamental en el buen funcionamiento de una empresa.

Con la implantación de este proyecto se consigue también abrir nuevas líneas de futuro para perfeccionarlo y aumentar su magnitud con acciones como:

- Realizar modificaciones en la planificación analizando las desviaciones obtenidas en la primera edición del proyecto.
- Realizar el prototipado de nuevas piezas a diseñar por el fabricante a través del módulo *Fabricación asistida por ordenador (CAM)* del ciclo *Programación en la producción en fabricación mecánica*.
- Realizar el mecanizado de algunos componentes mediante CNC en el módulo *Mecanizado por control numérico* del ciclo *Programación en la producción en fabricación mecánica*.
- Incluir soldadura mediante proceso TIG en alguno de los componentes
- Incluir nuevos ciclos de formación en el proyecto como puede ser *Sistemas electrotécnicos y automatizados* (Grado Superior) para añadir parte de telemetría en el vehículo
- Crear un pequeño equipo de mecánicos del ciclo *Electromecánica de vehículos automóviles* para participar en alguna prueba de autocross a nivel regional.

10.Referencias bibliográficas

Navarra, Consejería de Educación. (2009). DECRETO FORAL 47/2009, DE 4 DE MAYO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LA ESTRUCTURA Y EL CURRÍCULO DEL TÍTULO DE TÉCNICO SUPERIOR EN CONSTRUCCIONES METÁLICAS EN EL ÁMBITO DE LA COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA. *Boletín Oficial de Navarra Nº78 de 26 de junio de 2009.*

Navarra, Consejería de Educación (2009). DECRETO FORAL 48/2009, DE 4 DE MAYO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LA ESTRUCTURA Y EL CURRÍCULO DEL TÍTULO DE TÉCNICO SUPERIOR EN PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN FABRICACIÓN MECÁNICA EN EL ÁMBITO DE LA COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA. *Boletín Oficial de Navarra Nº86 de 13 de julio de 2009.*

Navarra, Consejería de Educación (2011). DECRETO FORAL 205/2011, DE 14 DE SEPTIEMBRE, POR EL QUE SE ESTABLECEN LA ESTRUCTURA Y EL CURRÍCULO DEL TÍTULO DE TÉCNICO EN ELECTROMECAÁNICA DE VEHÍCULOS AUTOMÓVILES EN EL ÁMBITO DE LA COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA. *Boletín Oficial de Navarra Nº222 de 9 de septiembre de 2013.*

Trujillo Sáez, F., (2015), INTEF. *Aprendizaje basado en proyectos.* Revista Eufonía - Didáctica de la Educación Musical, 2012, núm. 55, pp. 7-15

Universidad del País Vasco (2006). Servicio de Asesoramiento Educativo. *Las metodologías activas de enseñanza en el programa "Eragin"*

<https://www.ehu.eus/es/web/sae-helaz/eragin-irakaskuntza-metodologia-aktiboak>

11.Bibliografía y webgrafía

- **Centro Integrado Politécnico DONAPEA, 2007.** Temario del Ciclo Superior de Automoción
- **Centro Integrado Politécnico Virgen del Camino.**
<https://cipvirgendelcamino.educacion.navarra.es/web/>
- **Luque, P., Álvarez, D. y Vera, C., 2013.** *Ingeniería del automóvil. Sistemas de comportamiento dinámico (1ªedición).* Paraninfo.

Coordinación de ciclos de Formación Profesional para la construcción de un kart-cross

- **Real Federación Española de Automovilismo, 2023.** CEAX 2023 ANEXO 9. *REGLAMENTO TÉCNICO VEHÍCULOS CAR CROSS*

- **Urriza Eslava, E., 2015.** *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CHASIS DE KART CROSS CONFORME A LA NORMATIVA EXIGIDA POR LA RFEa.* [Trabajo Fin de Grado]. Universidad Pública de Navarra