

Proyecto de Decreto xx/2022, de x de x de 2022, por el que se establece el currículum del Curso de especialización de Formación Profesional en Fabricación aditiva en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.

La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, modificada por la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre establece en su artículo 39.6 que el Gobierno, previa consulta a las comunidades autónomas, establecerá las titulaciones correspondientes a los estudios de formación profesional, así como los aspectos básicos del currículum de cada una de ellas. Por su parte, el artículo 6 bis, apartado 1.c) de la citada ley, establece, en relación con la formación profesional, que el Gobierno fijará las enseñanzas mínimas.

El artículo 10.3 de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional, dispone que el Gobierno, previa consulta a las Comunidades Autónomas y mediante Real Decreto, podrá crear cursos de especialización para complementar las competencias de quienes ya dispongan de un título de formación profesional.

El Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo, regula en su artículo 27 los cursos de especialización de formación profesional e indica los requisitos y condiciones a que deben ajustarse dichos cursos de especialización. En el mismo artículo se indica que versarán sobre áreas que impliquen profundización en el campo de conocimiento de los títulos de referencia, o bien una ampliación de las competencias que se incluyen en los mismos. Por tanto, en cada curso de especialización se deben especificar los títulos de formación profesional que dan acceso al mismo.

En este sentido los cursos de especialización deben responder de forma rápida a las innovaciones que se produzcan en el sistema productivo, así como a ámbitos emergentes que complementen la formación incluida en los títulos de referencia.

Según establece el artículo 37.1 del Estatuto de Autonomía de Castilla-La Mancha, corresponde a la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha la competencia de desarrollo legislativo y ejecución de la enseñanza en toda su extensión, niveles y grados, modalidades y especialidades, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 27 de la Constitución y leyes orgánicas que conforme al apartado 1 del artículo 81 de la misma lo desarrollen y sin perjuicio de las facultades que atribuye al Estado el número 30 del apartado 1 del artículo 149 y de la Alta Inspección para su cumplimiento y garantía.

La Ley 7/2010, de 20 de julio, de Educación de Castilla-La Mancha, establece en su artículo 69 que, en la planificación de la oferta de Formación Profesional, se tendrán en cuenta las necesidades del tejido productivo de Castilla-La Mancha y los intereses y expectativas de la ciudadanía.

Habiendo entrado en vigor el Real Decreto 280/2021, de 20 de abril, por el que se establece el curso de especialización en Fabricación aditiva y se fijan los aspectos básicos del currículum, procede establecer el currículum del curso de especialización en Fabricación aditiva, en el ámbito territorial de esta Comunidad Autónoma, teniendo en cuenta los aspectos definidos en la normativa citada anteriormente.

En Castilla-La Mancha, el perfil profesional de este curso de especialización define a un profesional que es capaz de desarrollar y gestionar proyectos de fabricación aditiva mediante el uso de impresión 3D, supervisar o ejecutar el montaje, mantenimiento y puesta en marcha de dichos proyectos, así como tomar decisiones de implementación en el desarrollo de productos de empresa (auxiliares o finalistas) respetando criterios de calidad, diseño, seguridad y respeto al medio ambiente.

El decreto se estructura en diez artículos relativos a aspectos específicos que regulan estas enseñanzas, una disposición adicional, tres disposiciones finales y tres anexos.

Se ha recurrido a una norma con rango de decreto para establecer el desarrollo de las bases pues corresponde al Consejo de Gobierno la potestad reglamentaria de acuerdo con la atribución que le confiere el artículo 13.1 del Estatuto de Autonomía. Asimismo, cabe mencionar que este decreto se ajusta a los principios de buena regulación contenidos en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, principios de necesidad, eficacia, proporcionalidad, seguridad jurídica, transparencia y eficiencia, en tanto que la misma persigue el interés general al facilitar la adecuación de la oferta formativa a las demandas de los sectores productivos de Castilla-La Mancha, ampliar la oferta de formación profesional, avanzar en la integración de la formación profesional en el conjunto del sistema educativo de la Comunidad Autónoma, y su implicación con los agentes sociales y las empresas privadas; no existiendo ninguna alternativa regulatoria menos restrictiva de derechos, resulta coherente con el ordenamiento jurídico y permite una gestión más eficiente de los recursos públicos. Del mismo modo, durante el procedimiento de elaboración de la norma se ha permitido la participación activa de los potenciales destinatarios a través, en su caso, del trámite de audiencia e información pública o de los órganos específicos de participación y consulta y quedan justificados los objetivos que persigue la ley.

En el procedimiento de elaboración de este decreto se ha consultado a la Mesa Sectorial de Educación y han emitido dictamen el Consejo Escolar de Castilla-La Mancha y el Consejo de Formación Profesional de Castilla-La Mancha.

En su virtud, a propuesta de la Consejera de Educación, Cultura y Deportes, de acuerdo/oído el Consejo Consultivo y, previa deliberación del Consejo de Gobierno en su reunión de **X de X** de 2022,

Artículo 1. Objeto.

El decreto tiene como objeto establecer el currículo del curso de especialización de Formación Profesional en Fabricación aditiva, en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, teniendo en cuenta sus características geográficas, socio-productivas, laborales y educativas, complementando lo dispuesto en el Real Decreto 280/2021, de 20 de abril, por el que se establece el Curso de especialización en Fabricación aditiva y se fijan los aspectos básicos del currículo.

Artículo 2. Identificación.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 2 del Real Decreto 280/2021, de 20 de abril, el curso de especialización de Formación Profesional en Fabricación aditiva, queda identificado por los siguientes elementos:

Denominación: Fabricación aditiva.

Nivel: Formación Profesional de Grado Superior.

Duración: 600 horas.

Familia Profesional: Fabricación Mecánica (Únicamente a efectos de clasificación de las enseñanzas de formación profesional).

Rama de conocimiento: Ingeniería y Arquitectura.

Equivalencia en créditos ECTS: 36.

Referente en la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación: P-5.5.4.

Artículo 3. Requisitos de acceso al curso de especialización.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 13 del Real Decreto 280/2021, de 20 de abril, para acceder al curso de especialización en Fabricación aditiva es necesario estar en posesión de alguno de los siguientes títulos:

a) Técnico Superior en Audiología Protésica, establecido por el Real Decreto 1685/2007, de 14 de diciembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Audiología Protésica y se fijan sus enseñanzas mínimas.

b) Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica, establecido por el Real Decreto 1687/2007, de 14 de diciembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica y se fijan sus enseñanzas mínimas.

c) Técnico Superior en Construcciones Metálicas, establecido por el Real Decreto 174/2008, de 8 de febrero, por el que se establece el título de Técnico Superior en Construcciones Metálicas y se fijan sus enseñanzas mínimas.

d) Técnico Superior en Patronaje y Moda, establecido por el Real Decreto 954/2008, de 6 de junio, por el que se establece el título de Técnico Superior en Patronaje y Moda y se fijan sus enseñanzas mínimas.

e) Técnico Superior en Automoción, establecido por el Real Decreto 1796/2008, de 3 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Automoción y se fijan sus enseñanzas mínimas.

f) Técnico Superior en Diseño en Fabricación Mecánica, establecido por el Real Decreto 1630/2009, de 30 de octubre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Diseño en Fabricación Mecánica y se fijan sus enseñanzas mínimas.

g) Técnico Superior en Dirección de Cocina, establecido por el Real Decreto 687/2010, de 20 de mayo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Dirección de Cocina, y Corrección de errores del Real Decreto 687/2010, de 20 de mayo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Dirección de Cocina y se fijan sus enseñanzas mínimas.

h) Técnico Superior en Diseño y Producción de Calzado y Complementos, establecido por el Real Decreto 689/2010, de 20 de mayo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Diseño y Producción de Calzado y Complementos y se fijan sus enseñanzas mínimas.

i) Técnico Superior en Proyectos de Edificación, establecido por el Real Decreto 690/2010, de 20 de mayo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Proyectos de Edificación y se fijan sus enseñanzas mínimas.

j) Técnico Superior en Energías Renovables, establecido por el Real Decreto 385/2011, de 18 de marzo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Energías Renovables y se fijan sus enseñanzas mínimas.

k) Técnico Superior en Proyectos de Obra Civil, establecido por el Real Decreto 386/2011, de 18 de marzo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Proyectos de Obra Civil y se fijan sus enseñanzas mínimas.

l) Técnico Superior en Programación de la Producción en Moldeo de Metales y Polímeros, establecido por el Real Decreto 882/2011, de 24 de junio, por el que se establece el título de Técnico Superior en Programación de la Producción en Moldeo de Metales y Polímeros y se fijan sus enseñanzas mínimas.

m) Técnico Superior en Diseño y Amueblamiento, establecido por el Real Decreto 1579/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Diseño y Amueblamiento y se fijan sus enseñanzas mínimas.

n) Técnico Superior en Diseño Técnico en Textil y Piel, establecido por el Real Decreto 1580/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Diseño Técnico en Textil y Piel y se fijan sus enseñanzas mínimas.

ñ) Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial, establecido por el Real Decreto 1581/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial y se fijan sus enseñanzas mínimas, y Corrección de

errores del Real Decreto 1581/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior Automatización y Robótica Industrial y se fijan sus enseñanzas mínimas.

o) Técnico Superior en Animaciones 3D, Juegos y Entornos Interactivos, establecido por el Real Decreto 1583/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Animaciones 3D, Juegos y Entornos Interactivos y se fijan sus enseñanzas mínimas, y Corrección de errores del Real Decreto 1583/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Animaciones 3D, Juegos y Entornos Interactivos y se fijan sus enseñanzas mínimas.

p) Técnico Superior en Vestuario a Medida y de Espectáculos, establecido por el Real Decreto 1679/2011, de 18 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Vestuario a medida y de espectáculos y se fijan sus enseñanzas mínimas, y Corrección de error y errata del Real Decreto 1679/2011, de 18 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Vestuario a medida y de espectáculos y se fijan sus enseñanzas mínimas.

q) Técnico Superior en Caracterización y Maquillaje Profesional, establecido por el Real Decreto 553/2012, de 23 de marzo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Caracterización y Maquillaje Profesional y se fijan sus enseñanzas mínimas.

r) Técnico Superior en Ortoprótisis y Productos de Apoyo, establecido por el Real Decreto 905/2013, de 22 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Ortoprótisis y Productos de Apoyo y se fijan sus enseñanzas mínimas.

Artículo 4. Referentes del curso de especialización.

En el Real Decreto 280/2021, de 20 de abril, quedan definidos el perfil profesional, la competencia general, las competencias profesionales, personales y sociales, entorno profesional, prospectiva en el sector o sectores, objetivos generales, y accesos, correspondientes al curso.

Artículo 5. Módulos profesionales: Duración y distribución horaria.

1. Módulos profesionales del curso de especialización:

- 5065. Tecnologías de fabricación aditiva.
- 5066. Diseño de estructuras aligeradas y optimización topológica en fabricación.
- 5067. Modelado, laminado e impresión 3D.
- 5068. Escaneado y reparación de mallas 3D.
- 5069. Post procesado.
- 5070. Manejo, reparación y costos de la fabricación aditiva.

2. La duración y distribución horaria semanal ordinaria de los módulos profesionales del curso de especialización son las establecidas en el anexo I. El número de horas semanales está establecido para una duración del curso de especialización de dos trimestres o tres trimestres.

Artículo 6. Flexibilización de la oferta.

La Consejería con competencias en materia de educación podrá diseñar otras distribuciones horarias semanales de los módulos del curso de especialización distintas a las establecidas, encaminadas a la realización de una oferta más flexible y adecuada a la realidad social y económica del entorno. En todo caso, se mantendrá la duración total establecida para cada módulo profesional.

Artículo 7. Resultados de aprendizaje, criterios de evaluación, duración, contenidos y orientaciones pedagógicas de los módulos profesionales.

1. Los resultados de aprendizaje, criterios de evaluación, duración y contenidos del resto de módulos profesionales que forman parte del currículo del curso de especialización de Formación Profesional en Fabricación aditiva, en Castilla-La Mancha son los establecidos en el anexo II de este decreto.

2. Las orientaciones pedagógicas de los módulos profesionales que forman parte del título del ciclo formativo de Grado Superior Fabricación aditiva son las establecidas en el anexo I del Real Decreto 280/2021, de 20 de abril.

Artículo 8. Profesorado.

1. La docencia de los módulos profesionales que constituyen las enseñanzas de este curso de especialización corresponde al profesorado del Cuerpo de Catedráticos de Enseñanza Secundaria, del Cuerpo de Profesores de Enseñanza Secundaria y del Cuerpo de Profesores Técnicos de Formación Profesional, según proceda, de las especialidades establecidas en el anexo III A) del Real Decreto 280/2021, de 20 de abril.

2. Las titulaciones requeridas para acceder a los cuerpos docentes citados son, con carácter general, las establecidas en el artículo 13 del Reglamento de ingreso, accesos y adquisición de nuevas especialidades en los cuerpos docentes a que se refiere la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, aprobado por el Real Decreto 276/2007 de 23 de febrero.

3. El profesorado especialista tendrá atribuida la competencia docente de los módulos profesionales especificados en el anexo III A) del Real Decreto 280/2021, de 20 de abril.

4. El profesorado especialista deberá cumplir los requisitos generales exigidos para el ingreso en la función pública docente establecidos en el artículo 12 del Reglamento de ingreso, accesos y adquisición de nuevas especialidades en los cuerpos docentes a que se refiere la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, aprobado por el Real Decreto 276/2007, de 23 de febrero.

5. Además, con el fin de garantizar que se da respuesta a las necesidades de los procesos involucrados en el módulo profesional, es necesario que el profesorado especialista acredite al inicio de cada nombramiento una experiencia profesional reconocida en el campo laboral correspondiente, debidamente actualizada, de al menos dos años de ejercicio profesional en los cuatro años inmediatamente anteriores al nombramiento.

6. Para el profesorado de los centros de titularidad privada, de otras administraciones distintas de las educativas, las titulaciones requeridas y los requisitos necesarios para la impartición de los módulos profesionales que conforman el curso de especialización son las incluidas en el anexo III C) del Real Decreto 280/2021, de 20 de abril. En todo caso, se exigirá que las enseñanzas conducentes a las titulaciones citadas engloben los objetivos de los módulos profesionales expresados en resultados de aprendizaje y, si dichos objetivos no estuvieran incluidos, además de la titulación deberá acreditarse, mediante certificación, una experiencia laboral de, al menos, tres años en el sector vinculado a la familia profesional, realizando actividades productivas en empresas relacionadas implícitamente con los resultados de aprendizaje.

7. Para las titulaciones habilitantes a efectos de docencia, se atenderá a lo establecido en la disposición adicional cuarta del Real Decreto 280/2021, de 20 de abril.

Artículo 9. Espacios y equipamientos.

1. Los espacios y equipamientos mínimos necesarios para el desarrollo de las enseñanzas del curso de especialización de Formación Profesional en Fabricación aditiva, son los establecidos en el anexo III de este decreto.

2. Las condiciones de los espacios y equipamientos son las establecidas en el artículo 10 del Real Decreto 280/2021, de 20 de abril, que, en todo caso, deberán cumplir la normativa sobre igualdad de oportunidades, diseño para todos y accesibilidad universal, prevención de riesgos laborales y seguridad y salud en el puesto de trabajo.

Artículo 10. Requisitos de los centros que impartan los cursos de especialización.

Los centros docentes que oferten este curso de especialización deberán cumplir, además de lo establecido en este Decreto, el requisito de impartir alguno de los títulos que dan acceso al mismo y que figuran en el artículo 3 de este Decreto.

Disposición adicional única. Autonomía pedagógica de los centros.

Los centros autorizados para impartir el curso de especialización en Fabricación aditiva concretarán y desarrollarán las medidas organizativas y curriculares que resulten más adecuadas a las características de su alumnado y de su entorno productivo, de manera flexible y en uso de su autonomía pedagógica, en el marco legal del proyecto educativo, en los términos establecidos por la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo, y en el Capítulo II del Título III de la Ley 7/2010, de 20 de julio, de Educación de Castilla-La Mancha, e incluirán los elementos necesarios para garantizar que las personas que cursen el ciclo formativo indicado desarrollen las competencias incluidas en el currículo en “diseño para todos”.

Disposición final primera. Implantación del currículo.

El currículo se implantará en todos los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, autorizados para impartirlo, a partir del curso escolar 2022/2023.

Disposición final segunda. Desarrollo.

Se autoriza a la persona titular de la Consejería competente en materia educativa, para dictar las disposiciones que sean precisas para la aplicación de lo dispuesto en este decreto.

Disposición final tercera. Entrada en vigor.

Este decreto entrará en vigor a los veinte días de su publicación en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha.

Dado en Toledo, el X de X de 2022

La Consejera de Educación, Cultura y Deportes

El Presidente

ANEXO I**Duración de los módulos profesionales y la asignación horaria semanal**

Módulos Profesionales	Horas totales	Distribución horaria semanal (Tres trimestres: 32 semanas)	Distribución horaria semanal (Dos trimestres: 21 semanas)
5065. Tecnologías de fabricación aditiva.	82	3	4
5066. Diseño de estructuras aligeradas y optimización topológica en fabricación.	82	3	4
5067. Modelado, laminado e impresión 3D.	188	6	9
5068. Escaneado y reparación de mallas 3D.	74	2	4
5069. Post procesado.	74	2	4
5070. Manejo, reparación y costos de la fabricación aditiva.	100	3	5
	600	19	30

ANEXO II**Módulos Profesionales**

Módulo Profesional: Tecnologías de fabricación aditiva.

Equivalencia en créditos ECTS: 5.

Código: 5065.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Reconoce los principios básicos de la fabricación aditiva analizando las ventajas e inconvenientes de la misma.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha definido el concepto y alcance de la fabricación aditiva.
 - b) Se han identificado los sectores de aplicación de la fabricación aditiva.
 - c) Se ha establecido el valor añadido que aporta la fabricación aditiva en cada uno de los sectores de aplicación.
 - d) Se han identificado las fases comunes a todos los procesos de impresión 3D.
 - e) Se han definido las ventajas que representa la creación de estructuras complejas.
 - f) Se han previsto los límites y dificultades propias de la tecnología aditiva.
2. Reconoce las diferentes técnicas de impresión 3D existentes, describiendo las características específicas de cada una de ellas.

Criterios de evaluación:

- a) Se han reconocido las diferentes técnicas de impresión 3D.
 - b) Se han descrito las características específicas de cada técnica.
 - c) Se han identificado las cualidades y los defectos de cada técnica.
 - d) Se han comparado las diferentes tecnologías de impresión 3D en función de su capacidad estructural.
 - e) Se han comparado las diferentes tecnologías de impresión 3D en función de su resultado estético.
3. Determina los materiales de impresión adecuados, asociándolos a la técnica de impresión 3D más conveniente.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los materiales habitualmente empleados en las diferentes tecnologías de impresión 3D.
 - b) Se han establecido las posibilidades de uso de materiales afines a cada una de las técnicas de impresión 3D.
 - c) Se han seleccionado los diferentes materiales y sus tecnologías asociadas con las necesidades estructurales exigidas.
 - d) Se han seleccionado los diferentes materiales y sus tecnologías asociadas con las necesidades estéticas y de acabado.
4. Identifica las demandas características de los diferentes sectores económicos relacionándolas con las técnicas de impresión 3D.

Criterios de evaluación:

- a) Se han determinado los sectores en los que la fabricación aditiva genera productos elaborados.
- b) Se han identificado los sectores en los que la fabricación aditiva genera herramientas o elementos auxiliares a la producción.
- c) Se han definido las técnicas de fabricación aditiva y los materiales empleados atendiendo a los sectores de aplicación.
- d) Se han relacionado las necesidades estéticas y estructurales con las técnicas de impresión necesarias en los principales sectores industriales.
- e) Se han valorado las diferentes tecnologías de impresión 3D en razón de su coste económico de implantación.
- f) Se han tenido en cuenta criterios de calidad, seguridad y medioambiente de cada una de las diferentes tecnologías de impresión 3D, para poder incorporarlas a los sistemas de gestión de la producción de las empresas.

5. Genera objetos prediseñados aplicando tecnologías FDM y SLA.

Criterios de evaluación:

- a) Se han seleccionado programas para realizar el laminado.
- b) Se han tenido en cuenta las posibilidades de orientación del objeto.
- c) Se ha previsto el comportamiento anisotrópico.
- d) Se han tenido en cuenta las características de relleno, recubrimientos y soporte en la realización del laminado.
- e) Se ha trabajado con las tecnologías FDM y SLA.
- f) Se ha previsto el uso estético o funcional del objeto.
- g) Se han comparado los objetos generados con las diferentes tecnologías.
- h) Se ha reconocido la resistencia y acabado de cada uno de los objetos generados con las distintas tecnologías.

Duración: 82 horas.

Contenidos:

Definición de los principios básicos de la fabricación aditiva:

- Concepto de fabricación aditiva.
- Sectores de aplicación de la fabricación aditiva.
- Procesos y etapas de impresión 3D.
- Fabricación aditiva y creación de estructuras complejas.
- Límites de la fabricación aditiva.

Identificación de las técnicas de impresión 3D:

- Características técnicas de impresión 3D: estructurales y estéticas.
- Tipología de las técnicas de impresión 3D:
 - o FDM. Modelado por deposición fundida.
 - o Polimerización VAT (resinas fotopoliméricas).
 - SLA. Estereolitografía.
 - o SLS. Sinterización selectiva por láser.
 - o Otras tecnologías.

Selección de materiales asociados a las técnicas de impresión:

- Materiales empleados en impresión 3D:
 - o Materiales afines a cada tecnología.
 - o Materiales y necesidades estructurales.
 - o Materiales y necesidades estéticas y de acabado.

Determinación de necesidades en los sectores productivos vinculados a la impresión 3D:

- Tipología de elementos generados en los diferentes sectores productivos:
 - o Productos elaborados.
 - o Herramientas y elementos auxiliares.
- Necesidades estéticas y estructurales específicas de los distintos sectores productivos.
- Coste económico de implantación en las distintas tecnologías de impresión 3D.

Desarrollo de objetos prediseñados con tecnologías FDM y SLA: plantillas, elementos auxiliares, herramientas asociadas:

- Laminado en impresión 3D con *software* propietario.
- Laminado en impresión 3D con *software* libre.
- Orientación y posible comportamiento anisotrópico de las piezas.
- Laminado con tecnología FDM y SLA.
- Técnicas de impresión 3D vinculadas al uso estético o funcional de los objetos.
- Resistencia y acabado de los objetos producidos con tecnología FDM y SLA.

Módulo Profesional: Diseño de estructuras aligeradas y optimización topológica en fabricación.

Equivalencia en créditos ECTS: 5.

Código: 5066.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Relaciona objetos fabricados mediante impresión 3D analizando su estructura y funciones.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado las principales funciones de una estructura.
- b) Se han relacionado los esfuerzos estructurales simples y combinados que actúan sobre una estructura.
- c) Se han establecido las propiedades mecánicas de los materiales más habituales, empleados en fabricación aditiva.
- d) Se ha definido el comportamiento anisotrópico de objetos modelados mediante técnicas de impresión 3D.
- e) Se ha determinado el posicionamiento de piezas durante el proceso de fabricación.
- f) Se ha previsto el comportamiento estructural de los objetos impresos mediante modelado por deposición fundida.

2. Calcula la resistencia de objetos fabricados mediante impresiones 3D realizando ensayos físicos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han definido los procesos de control de calidad ligados a la fabricación aditiva.
- b) Se han aplicado los estándares europeos en los procedimientos de ensayo.
- c) Se han identificado las máquinas habituales para la realización de ensayos físicos.
- d) Se han analizado las principales normas españolas UNE-EN en relación a la fabricación aditiva.
- e) Se han realizado ensayos físicos (tracción, compresión y absorción de humedad) con probetas de diferentes materiales.

3. Genera diferentes tipologías de estructuras aligeradas mediante impresión 3D utilizando *softwares* específicos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado las diferentes tipologías de estructuras aligeradas.
- b) Se han seleccionado programas propietarios o de código abierto para la transformación de modelos STL en estructura aligerada.
- c) Se han generado piezas con estructura aligerada.
- d) Se han generado piezas con diferentes tipologías de rellenos atendiendo a la funcionalidad de la pieza impresa.
- e) Se ha calculado el tiempo de impresión.

f) Se ha reconocido el uso de los materiales a utilizar.

4. Define el proceso de topologización estructural relacionándolo con la fabricación aditiva.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha definido el concepto de topologización estructural.
- b) Se ha relacionado la creación de estructuras complejas con la topologización estructural.
- c) Se han identificado los sectores industriales en los que la topologización estructural es un elemento importante del diseño.
- d) Se han valorado casos reales de topologización estructural.
- e) Se han planificado los pasos necesarios para transformar un diseño preexistente en un diseño topologizado.
- f) Se han identificado las mejoras y ahorros derivados de la transformación de un diseño preexistente mediante topologización.
- g) Se han generado piezas impresas estándar y su versión topologizada.
- h) Se ha calculado la variación del peso y el comportamiento estructural de las piezas topologizadas.
- i) Se ha tenido en cuenta en el diseño criterios de calidad, seguridad y medioambiente.

Duración: 82 horas.

Contenidos:

Definición del concepto de estructura y sus funciones:

- Funciones de las estructuras.
- Esfuerzos sobre estructuras: simples y combinados.
- Propiedades mecánicas de materiales en fabricación aditiva.
- Comportamiento anisotrópico de objetos impresos.
- Comportamiento estructural de objetos impresos.
- Posicionamiento de piezas en el proceso de fabricación aditiva.

Caracterización de los ensayos físicos en fabricación aditiva:

- Control de calidad en la fabricación aditiva.
- Normativa de ensayos: Estándar europeo.
- Normas UNE-EN relacionadas con la fabricación aditiva.
- Laboratorio de ensayos en fabricación aditiva. Maquinaria para la realización de ensayos.
- Probetas modeladas por deposición fundida en diferentes materiales: PLA, ABS, nailon, entre otros.
- Ensayos comparativos: tracción, compresión y absorción de humedad.
- Otros ensayos físicos.

Identificación de las tipologías de estructuras aligeradas en fabricación aditiva:

- Principales tipologías de estructuras aligeradas: *lattice*, *t-grid*, *iso-grid*, giroides, fractales, entre otros.
- Software para la creación de estructuras aligeradas:
 - o *Software* de diseño 3D generativo.
- Piezas con estructura aligerada.
- Tipologías de relleno.

Determinación de la topologización estructural en la fabricación aditiva:

- Topologización estructural.

- Topologización y estructuras complejas.
- Topologización estructural en los diferentes sectores productivos.
- Topologización y reducción de costes en el proceso productivo.
- Topologización y comportamiento estructural de las piezas.
- Diferencias entre las piezas estándar y las topologizadas.
- *Software* para topologización estructural:
 - o *Software* de diseño 3D generativo.

Módulo Profesional: Modelado, laminado e impresión 3D.

Equivalencia en créditos ECTS: 11.

Código: 5067.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Diseña o redefine objetos utilizando *software* de diseño paramétrico para realizar impresión 3D.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los principales programas de diseño paramétrico.
- b) Se ha planificado el diseño de las partes y del conjunto.
- c) Se han generado objetos digitales.
- d) Se han realizado ensamblajes de elementos articulando movimientos.
- e) Se ha verificado el funcionamiento del diseño.
- f) Se han rediseñado objetos.
- g) Se han editado los planos de los objetos diseñados.
- h) Se han migrado los diseños a soportes aptos para la manipulación en programas laminadores.
- i) Se han tenido en cuenta en el diseño criterios de calidad, seguridad y medioambiente.

2. Pone a punto la maquinaria de fabricación aditiva realizando comprobaciones de calidad dimensional.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado las principales herramientas analógicas y digitales de medición y calibración.
- b) Se han realizado medidas con el nonio.
- c) Se han aplicado los procedimientos de tarado de las diferentes herramientas de medición y calibración.
- d) Se han tomado medidas con herramientas de precisión.
- e) Se han calculado coeficientes de deformación dimensional en piezas impresas.

3. Realiza la reconstrucción volumétrica de objetos 3D partiendo de imágenes fotográficas.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los programas específicos de reconstrucción 3D a partir de imágenes fotográficas.
- b) Se han establecido las fases de creación de objetos 3D a partir de fotografías.
- c) Se han realizado reconstrucciones volumétricas a partir de retratos fotográficos.
- d) Se ha realizado la reconstrucción volumétrica de un objeto a partir de varias fotografías tomadas desde distintos ángulos.
- e) Se ha generado un archivo STL con la volumetría creada a partir de fotografías.

4. Genera códigos *G-code* a través de programas laminadores permitiendo la fabricación aditiva del objeto.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los programas específicos de laminado 3D.
- b) Se han identificado los diferentes elementos que influyen en la generación de los códigos *G-code*.
- c) Se ha reconocido como afectan los códigos *G-code* al modelo impreso.
- d) Se han identificado los elementos que pueden causar problemas en la impresión.
- e) Se han determinado las posibles soluciones a los problemas de impresión 3D.
- f) Se ha caracterizado el funcionamiento del laminado para optimizar sus resultados.

5. Determina la estructura y edición de archivos *G-code* favoreciendo la mejora del proceso de fabricación.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha reconocido la estructura de un código *G-code*.
- b) Se han reconocido los diferentes comandos que aparecen en el *G-code*.
- c) Se han identificado los modificadores que se pueden añadir al *G-code* para realizar funciones específicas.
- d) Se han establecido modificaciones en un código *G-code* para añadir cambios de filamentos a mitad de impresión.
- e) Se han realizado modificaciones en un código *G-code* para recuperar una impresión fallida.

Duración: 188 horas.

Contenidos:

Determinación del diseño adaptado a fabricación aditiva:

- *Software* de diseño paramétrico propietario y de código abierto.
- *Software* laminador propietario y de código abierto.
- Modelado digital en impresión 3D.
- Ensamblajes de elementos articulando movimientos en impresión 3D.
- Modificación de diseños en impresión 3D.
- Edición de planos de objetos.
- Programas laminadores: ficheros STL o similares.

Identificación de las herramientas de medición y calibración:

- Herramientas de medición y calibración: analógicas y digitales.
- Procedimientos de tarado.
- Herramientas de medición de precisión.
- Correcciones dimensionales en fabricación aditiva.

Reconstrucción volumétrica en 3D a partir de 2D:

- Fotogrametría y sus aplicaciones.
- *Software* de fotogrametría: propietario y de código abierto.
- *Software* para reconstrucción volumétrica a partir de imágenes fotográficas: propietario o de código abierto.
- Objetos 3D a partir de imágenes: fotografías, análisis de coincidencias, triangulación, creación de nube de puntos y generación de superficies.

Desarrollo del laminado de objetos digitales:

- Lenguaje de programación *G-code* en impresión 3D.
- *Software* laminador propietario y de código abierto.
- Identificación de problemas en el laminado 3D. Soluciones propuestas.
- Optimización de resultados en impresión 3D.

Generación de códigos *G-code*:

- Estructura del *G-code*.
- Comandos *G-code*.
- Modificadores *G-code* para funciones específicas.
- Modificaciones de *G-code*. Cambio de filamento. Recuperación de una impresión fallida.

Módulo Profesional: Escaneado y reparación de mallas 3D.

Equivalencia en créditos ECTS: 4.

Código: 5068.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Identifica en función de las necesidades específicas los tipos de escáneres relacionándolos con las aplicaciones para los que están destinados.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado tipologías de escaneado 3D.
 - b) Se han valorado los principios físicos que intervienen en las diferentes tecnologías aplicadas al escaneo 3D.
 - c) Se han identificado diferentes aplicaciones de escaneado 3D.
 - d) Se han valorado las diferentes tipologías de escaneado con sus ventajas y limitaciones.
 - e) Se ha relacionado cada tipología de escáner 3D con las aplicaciones a las que se destina.
 - f) Se han relacionado tipologías de escáneres 3D con necesidades industriales específicas.
2. Controla el escaneado y sus aplicaciones asimilando los conceptos propios del proceso.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha caracterizado el proceso de escaneado en los diferentes sistemas.
- b) Se han identificado los problemas derivados de la gestión de nubes de puntos y los procesos matemáticos para definir superficies por triangulación.
- c) Se han determinado los mecanismos necesarios para escanear en 3D la geometría, la textura y el color de los objetos.
- d) Se han identificado los términos propios de la técnica de escaneado 3D.
- e) Se ha definido el concepto de ingeniería inversa y sus aplicaciones.
- f) Se ha valorado la importancia del escaneado en procesos de ingeniería inversa.

3. Escanea objetos para impresión en 3D utilizando un escáner estándar.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha generado una nube de puntos.
- b) Se ha generado una malla 3D a partir de la nube de puntos.

- c) Se han corregido, reparado y ensamblado las mallas 3D obteniendo un modelo tridimensional del objeto.
- d) Se ha convertido la malla en un objeto sólido digital.
- e) Se ha recogido información de la geometría y las características del objeto.
- f) Se ha generado un archivo STL.

4. Escanea objetos para impresión en 3D utilizando aplicaciones para teléfonos móviles y *software* específico de fotogrametría.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha escaneado un objeto mediante de fotogrametría.
- b) Se ha escaneado el mismo objeto mediante aplicaciones fotográficas para teléfonos móviles.
- c) Se han manipulado las mallas 3D, corrigiéndolas, depurándolas y enlazándolas.
- d) Se ha generado un modelo tridimensional de cada malla.
- e) Se han planificado los modelos en el formato adecuado.
- f) Se ha comparado la calidad en la geometría y en las texturas obtenidas en los escaneos.

5. Repara ficheros STL utilizando *software* libre específico para permitir el aprovechamiento de archivos dañados o incompletos.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha identificado la morfología de una malla STL.
- b) Se ha reconocido una malla STL en busca de errores.
- c) Se ha eliminado malla corrupta reparándola con nuevos triángulos.
- d) Se han unido varias mallas para generar un nuevo modelo STL.
- e) Se han invertido polígonos en una malla STL para orientarla hacia un mismo lado.

Duración: 74 horas.

Contenidos:

Caracterización de las tipologías de escáneres 3D:

- Fundamentos del escaneado 3D.
- Aplicaciones del escaneado 3D:
 - o Producción industrial.
 - o Diseño, entretenimiento.
 - o Modelado.
 - o Topografía.
 - o Arquitectura.
 - o Sanidad.
- Clasificación de escáneres 3D:
 - o Con contacto.
 - o Sin contacto.
- Sectores industriales y tipología de escáneres.
- Ventajas e inconvenientes de las distintas tipologías de escáneres 3D.
- Necesidades industriales en escaneado 3D.

Determinación del proceso de escaneado 3D:

- Fundamentos de las tecnologías de escaneado 3D:
 - o Fundamento físico del escáner de luz estructurada.
 - o Fundamento físico del escaneado basado en fotogrametría.

- Creación y gestión de nubes de puntos.
- Escaneado de geometría.
- Escaneado de colores y texturas.
- Ingeniería inversa y sus aplicaciones.
- Escaneado 3D e ingeniería inversa.

Desarrollo de objetos digitales a partir del escaneo 3D:

- *Software* propietario y de código abierto para escaneo 3D.
- Mallas a partir de nubes de puntos.
- Reparación y ensamblado de mallas.
- Conversión de mallas en sólidos 3D.
- Geometría y características de los objetos digitales escaneados.
- Conversión a sólido: Archivos STL.

Identificación de aplicaciones de teléfonos móviles y del *software* específico de fotogrametría para escaneo 3D:

- Fotogrametría en impresión 3D.
- *Software* propietario y de código abierto para fotogrametría 3D:
o *Meshroom*.
- Aplicaciones de fotogrametría 3D para teléfonos móviles:
o *Scann 3D*.
- Manipulación de mallas 3D. Corrección y depuración.
- Obtención de modelos tridimensionales.

Reparación de ficheros STL:

- *Software* de reparación y modelado 3D.
- Morfología de ficheros STL.
- Reparación de archivos STL.
- Eliminación de zonas corruptas en mallas 3D y su reparación.
- Unión de mallas para generar nuevos ficheros STL.
- Inversión de polígonos de una malla STL.

Módulo Profesional: Post procesado.

Equivalencia en créditos ECTS: 5.

Código: 5069.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Diseña y construye piezas de grandes dimensiones con impresoras de pequeño formato utilizando *software* específico.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha separado una pieza en elementos menores con un *software* de diseño específico.
- b) Se ha valorado el tipo de ensamblaje entre piezas para asegurar una unión correcta y duradera.
- c) Se han generado las partes impresas del modelo.
- d) Se han ensamblado y encolado las partes de acuerdo al diseño inicial.
- e) Se ha realizado un suavizado de los encuentros y superficies teniendo en cuenta los materiales y métodos de impresión utilizados.
- f) Se ha aplicado el acabado adecuado del modelo.

2. Identifica y genera tratamientos superficiales mecánicos post impresión, comparándolos con los acabados primarios del proceso.

Criterios de evaluación:

- a) Se han determinado posibles tratamientos superficiales mecánicos y sus compatibilidades con los materiales usuales de impresión.
- b) Se han realizado procedimientos de acabado manual básicos de acuerdo con las medidas adecuadas de seguridad y salud.
- c) Se han realizado procesos de acabado con equipos especializados.
- d) Se han relacionado los procedimientos mecánicos de post impresión con las calidades superficiales del objeto tratado.
- e) Se ha valorado la calidad obtenida comparándolo con el objeto primario teniendo en cuenta el material empleado.
- f) Se han identificado los principales riesgos de seguridad e higiene en los procesos mecánicos de post impresión tomando las medidas de protección individuales y colectivas necesarias.

3. Identifica y realiza tratamientos superficiales térmicos y químicos post impresión comparándolos con los acabados primarios del proceso.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los posibles tratamientos superficiales químicos y su compatibilidad con los materiales usuales de impresión.
- b) Se han identificado los posibles tratamientos superficiales térmicos y su compatibilidad con los materiales usuales de impresión.
- c) Se han realizado procedimientos térmicos de soldadura, suavizado superficial y termoformado sobre piezas impresas cumpliendo las necesarias medidas de seguridad y salud.
- d) Se han realizado procedimientos químicos de suavizado superficial y encolado de piezas impresas reconociendo los riesgos de seguridad e higiene y observando las medidas de seguridad y salud necesarias.
- e) Se han comparado los resultados de los procesos de post procesado superficial, térmico y químico con las superficies primarias.

4. Identifica las diferentes tipologías de post-procesado, alcanzando resistencias óptimas en los materiales de impresión empleados.

Criterios de evaluación:

- a) Se han relacionado las tipologías de post procesado y curado con los procesos industriales que los requieren.
- b) Se ha determinado el proceso de post procesado de acabado y endurecimiento de las resinas fotopoliméricas.
- c) Se ha generado un elemento impreso en resinas fotopoliméricas.
- d) Se ha realizado un post procesado de endurecimiento de un objeto impreso en resinas fotopoliméricas.
- e) Se ha reconocido el proceso de manipulado de polvos poliméricos en el post procesado de piezas impresas en SLS.
- f) Se ha definido el post procesado de los objetos metálicos fabricados mediante sinterización directa de metal.
- g) Se han identificado los principales riesgos de seguridad e higiene en los procesos de post procesado tomando las medidas de protección individuales y colectivas necesarias.

5. Reconoce los procedimientos de pegado y acabado de piezas impresas atendiendo al material y la técnica de impresión utilizada.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado las diferentes colas y adhesivos relacionándolos con los materiales para los que están destinados y sus posibles incompatibilidades químicas.
- b) Se han identificado los diferentes acabados, relacionándolos con los materiales a los que están destinados y sus posibles incompatibilidades químicas.
- c) Se han generado piezas encoladas a partir de objetos impresos.
- d) Se han generado diferentes acabados en objetos impresos.
- e) Se han identificado las incompatibilidades químicas en los diferentes acabados.

6. Cumple las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, e identifica los riesgos laborales asociados, las medidas y los equipamientos para prevenirlos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los riesgos laborales y peligros que supone la manipulación de los materiales, las herramientas, los utensilios y las máquinas de post procesado.
- b) Se han respetado las normas de seguridad al operar con máquinas y herramientas.
- c) Se han identificado las causas más frecuentes de accidentes en la manipulación de productos químicos, herramientas, máquinas de corte y conformación, entre otras.
- d) Se han reconocido los elementos de seguridad y los equipamientos de protección individual y colectiva (calzado, protección ocular e indumentaria, entre otras) necesarias en las operaciones de post procesado.
- e) Se ha identificado el uso correcto de los elementos de seguridad y de los equipamientos de protección individual y colectiva.
- f) Se ha relacionado la manipulación de productos químicos, herramientas y máquinas con las medidas de seguridad y protección individual requeridas.
- g) Se han reconocido las posibles fuentes de contaminación del contorno ambiental.
- h) Se han clasificado los residuos generados para su retirada selectiva.
- i) Se ha valorado el orden y la limpieza de las instalaciones y de los equipamientos como primer factor de prevención de riesgos laborales.

Duración: 74 horas.

Contenidos:

Determinación de la fabricación aditiva de piezas de grandes dimensiones:

- *Software* de diseño para la preparación de piezas de grandes dimensiones en 3D.
- Diseño y ensamblaje de partes en elementos de grandes dimensiones
- Procedimientos de post procesado superficial en piezas de grandes dimensiones.

Desarrollo de tratamientos post impresión superficiales mecánicos:

- Compatibilidad de tratamientos mecánicos con los materiales de impresión.
- Procedimientos de post procesados mecánicos básicos.
- Equipos especiales para acabados mecánicos.
- Calidades en los diferentes sistemas de post procesados mecánicos.
- Prevención de riesgos laborales y medidas de seguridad necesarias en la realización de tratamientos post procesados mecánicos.

Desarrollo de tratamientos post impresión superficiales térmicos y químicos:

- Compatibilidad de los tratamientos superficiales químicos y térmicos con los materiales de impresión.
- Procedimientos térmicos de post procesado.
- Procedimientos químicos de suavizado superficial y encolado de piezas impresas.
- Prevención de riesgos laborales y medidas de seguridad necesarias en la realización de post procesados térmicos y químicos.

Caracterización de los procesos de curado o termofijado y estabilización de materiales de impresión:

- Procesos industriales en fabricación aditiva con necesidad de post procesado y curado.
- Acabado y endurecimiento de resinas fotopoliméricas.
- Prevención de riesgos laborales y medidas de seguridad necesarias en la realización de post procesados de acabado y endurecimiento de resinas fotopoliméricas.
- Manipulado de polvos poliméricos en el post procesado de piezas impresas en SLS. Prevención de riesgos laborales y medidas de seguridad necesarias en la manipulación de polvos poliméricos en el post procesado de piezas impresas en SLS.
- Post procesado de objetos metálicos fabricados con sinterización directa de metal.
- Prevención de riesgos laborales y medidas de seguridad necesarias en la realización de post procesados de objetos metálicos fabricados mediante sinterización directa de metal.

Selección de procedimientos de pegado y acabado de piezas impresas:

- Tipos de colas y adhesivos. Incompatibilidades químicas con los materiales de impresión.
- Acabados de objetos impresos. Incompatibilidades químicas de los acabados.

Prevención de riesgos laborales, seguridad y protección ambiental:

- Normativa de prevención de riesgos laborales asimilable a procesos de post procesado en fabricación aditiva.
- Prevención de riesgos laborales en los procesos post procesado.
- Normas de seguridad en el empleo de máquinas y herramientas.
- Identificación de las causas más frecuentes de accidentes laborales en las instalaciones de fabricación aditiva.
- Equipamientos de protección individual y colectiva: características y medios de uso.
- Normativa reguladora en gestión de residuos laborales asimilable a procesos de post procesado en fabricación aditiva.
- Orden y limpieza como elemento fundamental de la seguridad en el trabajo.

Módulo Profesional: Manejo, reparación y costos de la fabricación aditiva.

Equivalencia en créditos ECTS: 6.

Código: 5070.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Reconoce los principios básicos de funcionamiento de la fabricación aditiva y sus procesos, identificando las partes críticas y planificando el mantenimiento de la maquinaria.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los elementos particulares de cada tecnología de fabricación aditiva.

- b) Se han establecido los elementos comunes a todas las tecnologías de fabricación aditiva.
- c) Se han identificado los elementos críticos de cada tecnología de fabricación aditiva.
- d) Se ha realizado una planificación del mantenimiento de una impresora 3D.
- e) Se ha realizado un supuesto de planificación del mantenimiento de un proceso de fabricación aditiva profesional.
- f) Se ha valorado el coste de la planificación de mantenimiento.

2. Desmonta, repara y sustituye los elementos de una impresora estándar identificando sus partes.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado las partes de una impresora de modelado por deposición fundida.
- b) Se han desmontado y montado los elementos críticos de una impresora de modelado por deposición fundida.
- c) Se ha realizado el mantenimiento, limpieza, puesta a punto, calibrado y comprobación de funcionamiento de partes críticas de una impresora de modelado por deposición fundida.
- d) Se ha impreso un modelo estándar para comprobar la calidad de impresión en una impresora de modelado por deposición fundida.
- e) Se han identificado las partes de una impresora estereolitográfica (resinas foto poliméricas).
- f) Se han desmontado y montado los elementos críticos de una impresora estereolitográfica.
- g) Se ha realizado el mantenimiento, limpieza, puesta a punto, calibrado y comprobación de funcionamiento de partes críticas de una impresora estereolitográfica.
- h) Se ha impreso en la impresora estereolitográfica un modelo estándar de comprobación de la calidad de impresión.

3. Edita y modifica los principales *firmwares* de trabajo en función de las necesidades específicas de cada impresión optimizando los resultados.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los *firmwares* más habituales en impresión 3D.
- b) Se han valorado las ventajas y desventajas de los diferentes *firmwares* de código abierto en función de las impresoras 3D existentes en el taller.
- c) Se ha realizado el proceso de actualización del *firmware* de código abierto en función de las impresoras 3D existentes en el taller.
- d) Se han editado los códigos de los diferentes *firmwares* de las máquinas de impresión 3D del taller.
- e) Se ha modificado el *firmware* de código abierto de las diferentes tipologías de máquinas de impresión 3D del taller.
- f) Se ha impreso un modelo estándar para comprobar la calidad de impresión en una impresora 3D con *firmware* actualizado o modificado.

4. Identifica los problemas de calibrado en procesos de impresión optimizando la calidad de las piezas obtenidas.

Criterios de evaluación:

- a) Se han detectado los mecanismos críticos con necesidad de calibración de las diferentes tecnologías de fabricación aditiva.

- b) Se han identificado los problemas de calibrado de las diferentes tipologías de máquinas de impresión 3D existentes en el taller.
 - c) Se ha valorado el funcionamiento de las herramientas habituales para la realización de mediciones y calibración de precisión.
 - d) Se ha seleccionado la metodología de calibración propia de las impresoras 3D existentes en el taller.
 - e) Se han calibrado y ajustado las diferentes impresoras 3D existentes en el taller.
 - f) Se ha impreso un modelo estándar en impresoras 3D calibradas y ajustadas para comprobar la calidad de impresión.
5. Genera objetos en 3D de acuerdo con la calidad y velocidad de impresión adecuadas optimizando el consumo de recursos.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha obtenido un modelo tridimensional del objeto.
 - b) Se ha preparado el modelo en el formato adecuado.
 - c) Se ha recogido información de la geometría y las características del objeto.
 - d) Se ha laminado el objeto mediante el empleo de *software* privativo o de código abierto específicos.
 - e) Se ha configurado el laminado del objeto atendiendo a su funcionalidad, calidad de acabado, tiempo de impresión y características específicas del material empleado.
 - f) Se ha orientado el objeto atendiendo a su funcionalidad, las características anisotrópicas propias del proceso y la optimización del consumo de material.
 - g) Se ha generado un objeto impreso con la configuración deseada.
6. Planifica y determina los costes de la fabricación aditiva comparando las diferentes opciones tecnológicas para su implantación optimizada en la empresa.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los costes del diseño de un proceso de fabricación aditiva.
 - b) Se han calculado los costes de producción de un proceso de fabricación aditiva.
 - c) Se han determinado los costes de post producción de un proceso de fabricación aditiva.
 - d) Se han calculado los costes de los sistemas de control de calidad en una producción de fabricación aditiva.
 - e) Se han establecido los gastos generales y de consumibles de una producción de fabricación aditiva.
 - f) Se ha generado un supuesto de implantación de una tecnología específica de fabricación aditiva en una línea de fabricación industrial.
7. Cumple las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental identificando los riesgos laborales asociados, las medidas y los equipamientos para prevenirlos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los riesgos laborales y el nivel de peligro que supone la manipulación de los materiales, las herramientas, los utensilios y las máquinas, incluidas las de impresión.
- b) Se ha operado con máquinas de impresión y herramientas respetando las normas de seguridad.
- c) Se han identificado las causas más frecuentes de accidentes en la manipulación de materiales, herramientas, máquinas de corte y conformación, entre otras.

- d) Se han reconocido los elementos de seguridad y los equipamientos de protección individual y colectiva (calzado, protección ocular e indumentaria, entre otras.) que cumpla emplear en las operaciones de impresión y reparación.
- e) Se ha identificado el uso correcto de los elementos de seguridad y de los equipamientos de protección individual y colectiva.
- f) Se ha relacionado la manipulación de materiales, herramientas y máquinas con las medidas de seguridad y protección individual requeridas.
- g) Se han identificado las posibles fuentes de contaminación del contorno ambiental.
- h) Se han clasificado los residuos generados para su retirada selectiva.
- i) Se ha valorado el orden y la limpieza de las instalaciones y de los equipamientos como primero factor de prevención de riesgos laborales.

Duración: 100 horas.

Contenidos:

Planificación del mantenimiento de maquinaria de fabricación aditiva:

- Elementos críticos en fabricación aditiva.
- Planificación del mantenimiento en fabricación aditiva.
- Coste del mantenimiento en fabricación aditiva.

Reparación y mantenimiento de impresoras 3D estándar:

- Elementos de una impresora de modelado por deposición fundida.
- Desmontado y montado de elementos críticos de impresora de modelado por deposición fundida.
- Mantenimiento, limpieza, puesta a punto, calibrado y comprobación de impresora de modelado por deposición fundida.
- Partes de una impresora estereolitográfica.
- Desmontado y montado de elementos críticos de impresora estereolitográfica.
- Mantenimiento, limpieza, puesta a punto, calibrado y comprobación de impresora estereolitográfica.

Edición y modificación del *firmware*:

- *Firmwares* propietarios y de código abierto más habituales en herramientas de impresión 3D.
- Actualización, edición y modificación del *firmware*.

Ajuste y calibración de las máquinas de impresión 3D:

- Elementos críticos con necesidad de calibración en fabricación aditiva.
- Problemas de calibrado en impresoras 3D.
- Herramientas de medición y calibración de precisión.
- Metodología de calibrado.

Desarrollo de impresión 3D de acuerdo con las características requeridas:

- Parámetros destacados en fabricación aditiva:
 - o Calidad solicitada.
 - o Velocidad de impresión.
 - o Optimización del consumo de recursos.
- Laminado en impresión 3D.
- Orientación de impresión y anisotropía de los objetos fabricados.

Determinación de costes directos o indirectos de producción en fabricación aditiva:

- Costes de modelado en impresión 3D.
- Costes de ejecución en impresión 3D.
- Costes de material en impresión 3D.
- Costes de acabado de post-procesado en impresión 3D.

Prevención de riesgos laborales, seguridad y protección ambiental:

- Normativa de prevención de riesgos laborales asimilable a fabricación aditiva.
- Prevención de riesgos laborales en los procesos de montaje y mantenimiento de equipos de fabricación aditiva.
- Normas de seguridad en el empleo de máquinas y herramientas de fabricación aditiva.
- Identificación de las causas más frecuentes de accidentes laborales en las instalaciones de fabricación aditiva.
- Equipamientos de protección individual y colectiva: características y medios de uso.
- Normativa reguladora en gestión de residuos.
- Orden y limpieza como elemento fundamental de la seguridad en el trabajo.

Anexo III

Espacios y equipamientos mínimos

Espacios mínimos:

Espacio formativo	Superficie m ²	
	30 alumnos	20 alumnos
Aula de diseño.	120	80
Laboratorio de impresión 3D.	180	120
Laboratorio de escaneado.	180	120

Equipamientos mínimos:

Espacio formativo	Equipamientos mínimos
Aula de diseño.	Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Escáner. Plotter. Programas de diseño. Sistemas de reprografía.
Laboratorio de impresión 3D.	Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Sistemas de reprografía. Software de aplicación. Impresoras 3D DMF y SLS.
Laboratorio de escaneado.	Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet.

Espacio formativo	Equipamientos mínimos
	Sistemas de reprografía. Escáneres 3D. <i>Software</i> de aplicación.