Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Título del Proyecto:

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing

CLLAIM

Número de referencia:

2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

Paquete de Trabajo WP03

Líder del Paquete de Trabajo TWI

Entregable 3.3

Título: Kit Pedagógico para formadores en el campo de la Fabricación Aditiva

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Licencia abierta

Todos estos materiales públicos y educativos obtenidos gracias a la financiación de Erasmus+ se publican gratuitamente y bajo una licencia abierta. Se autoriza cualquier uso de esta obra/documento, la explotación, el intercambio o la adaptación de este recurso, así como la creación de obras derivadas sin restricciones. Sólo debe reconocerse la autoría. Por lo tanto, se permite el libre acceso y la posibilidad de utilizar los entregables. Una licencia abierta no es una transferencia de derechos de autor o de propiedad intelectual (IPR) y el beneficio.

© 2021 CCLAIM Esta obra tiene una licencia de *Creative Commons Attribution 4.0 International Licence.*

Índice

Índice 3
Introducción 5
1. Uso del Kit Pedagógico 6
1.1. Modalidades de enseñanza 6
1.2. Estilos de aprendizaje 6
1.3. Herramientas de enseñanza 7
1.4. Buena práctica para las presentaciones 7
2. Herramientas pedagógicas 9
2.1. Herramientas para los formadores en el campo de AM 9
2.1.1. Herramientas para registrar las evidencias de la formación 9
2.1.2. Herramientas para tareas prácticas 10
2.1.3. Certificado de asistencia 10
2.1.4. Normas y material de lectura 10
2.1.5. Cómo escribir y validar las preguntas 10
2.1.6. Biblioteca de ejemplos de preguntas durante la formación 12
2.1.7. Biblioteca de componentes en AM (archivos CAD) 12
2.1.8. Biblioteca de imágenes y videos de AM 13
2.1.9. Ejemplos de casos de estudio en AM 13
2.1.10. Evaluaciones y entrevistas finales 13
3. Lista de verificación de plantillas y herramientas para traducir: 13
4. Resumen 14
5. Anexos 15
Anexo 1.1: Plantilla del plan de enseñanza 15
Anexo 1.2: Ejemplo del plan de enseñanza 16
Anexo 2.1: Plantilla de lista de asistencia 17
Anexo 2.2: Ejemplo de lista de asistencia 18
Anexo 3.1: Plantilla de pruebas de evaluación (teoría) 19
Anexo 4.1: Plantilla de pruebas de evaluación (tareas prácticas) 20
Anexo 5.1: Plantilla ficha de desarrollo – ejemplo 21
Anexo 6.1: Plantilla de instrucciones de trabajo 25
Anexo 7.1: Plantilla de casos de estudio 26
Anexo 8.1: Certificado de asistencia 27

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anexo 8.2: Ejemplo de certificado de asistencia 27
Anexo 9.1: Biblioteca de preguntas de formación 28
Anexo 10.1: Ejemplos de casos de estudio en AM 31

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Introducción

El objetivo principal de Creating KnowLedge and SkilLs in AddItive Manufacturing (CLLAIM), destinado al sector de la fabricación en ingeniería, es desarrollar un nuevo sistema y organismo internacional de cualificación orientado al sector de Fabricación Aditiva (AM) mediante el intercambio entre los socios de la UE de un innovador plan de estudios de formación.

El kit pedagógico para formadores reúne varias metodologías pedagógicas, centradas en el aprendizaje basado en el trabajo y en los métodos centrados en el alumno aplicados a las cualificaciones profesionales, así como en la integración de nuevos materiales y ejercicios de formación, entre otros instrumentos.

El presente documento tiene por objeto garantizar una utilización coherente y homogénea de las metodologías de formación aplicadas en los cursos, entre los distintos países.

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

1. Uso del Kit Pedagógico

La información de este documento describe las herramientas que un formador de AM debe utilizar. El personal que participe en la formación AM deberá completar un programa formal documentado de formación de formadores, que deberá contener la siguiente información.

El término "pedagogía" se refiere esencialmente a los procesos y relaciones de aprendizaje y enseñanza. Un conjunto de herramientas ayuda a ello proporcionando al candidato y al formador una plataforma para participar en estas actividades, dentro de una base temática.

1.1. Modalidades de enseñanza

El conjunto de herramientas pedagógicas está diseñado para ofrecer herramientas que ayuden en el proceso de aprendizaje y formación. Cuando nos fijamos en la enseñanza de la disciplina hay varios aspectos a considerar:

1) **Experto:** Al igual que un entrenador, los expertos comparten conocimientos, demuestran su pericia, asesoran a los candidatos y proporcionan sugerencias para mejorar la comprensión y promover el aprendizaje.
2) **Autoridad formal:** Los formadores autorizados incorporan el formato tradicional de conferencia y comparten muchas de las mismas características que los expertos, pero con menos interacción de los candidatos.
3) **Modelo personal:** Incorpora estilos de enseñanza combinados que combinan las técnicas adecuadas con los escenarios de aprendizaje apropiados y sus candidatos en un formato adaptable.
4) **Facilitador:** Diseña actividades de formación participativas y gestiona proyectos de aula, a la vez que proporciona información y ofrece sugerencias para facilitar el aprendizaje.
5) **Delegado:** Organiza el aprendizaje en grupo, observa a los candidatos, ofrece consultas y promueve la interacción entre grupos e individuos para lograr los objetivos de formación.

Hemos enumerado estos en los enfoques de enseñanza y cada formador tendrá aspectos de estos dentro de sus estilos de enseñanza. No hay un único enfoque en sí mismo que sea el mejor; dependerá del material del tema, la información que se transmita y los estilos de aprendizaje de los candidatos.

1.2. Estilos de aprendizaje

Además de lo anterior, también debemos considerar cómo los candidatos prefieren aprender. Se pueden listar en siete categorías separadas:

1) **Visual (espacial)**: Emplear fotos, imágenes y comprensión espacial.
2) **Aural (auditivo-musical):** Emplear el sonido y la música.
3) **Verbal (lingüística):** Emplear las palabras, tanto en el habla como en la escritura.
4) **Físico (kinestésico):** Emplear cuerpo, manos y sentido del tacto.
5) **Lógico (matemático):** Emplear la lógica, el razonamiento y los sistemas.
6) **Social (interpersonal):** Prefiere aprender en grupo o con otras personas.
7) **Solitario (intrapersonal):** Prefiere trabajar solo y usar el auto-estudio.

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

1.3. Herramientas de enseñanza

Es esencial disponer de herramientas de enseñanza, ya que tenemos información que impartir y necesitamos asegurarnos de que el candidato alcance un nivel de competencia, que incluya tanto conocimientos teóricos como prácticos. A menudo tenemos una cantidad de tiempo determinada en la que necesitamos hacer esto. Todo esto ayuda a facilitar el proceso de aprendizaje.

Las herramientas de enseñanza pueden ser amplias y variadas e incluyen:

- Material del curso (apuntes/manuales)
- Videos
- Estudios de casos (pueden ser actividades individuales o de grupo)
- Material adicional de lectura
- Listado de normativa
- Diagramas y gráficos de flujo
- Animaciones
- Imágenes, incluyendo archivos CAD y planos de ingeniería
- Instrucciones escritas y procedimientos
- Preguntas ejemplo
- Ejercicios prácticos
- Material de aprendizaje online combinado, que puede incluir todo lo anterior

1.4. Buena práctica para las presentaciones

Cuando se prepara para dar una presentación, usted quiere que su público se involucre e interese en la información que usted está entregando. La aplicación de las siguientes prácticas mejorará su presentación y el compromiso del público:

- ☑ **Enfócate en una idea por diapositiva**. Evite demasiada información en una diapositiva, su presentación de diapositivas será mucho más atractiva visualmente si divide su contenido en varias diapositivas.
- ☑ **Usar dos o tres fuentes como máximo**. Use sólo dos o tres fuentes en toda su presentación. La consistencia es la clave, y debes asegurarte de que tus diapositivas se vean cohesivas y como si estuvieran juntas.
- ☑ **Manténgalo a menos de seis líneas de texto**. Tu diapositiva no debería ser sólo un muro de texto. En su lugar, asegúrese de mantenerla en menos de seis líneas de texto como máximo; idealmente menos. El contenido incluido en la diapositiva debe limitarse a los puntos principales de conversación y su voz debe hacer el resto. Los elementos visuales son igual de importantes.
- ☑ **Reduzca o evite el uso de las viñetas**. Hay otras formas más atractivas y visualmente atractivas de diseñar sus diapositivas de presentación. Usar iconos, imágenes, gráficos.
- ☑ **Crear un fuerte contraste**. En tu público, puedes tener gente sentada en la parte de atrás de la sala, relativamente lejos de tu pantalla. Para asegurarte de que aún puedan ver las diapositivas de tu presentación, necesitas crear un fuerte contraste. Esto significa que el texto debe resaltar fácilmente sobre el fondo.

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

- ☑ **Limítese a dos o tres colores.** Así como no debes usar más de dos o tres fuentes en tu presentación, lo mismo vale para los colores. Cuando empiezas a usar cuatro, cinco, seis colores en una presentación, puede comenzar a verse desordenado y como si las diapositivas no coincidieran o fueran juntas en la misma presentación. Los colores también pueden ser utilizados para vincular ideas o puntos de aprendizaje.
- ☑ **Agregar audio y video**. Una gran manera de crear una presentación interactiva es añadiendo elementos de audio y vídeo a las diapositivas. Esto te ayuda a tomar un descanso de la conversación y puede dar a tu presentación otra dimensión.
- ☑ **Limítese a una imagen por diapositiva**. Para las imágenes y fotografías, es mejor incorporar sólo una en cada diapositiva. Hay varias maneras diferentes de usar estas imágenes, como un fondo, una foto de acento o con una superposición de colores.
- ☑ **Usar gráficos de alta calidad**. Siempre use gráficos vectoriales de alta calidad que se vean bien sin importar cuán grandes o pequeños sean. Los iconos y gráficos pueden ser una forma efectiva de representar visualmente sus palabras y el contexto y ayudar a su público a entender lo que está diciendo.
- ☑ **Utilizar la visualización de datos**. La visualización de datos puede incluir cualquier cosa, desde gráficos y tablas hasta radiales y tablas de iconos. Es esencialmente tomar números y estadísticas y mostrarlos de forma visual para que sea más fácil de entender para su audiencia de un vistazo.
- ☑ **Hágalo interactivo**. Mencionamos que agregar audio y video a las diapositivas de la presentación puede ayudar a hacerla interactiva. Añadir enlaces a tu presentación, ya sea entre diapositivas o incluso entre elementos de una misma diapositiva, es una excelente manera de crear una presentación de diapositivas única. También puedes preparar un cuestionario interactivo enlazando elementos en una sola diapositiva.
- ☑ **Mantener las transiciones y animaciones consistentes**. Es importante mantener todas las transiciones y animaciones consistentes dentro de su presentación o puede fácilmente abrumar a su público. Se recomienda mantener un solo tipo de transición y animación a lo largo de toda la presentación de diapositivas. Evita la animación de cada uno de tus elementos. Deje que algunos de ellos permanezcan estáticos mientras que otros elementos más importantes se animan en la pantalla.
- ☑ **Sea enérgico**. u público puede sentir su energía, y si usted está de pie en el frente de la sala y habla a través de cada diapositiva con una voz poco entusiasta y monótona, su público perderá rápidamente el interés. Muévete por el frente de la sala o usa movimientos de manos.
- ☑ **Conoce a tu público.** Entienda quién va a estar en su público, cuánta gente, cuáles son sus antecedentes.
- ☑ **Resumir**. Tomarse un tiempo a lo largo de su presentación para resumir lo que ha dicho hasta ahora es una buena manera de ayudar a su público a comprender plenamente el material y recordarlo para el futuro. Cree una diapositiva resumen después de cada punto principal y/o al final de su presentación para concluir.
- ☑ **Actualizar y adaptar regularmente**. Para mantener la relevancia de su presentación, asegúrese de actualizar y adaptar regularmente su contenido para que sea actual y preciso. También puede incluir un área en el pie de su primera o última diapositiva con

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

la fecha de creación junto con la última fecha de actualización para que su público sepa que está siendo revisada a menudo con información actualizada.

2. Herramientas pedagógicas

Debido al sistema actual, la mayoría de los fabricantes de equipos en AM llevan a cabo la formación para los clientes utilizando sus propios formatos de cursos de formación basados en el funcionamiento y el mantenimiento establecido de sus equipos. Se prevé que los fabricantes y los proveedores de formación podrían hacer referencias cruzadas de su programa de estudios para cumplir con la **"directriz de cualificación CLLAIM en AM"** que cubre las horas mínimas de formación y los requisitos de experiencia bajo las diferentes rutas de cualificación:

1. Ruta Estándar: Formación convencional en el aula.
2. Ruta de aprendizaje combinado: Las Unidades de Competencia Transversales (conocimientos teóricos y habilidades) pueden enseñarse utilizando una combinación de aprendizaje a distancia y programas de formación tradicionales en el aula o en el trabajo.
3. Ruta Alternativa: El reconocimiento del aprendizaje previo (RPL) permite a quienes ya tienen conocimientos y aptitudes pertinentes en una función laboral concreta por medios de educación formal, informal y no formal, proceder a un examen sin necesidad de asistir obligatoriamente a un curso de formación aprobado o a una unidad de competencia específica.

2.1. Herramientas para los formadores en el campo de AM

El objetivo del kit pedagógico es proporcionar material y herramientas para los formadores en el campo de AM. La siguiente lista es una guía del uso de estas herramientas:

2.1.1. Herramientas para registrar las evidencias de la formación

Durante la formación, el instructor registrará la información de asistencia y las pruebas de formación por candidato como prueba de la formación impartida (evaluaciones teóricas o prácticas). Se elaborará un plan de lecciones basado en el programa de estudios y se pondrá a disposición de los candidatos. La información mínima requerida para cada documento y las plantillas sugeridas figuran en la siguiente lista:

- **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**
- **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**
- Anexo 2.1: de lista de asistencia
- **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de lista de asistencia
-
- Anexo 3.1: Plantilla de pruebas de evaluación (teoría)
-
- Anexo 4.1: Plantilla de pruebas de evaluación (tareas prácticas)

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

2.1.2.Herramientas para tareas prácticas

Como parte de la formación, se alienta a realizar ejercicios prácticos y se proporciona una orientación clara sobre el formato de los documentos. En la siguiente lista se proporcionan plantillas para las diferentes tareas prácticas que un formador debe tener disponibles:

- Anexo 5.1:
- Anexo 6.1:
-
- Anexo 7.1:

2.1.3.Certificado de asistencia

Se emitirá un certificado de asistencia a los candidatos que completen con éxito la formación. Se presenta un modelo de certificado de asistencia y la información mínima que debe contener este documento:

- Anexo 8.1:
- Anexo 8.2: .

2.1.4.Normas y material de lectura

El proveedor de formación se encarga de crear una lista de referencias de material de lectura y normativa pertinente al tema. Esta lista de referencias deberá estar actualizada y a disposición de los formadores y candidatos. El objetivo es proporcionar acceso a recursos que faciliten la comprensión y el control de los procesos en AM. EWF se encargará de actualizar estos recursos; póngase en contacto con EWF para acceder a la última lista de normas y material de lectura.

2.1.5.Cómo escribir y validar las preguntas

Reglas generales

Listado de reglas generales para recordar cuando se escriben preguntas de opción múltiple:

- Usar preguntas objetivas con sólo una respuesta correcta.
- Preguntas de palabras claras y sencillas, evitando dobles negativos, terminología local/argot/términos idiomáticos.
- Examine sólo una idea en cada elemento.
- Asegúrate de que las respuestas erróneas (distractores) sean plausibles.
- Asegúrese de que la posición de la respuesta correcta (por ejemplo, A, B, C, D) varía aleatoriamente de un elemento a otro.
- Asegúrate de que la longitud de los elementos de respuesta es aproximadamente la misma para cada pregunta.
- Mantenga la longitud de los elementos de respuesta corta.
- En las preguntas de opción múltiple, use frases positivas en las preguntas, evitando palabras como "no" y "excepto". Si esto es inevitable, resalte las palabras negativas (por ejemplo, "¿Cuál de las siguientes **NO** es un ejemplo de...?").
- Siempre que sea posible, evite utilizar "Todo lo anterior" y "Nada de lo anterior" en las respuestas.
- Incluya preguntas de diferentes niveles de dificultad, para identificar los niveles de conocimiento de los candidatos.

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Técnicas de análisis para validar las preguntas

Se pueden utilizar técnicas de análisis estadístico para validar las preguntas. Las técnicas útiles pueden ser:

- Preguntas individuales (Punto Bi-serial o Coeficiente Bi-serial)
- Exámenes individuales (KR20 - Coeficiente de Confiabilidad de Kuder Richardson)

Técnicas de cuestionario

Los formadores deberán conocer las técnicas típicas de interrogación, como:

- Aclara el pensamiento, por ejemplo: "¿Por qué dices eso?" …. "¿Podría explicarlo mejor?"
- Supuestos cuestionables, por ejemplo: "¿Siempre es así? ¿Por qué cree que esta suposición es correcta aquí?"
- Anímelos a cuestionar las pruebas y los datos, preguntas como: "¿Por qué dices eso?" o "¿Hay razones para dudar de esta evidencia?"
- Puntos de vista y perspectivas, esto desafía a los candidatos a investigar otras formas de ver el mismo tema, por ejemplo: "¿Cuál es el argumento contrario para...?" o "¿Alguien vio esto de otra manera?"
- Implicaciones y consecuencias, dado que las acciones tienen consecuencias, la línea de interrogatorio puede incluir, por ejemplo: "Pero si eso ocurriera, ¿qué más resultaría?" o "¿Cómo afecta... a….?" Investigando esto, los candidatos pueden analizar más cuidadosamente antes de saltar a una opinión.
- Cuestiona la pregunta, justo cuando los candidatos piensan que tienen una respuesta válida tal vez pregunten "¿Por qué crees que hice esa pregunta?" o "¿Por qué era importante esa pregunta?"

Técnicas de cuaestionario a evitar:

- No permitir tiempo de espera, por ejemplo: El formador hace una pregunta y virtualmente la responde en la siguiente frase, no permitiendo tiempo para pensar.
- Mientras que al dirigirse a una clase una pregunta se dirige a un candidato en particular por su nombre, otros en la clase pueden tender a desconectarse.
- Usando preguntas principales que contienen la respuesta, preguntas como: "¿No estamos todos de acuerdo en que la fabricación aditiva tiene un gran futuro?"
- Usando preguntas afirmativas como, "¿Todo el mundo lo entiende?" Sí/No, esto no es una comprobación de la comprensión.
- Una reorientación vaga, por ejemplo, después de que el candidato responda: "Eso no es correcto, inténtelo de nuevo", "¿De dónde diablos sacó una idea como esa?"
- Usando sólo preguntas de nivel inferior, intenta explorar todos los niveles de la Taxonomía de Bloom.
- Cuestionamiento impreciso, por ejemplo, "¿Qué significa en el procedimiento?" (¿Qué procedimiento? ¿Qué párrafo? ¿Qué declaración?)

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Preguntas generales y de aplicación

Las preguntas de formación y de examen deben incluir preguntas de "hechos generales" y "basadas en la aplicación" para garantizar que durante la formación en AM se utilicen los conocimientos de la teoría general y los temas específicos de los diferentes perfiles.

- Ejemplo de preguntas generales basadas en hechos en AM:

En AM, ¿qué representa la abreviatura DED?

a) Depósito del entorno digital.
b) Deposición de energía digital.
c) Energía de accionamiento digital.
d) Deposición de energía directa.

Respuesta: d

- Ejemplo de pregunta basada en la aplicación en AM:

Parte del objeto es una estructura de panal de titanio con un espesor de pared de 3 mm. Debido a la complejidad del diseño, el mecanizado de la superficie de post-proceso o el revestimiento debe ser mínimo. ¿Cuál de los siguientes procesos en AM podría ser adecuado??

a) Arco DED o láser PBF.
b) Láser DED o láser PBF.
c) DED EB o arco DED solamente.
d) Láser PBF o arco DED solamente.

Respuesta: b.

2.1.6.Biblioteca de ejemplos de preguntas durante la formación

El proveedor de la formación producirá una biblioteca de preguntas de formación relevantes para los conocimientos y el programa de estudios necesarios para que los candidatos obtengan una cualificación en AM. Las preguntas de formación se producirán en base a los diferentes perfiles CLLAIM. La biblioteca estará actualizada y será revisada por al menos dos expertos en la materia. En el marco del proyecto CLLAIM, las preguntas de formación fueron proporcionadas a los socios del proyecto CLLAIM. Anexo 9.1: contiene ejemplos de preguntas de formación, estos ejemplos pueden utilizarse si se conceden los permisos correspondientes.

2.1.7.Biblioteca de componentes en AM (archivos CAD)

El proveedor de la formación proporcionará a los formadores y a los candidatos una biblioteca de archivos CAD con ejemplos de diversa complejidad. Como parte del proyecto CLLAIM, se pusieron a disposición de los socios varios archivos CAD. Esta biblioteca puede ser utilizada si se conceden los permisos correspondientes. Póngase en contacto con EWF para acceder a estos recursos.

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

2.1.8.Biblioteca de imágenes y videos de AM

Para facilitar el proceso de aprendizaje, los formadores tendrán a su disposición ejemplos tanto de imágenes como de vídeos en una biblioteca creada por el formador. Como parte del proyecto CLLAIM, se pusieron a disposición de los socios videos e imágenes AM. Esta biblioteca puede utilizarse si se conceden los permisos correspondientes. Contacte con EWF para acceder a estos recursos.

2.1.9.Ejemplos de casos de estudio en AM

El proveedor de la formación pondrá a disposición del formador una serie de casos de estudio que puedan servir de apoyo al proceso de aprendizaje y reflexión de los candidatos. Como parte del proyecto CLLAIM, se proporcionaron casos de estudio en AM a los socios del proyecto CLLAIM. Anexo 10.1: contiene ejemplos de casos de estudio, estos ejemplos pueden utilizarse si se conceden permisos.

2.1.10. Evaluaciones y entrevistas finales

Se recomienda completar el proceso de formación o las entrevistas (en el caso del reconocimiento del aprendizaje previo (RPL)) y luego proporcionar un período de tiempo antes de organizar la evaluación final, especialmente cuando el candidato está completando varias unidades de competencia. Esta recomendación es para dar tiempo suficiente a los candidatos para prepararse y evitar la presión/estrés adicional para la evaluación final.

3. Lista de verificación de plantillas y herramientas para traducir:

En la sección de Anexos, este kit pedagógico proporciona plantillas de documentos que pueden ser utilizados como herramienta para los formadores en el campo de AM. Si se van a utilizar estos documentos, deben ser traducidos al idioma apropiado.

- ☐ **Este procedimiento 'D3.3 - Kit pedagógico para formadores en el campo de AM'**
- ☐ ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.
- ☐ Anexo 2.1:
- ☐ Anexo 3.1: Plantilla de pruebas de evaluación (teoría)
- ☐ Anexo 4.1: Plantilla de pruebas de evaluación (tareas prácticas)
- ☐ Anexo 5.1:
- ☐ Anexo 6.1:

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

- ☐ Anexo 7.1:
- ☐ Anexo 8.1:

4. Resumen

El kit pedagógico está en constante evolución y requiere ser actualizado a medida que la tecnología evoluciona y cambia. Todos los miembros deben contribuir con plantillas y material didáctico adicional para este fin. Tenga en cuenta que en todos los casos la información proporcionada, como los archivos CAD, los casos de estudio y las preguntas de formación es sólo a modo de ejemplo y puede no reflejar el funcionamiento y los procesos exactos adoptados por todos los miembros del proyecto CLLAIM o los fabricantes de equipos.

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

5. Anexos

Anexo 1.1: Plantilla del plan de enseñanza

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

PLAN DE ENSEÑANZA

Unidad de Competencia	Ubicación	Horas totales	Hora inicio	Hora fin	Fecha	Tutor/Formador/Ponente/Grupo

Día 1					
Horario	Objetivos	Actividad	Recursos	Evaluación del estudiante	Horas
				Horas totales:	

Lección de reflexión/mejoras:

Page 1/2

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

PLAN DE ENSEÑANZA

Día 1					
Horario	Objetivos	Actividad	Recursos	Evaluación del estudiante	Horas
				Horas totales:	

Lección de reflexión/mejoras:

Page 2/2

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anexo 1.2: Ejemplo del plan de enseñanza

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

LESSON PLAN

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Competence Unit	CLLAIM Profile	Venue	Total contact hrs	Start time	End time	Date	Tutor/Trainer/Lecturer/Group	Partner
CU08	**Metal AM Inspector**	**Online: Teams**	**4.5 hrs**	09:00	14:30	[redacted]	[redacted]	[redacted]

Day 1						
Time schedule	Partner / presenter	Objectives	Activity	Resources	Student evaluation	Contact hrs
09:00 – 09:30	[redacted]	Personal introductions, course introduction and objectives, general information about CLLAIM	Introduction	Online access	n/a	½ hr
09:30 – 10:00	[redacted]	DED-LB - Process principles	Power point presentation	Online access	Final assessment	½ hr
10:00 – 10:15	Break					
10:15 – 11:15	[redacted]	DED-LB - System (hardware & software)	Power point presentation	Online access	Final assessment	1 hr
11:15 – 12:15	[redacted]	DED-LB – Parameters	Power point presentation	Online access	Final assessment	1 hr
12:15 – 13:00	Lunch break					
13:00 – 14:00	[redacted]	Build platform, feedstock, consumables & Post-processing	Power point presentation	Online access	Final assessment	1 hr
14:00 – 14:30	[redacted]	Feedback & Final assessment (14 questions)	Complete feedback and Final assessment	Feedback forms & 14 Multiple choice questions	Feedback & Final assessment	½ hr

Contact hrs: 4.5 hrs

Page 1/2

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anexo 2.1: Plantilla de lista de asistencia

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

LISTA DE ASISTENCIA - FORMACIÓN

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Unidad de Competencia:	Fecha de inicio:	Horas totales:	Ubicación de la formación:	Nombre y firma del formador

#	Nombre de los candidatos	Empleador	Fecha día 1	Fecha día 2	Fecha día 3	Fecha día 4	Fecha día 5
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anexo 2.2: Ejemplo de lista de asistencia

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

CLLAIM

ATTENDANCE LIST - TRAINING

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

CIUDAD / City: **Curso:**

TEMA / Subject: **FECHA** / Date:

PROFESOR / Teacher:

NOMBRE Y APELLIDOS Name and Family Name	**FIRMA** Signature
B	
C	
C ÁNZAZU	
C	
C	
C	
FE OS	
H	
H	
H	
M	
RC E	

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anexo 3.1: Plantilla de pruebas de evaluación (teoría)

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

EVIDENCIA DE FORMACIÓN

Hoja de respuestas del candidato

Perfil:	Unidad de Competencia:	Fecha de inicio:	Ubicación de la formación:

Pregunta	Respuesta del candidato	Pregunta	Respuesta del candidato	Pregunta	Respuesta del candidato	Pregunta	Respuesta del candidato
1.		11.		21.		31.	
2.		12.		22.		32.	
3.		13.		23.		33.	
4.		14.		24.		34.	
5.		15.		25.		35.	
6.		16.		26.		36.	
7.		17.		27.		37.	
8.		18.		28.		38.	
9.		19.		29.		39.	
10.		20.		30.		40.	

Tipo de evaluación	Puntuación

Comentarios del tutor

Nombre del candidato:	
Firma:	
Fecha:	

Nombre del formador:	
Firma:	
Fecha:	

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anexo 4.1: Plantilla de pruebas de evaluación (tareas prácticas)

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

CLLAIM

EVIDENCIA DE LAS TAREAS PRÁCTICAS

Registro del candidato para los ejercicios prácticos

Perfil:	Unidad de Competencia:	Fecha de inicio:	Ubicación de la formación:

Fecha:	Descripción de la tarea práctica realizada durante la formación

Nombre del candidato:	
Firma:	
Fecha:	

Nombre del formador:	
Firma:	
Fecha:	

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anexo 5.1: Plantilla ficha de desarrollo – ejemplo

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

FICHA DE DESARROLLO

Esta plantilla de ficha de desarrollo está de acuerdo con la norma ASTM para la fabricación aditiva - Características y rendimiento del proceso: Práctica para el proceso de fusión de lecho de polvo metálico para cumplir con las aplicaciones críticas. Se recomienda revisar la última versión y actualizarla cuando sea necesario.

Fecha de inicio del trabajo:	
Fecha de finalización del trabajo:	
Horas totales en PBF:	
P.O. Fecha de entrega:	

Información del cliente	
Orden de compra N°:	
Contacto:	

		Iniciales
Plan revisado por:		
Ventas:		
Operaciones:		
Calidad		

Número de pieza	Rev.	Cantidad de fabricación LOT	Cantidad de trabajo construido

		Iniciales
Nombre del archivo construido		
Número de serie de la máquina		
Número de serie del láser		
Aleación de la materia prima		
Parámetros de la máquina		
Número de serie de la plataforma de construcción		
Estado de la materia prima (virgen, usado o mezclado)		
Tratamiento térmico	☐SR ☐ANN ☐HIP ☐STA ☐ OTRO:	
Tipo de material de recubrimiento		
Energía láser anterior a la construcción		
Energía del láser posterior a la construcción		
Número de lote de la materia prima		
Proporción virgen usado %		

1/4

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

FICHA DE DESARROLLO

Nombre del archivo de registro de construcción		

Sec #	Operaciones de realización de productos	Fecha	Acepta la cantidad	Rechazar la cantidad	Iniciales
100	**VERIFICACIÓN DE TRABAJO**				
101	Recibir el archivo de trabajo de ingeniería				
102	Confirma que la revisión del archivo es correcta y coincide con la PO				
103	Comprobar que la orientación de la construcción coincide con la ingeniería				
104	Confirmar que las marcas y la ubicación de la pieza están de acuerdo con la ingeniería				
105	El ciclo de construcción de la instalación y la certificación de la máquina de control es válida				
106	Registrar la cantidad de piezas para el ciclo de construcción				
107	Confirmar que la pantalla de configuración de la construcción coincide con la orden de trabajo				
108	Confirmar el set-up de la máquina realizado de acuerdo con las instrucciones de trabajo				
109	Confirmar que el número de lote del polvo coincide con la orden de trabajo				
110	Registro virgen a la ración de polvo usado arriba				
111	Verificar que el suministro de gas correcto es suficiente para el tiempo de construcción				
200	**COMENZAR CONSTRUCCIÓN**				
201	Registra la hora de inicio de la construcción				
202	Registra el trabajo en el registro diario de construcción de la máquina				
203	Asegurarse de que el nivel de oxígeno de la cámara de construcción se monitoriza continuamente				
300	**FINALIZAR CONSTRUCCIÓN**				
301	Registra la hora de finalización de la construcción				
302	Registra el total de horas de construcción				
303	Revise el archivo de registro de construcción y rechaza todas las partes por interrupciones de construcción no intencionadas				
304	Quitar el polvo de la parte de la tabla usando las instrucciones de trabajo				
305	Mover la plataforma de construcción a la siguiente operación				
306	Medir la potencia del láser usando las instrucciones de trabajo				
307	Grabar el nombre del archivo de registro de construcción				
308	Revisar la supervisión del proceso para detectar anomalías en la construcción y aceptar las piezas utilizando las instrucciones de trabajo				
400	**PLATAFORMA DE CONSTRUCCIÓN DE PROCESOS**				
401	Deje las piezas en la plataforma de construcción si corresponde				
402	Cepille cualquier polvo suelto de las partes. El polvo en contacto con los cepillos de polímero será desechado				
403	Inspeccionar visualmente en busca de materiales extraños o anomalías de construcción				
404	Realizar una inspección dimensional en la pieza de referencia				
500	**POSTPROCESAMIENTO TÉRMICO**				
501	Realizar el postprocesamiento térmico por orden de trabajo				
502	Realizar una inspección dimensional en la pieza de referencia				
503	Realizar NDE si es necesario				
600	**OPERACIONES SECUNDARIAS**				

2/4

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

FICHA DE DESARROLLO

601	Quitar las piezas de la plataforma de construcción si es necesario				
602	Procese las muestras de prueba según sea necesario				
603	Quitar la estructura de soporte según sea necesario				
604	Partes de la máquina según se requiera por orden de trabajo				
700	**NDE**				
701	Realizar NDE como se requiere en la orden de trabajo				
800	**INFORME DE DATOS**				
801	Compilar un paquete de datos que incluya el certificado de conformidad de la materia prima, las pruebas de la materia prima, los resultados de las muestras de prueba (composición química y propiedades mecánicas), el montaje de la construcción, el registro de la construcción, el informe de inspección de las piezas de referencia, la inspección dimensional y el informe de inspección NDE				

3/4

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

FICHA DE DESARROLLO

ACEPTACIÓN FINAL					
#	Número de pieza / Identificación	REV	Cantidad total aceptada	Cantidad total no conforme	Iniciales
1					

Notas:
La materia prima suministrada por el cliente debe reportarse en las notas

Notas de inspección: (Describa cualquier inconformidad)

Firma final:	
Nombre:	
Fecha:	

4/4

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anexo 6.1: Plantilla de instrucciones de trabajo

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

Aplicable a los tipos de máquinas:

Referencia:	Instrucción de trabajo:	Revisión:	Fecha de revisión:

Ámbito de aplicación:

Instrucciones a seguir paso a paso:
1. ..
2. ..
3. ..
4. ..
5. ..
6. … …

Preparado por:	
Firma:	
Fecha:	

Revisado por:	
Firma:	
Fecha:	
Autorizado por:	
Firma:	
Fecha:	

Primera fecha de emisión:	

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anexo 7.1: Plantilla de casos de estudio

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

CASO DE ESTUDIO

Título del caso de estudio:

Información:

Imagen del caso de estudio:
Insertar aquí la imagen

Desafío técnico:
• .. • … …

Solución/proceso detallado:
• .. • … …

Nombre del candidato:	
Firma:	
Fecha:	

Nombre del tutor:	
Firma:	
Fecha:	

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anexo 8.1: Certificado de asistencia

CLLAIM

CERTIFICATE OF PARTICIPATION IN CU PILOTS

THIS CERTIFICATE IS PROUDLY PRESENTED TO

FRANCISCO BARROS

COMPETENCE UNIT(S): 20 / September / 2020 DATE: 20 / September / 2020

This Certificate is awarded in recognition of the applicant support in CLLAIM Project Pilot Activities for Competence Units

Name/Title of Presenter

Anexo 8.2: Ejemplo de certificado de asistencia

CLLAIM

CERTIFICATE OF COMPLETION

ADDITIVE MANUFACTURING INSPECTOR QUALIFICATION PILOT

THIS CERTIFICATE IS PROUDLY PRESENTED TO

COMPETENCE UNIT(S):

CU00: Additive Manufacturing Processes Overview
CU01: DED-Arc Process
CU08: DED-LB Process
CU15: PBF-LB Process
CU22: PBF-EB Process
CU63: Quality Assurance for Inspection
CU64: Inspection-Examination and Testing

DATE:

This certificate is awarded in recognition of the applicant support in CLLAIM Project Pilot Activities for Competence Units

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anexo 9.1: Biblioteca de preguntas de formación

CLLAIM

Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

TRAINING QUESTIONS

Examples for training questions for operator profile

- Name the decade in which additive manufacturing processes were invented.
- List applications for which the use of the PBF-LB process is useful.
- Explain the processes that are suitable for the additive manufacturing with metals.
- List metallic materials for industrial, additive manufacturing.
- List materials that can be processed by material extrusion.

Example for training questions for Supervisor

- Name five important sections of a safety data sheet of a powder material.
- Compare the PBF-LB and PBL-EB processes with regard to the achievable component resolution and the powder materials used.
- When manufacturing customised products in large quantities, one often speaks of "mass customisation". Give reasons why additive manufacturing processes are particularly suitable for mass customisation in medical technology from an economic point of view.
- Create a risk assessment for powder handling for PBF-LB processes.
- Name a suitable heat treatment process for post-processing of DED-LB components and justify your choice.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

TRAINING QUESTIONS

Example for multiple choice training questions for Inspector

Which method is NOT a typical volumetric inspection method? a) Radiography b) Computed tomography c) Ultrasonic d) Liquid penetrant	Correct Answer D
When is it absolutely necessary to remove powder from the AM part? a) Powder must be removed before any heat treatment b) Powder must be removed to perform NDT c) Powder must be removed to improve mechanical properties of the AM part d) Removal of powder must not be performed as this can damage the surface of the AM part	Correct Answer A
Impact testing requires that: a) Test piece shall have the dog-bone shape b) Test piece must be built at the maximum height of the final component c) Test piece must be built within the same build layers as the final component d) A heat treatment is applied prior testing	Correct Answer C
What is the first action as part of inspection survey following removal of the build assembly from the AM equipment? a) Visual inspection b) Tensile testing c) Heat treatment d) NDE inspection	Correct Answer A
Which of the following is NOT true about incomplete fusion in AM? a) Incomplete fusion can be completely eliminated through the optimisation of build parameters b) Incomplete fusion typically occurs when new material is used and the build parameters have not been optimised c) Incomplete fusion always occurs between the base metal surfaces and deposited material d) Sites where incomplete fusion occur are typically spherical in shape and contain gas	Correct Answer D

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

CLLAIM
Creating knowLedge and skilLs in AddItive Manufacturing
Reference number: 2017-3309/591838-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SSA

TRAINING QUESTIONS

Example for multiple choice training questions for Designer

Which of the following statements is TRUE?	Correct Answer
a) Thermal processing is typically performed once all geometry has been removed from the build platform to allow deflections to occur prior to stress relieve b) Thermal processing is typically performed before all geometry has been removed from the build platform to relieve residual stresses from the build c) Thermal processing is mainly used to minimise distortion from thermal stresses, but cannot be used to adjust the microstructure of the part Post-processing of the test specimens may differ from the post-processing of the component	B

At the time of designing a piece with supports, it is necessary to consider	Correct Answer
a) The support could be a part of the piece b) The support must be removed after the manufacturing c) The support must be lighter than the piece d) None of them	B

How would you design a piece with vertical walls in order to have a better positioning at the machine?	Correct Answer
a) A piece can be designed with vertical walls without any special consideration b) Vertical walls of the piece must be designed in the way that, at the manufacturing, they won't be placed at the parallel direction to the recouter c) It is not possible, due it is not possible to manufacture a piece with vertical walls by using this kind of technology e) None of them	B

Tell how would you avoid printing a final part if you're not sure about the proper performance of the part in service	Correct Answer
a) By creating the mesh b) By applying faceting c) By using post processing techniques d) By using FEA analysis	D

The thermal emissivity defines:	Correct Answer
a) The radiation properties of the material b) The convection heat transfer properties between material and fluid c) The conduction properties of the material d) The heat loss due to materials in contact	A

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anexo 10.1: Ejemplos de casos de estudio en AM

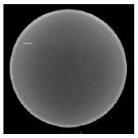
1.Case Study : Gear Stems

- Background (Corrosion/wear prevention)
  - Replacement of unpredictable coatings processes (Nitriding / HVOF)
  - Need to operate at ever higher temperatures.
- Technical Challenge
  - Tribaloy T800 (cobalt alloy) . Low ductility but high hardness (~750 Hv).
  - Controlled thermal management for crack prevention (pre-heating and cooling)
  - Stem is a martensitic stainless steel which begins to scale above 550°C.

Based upon the information given create a detailed process for deposition and inspection of the above on the surfaces highlighted

Failed HVOF Coating

DED Laser (Showing machine section)



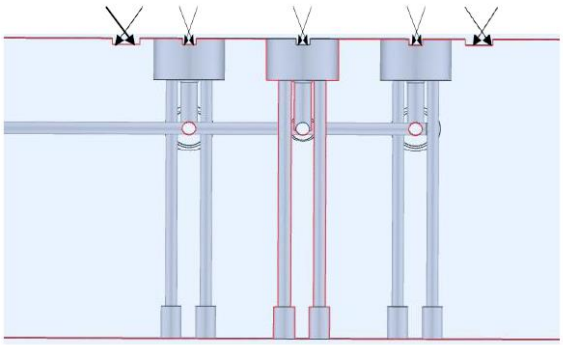
CT scanning for integrity inspection

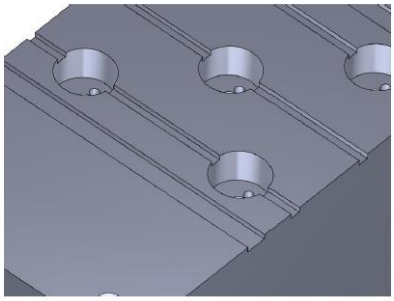
This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

2.Case Study: Manifold Die Repair

- Background
  - Tool Die edge/ recess repair
  - Common problem of in-service chipping and wear
- Technical Challenge
  - Remove and rebuild the worn edge of the parts contact face
  - Deposition material is a tooling steel

Create a step by step process including machining and inspection for the following repair.

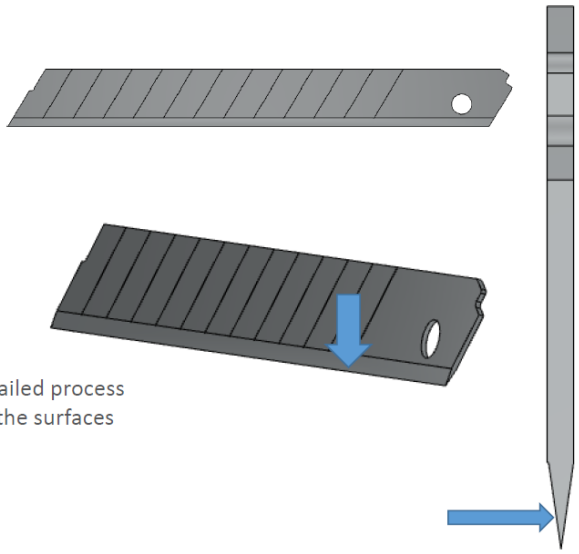




3. Case Study: WC Utility Knife Edge

- Background
  - Improve wear resistance of box cutter knife blades for cutting dry lining boards.
- Technical Challenge
  - Develop procedures to deposit a WC (86%-volume) in a CoCr metal matrix onto knife edge blanks
  - Knife edge sharpened post DED laser processing
  - Homogeneity of WC distribution

Based upon the information given create a detailed process for deposition and inspection of the above on the surfaces highlighted



This project has been co-funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.