

Interreg



EUROPEAN UNION

Sudoe

ADDITool

European Regional Development Fund



D3.1.1: RELATÓRIO DE APRENDIZAGEM

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. Conceção do módulo de formação.....	4
2.1. Panorâmica geral.....	4
2.2. Módulos do curso de formação.....	5
2.3. Acessibilidade e conteúdo do curso de formação.....	6
3. Organização do módulo de formação.....	7
3.1. Primeira formação: ENIT (24 de janeiro a 04 de fevereiro de 2022).....	8
3.2. Segunda formação: ESTIA (07 de março a 18 de março de 2022).....	9
3.3. Terceira formação: FADA - CATEC (23 de maio a 02 de junho de 2022).....	10
3.4. Quarta formação: IPLEIRIA (02 de maio a 13 de maio de 2022).....	11
3.5. Quinta formação: UPV/EHU (06 de junho a 16 de junho 2022).....	12
3.6. Sexta formação: ENIT (16 de janeiro a 20 de janeiro de 2023).....	13
4. Resultados da avaliação.....	14
4.1. Desenho do questionário.....	14
4.2. Resultados da avaliação.....	15
5. Conclusões.....	17

1. INTRODUÇÃO

Este entregável tem como objetivo relatar a atividade da criação e realização do curso de aprendizagem transnacional sobre Fabrico Aditivo Metálico (MAM). A atividade é dedicada à transferência de conhecimentos para estudantes de cada universidade e escola de engenharia, através da criação de um novo módulo de aprendizagem e centrado no MAM para a indústria de ferramentas.

Embora as tecnologias MAM não substituam nenhum processo de fabrico tradicional, são um catalisador essencial para a criação e inovação e funcionam como um bom complemento para melhorar a competitividade. No entanto, embora a margem potencial para a adoção destas tecnologias em todos os sectores (e particularmente no sector das ferramentas) seja considerada muito grande e possa ter um impacto disruptor, o nível de conhecimento e adoção do MAM continua a ser baixo, particularmente se a análise se concentrar nas PME.

Várias análises destacam a procura de formação para os processos de Fabrico Aditivo (AM), mas uma das mais recentes e diretas foi publicada por Thomas-Seale et al.¹, onde afirma que "uma mudança de paradigma na educação é necessária para aumentar a compreensão dos licenciados sobre a Fabricação Aditiva" e posteriormente identifica a Educação como uma das barreiras para a implementação dos processos AM. A maioria dos fabricantes de moldes e ferramentas na Europa ainda são PME com elevada capacidade de inovação, mas com formação baixa ou nula sobre os processos MAM.

Assim, a atividade 3.1 envolveu a criação de um novo programa educacional para estudantes de engenharia, duplicado em todas as universidades e escolas de engenharia dos parceiros do ADDITool. Este curso inclui cursos teóricos, trabalhos experimentais em laboratórios e visitas ao ecossistema local de cada parceiro.

O módulo de formação foi ministrado pela ENIT, ESTIA, FADA CATEC, IPLEIRIA e UPV/EHU, nas suas próprias instalações. Além disso, a CEIT e a LORTEK também participaram na conceção e criação do módulo e nas visitas dos estudantes às suas instalações.

¹ L.E.J. Thomas-Seale, J.C. Kirkman-Brown, M.M. Attallah, D.M. Espino, D.E.T. Shepherd, The barriers to the progression of additive manufacture: Perspectivas da indústria britânica, Int. J. Production Economics, Vol. 198, pp 104-118, 2018

2. Conceção do módulo de formação

2.1. Visão Geral

O módulo de formação proposto inclui formação específica em MAM para o sector de moldes e ferramentas. Um curso de dez dias foi concebido para engenheiros e técnicos com alguma experiência no sector e com uma formação anterior conferente de grau. O objetivo é entrar em mais detalhes sobre aspetos específicos dos processos MAM aplicáveis ao sector de ferramentas, incluindo não só processos de fabrico, mas também procedimentos de conceção e inspeção. Assim, o objetivo final é acelerar a introdução de técnicas MAM em empresas de moldes e ferramentas, através da formação de pessoas especializadas. Dentro deste objetivo, é dada especial ênfase ao recrutamento de pessoas nas PME.

Para atingir esta meta, o curso de formação foi dividido em seis módulos principais, que estão ainda divididos em tópicos mais específicos. Pretendeu-se cobrir todos os conteúdos relevantes do MAM e a sua potencial aplicação no sector das ferramentas. A documentação, que foi criada por todos os participantes do projeto, foi distribuída a todos os estudantes e serviu de base teórica do curso.

Além disso, o curso incluiu uma parte prática de três dias, em que os alunos puderam analisar sistemas reais de fabrico aditivo, observar peças reais *in-situ* e realizar medições de validação. Este conteúdo, dado que é necessário equipamento experimental, foi adaptado a cada centro que lecionou o curso, utilizando o equipamento disponível em cada laboratório. Finalmente, previu-se uma visita programada a uma plataforma ou a uma empresa industrial que trabalha com AM.

O conteúdo do curso foi selecionado com base no feedback dos diferentes parceiros. Numa série de reuniões, os módulos foram acordados para cobrir os conteúdos mais relevantes. O conteúdo geral incluiu os seguintes tópicos:

- Introdução ao sector de ferramentas e tecnologias MAM
- Materiais para MAM adaptados ao sector de ferramentas, incluindo tanto pós como fios
- Regras de projeto multi-processo para PBF, DED laser - fio, DED arco - fio, DED laser - pó, ...
- Otimização topológica adaptada ao MAM
- Programação de trajetórias tanto para máquinas-ferramentas como para robôs cartesianos
- Trabalho prático, que contará com o equipamento de cada parceiro
- Visitas ao ecossistema local

Uma vez definidos os módulos, estes foram distribuídos entre os parceiros, para que cada um deles pudesse elaborar os slides e conteúdos detalhados.

2.2. Módulos de cursos de formação

O curso de formação foi dividido em seis módulos, com diversos conteúdos. Todos os módulos incluíram uma série de diapositivos e material adicional (media, ligações web, referências, ...) para ajudar os alunos a acompanharem o conteúdo programático.

O curso foi concebido com uma metodologia presencial, a fim de envolver os estudantes nas aulas teóricas, bem como nas práticas e nas visitas às oficinas. Foi igualmente preparado para a sua potencial implementação em plataformas de ensino em linha e a possibilidade de ser desenvolvido à distância. Quanto ao número de alunos, o limite foi estabelecido pelas instalações onde o trabalho prático foi realizado, mas, em qualquer caso, o número de alunos por curso é limitado a 15. A tabela seguinte mostra o conteúdo de cada módulo:











TÍTULO DO TÓPICO/MÓDULO	CONTEÚDO POSSÍVEL
INTRODUÇÃO AO SECTOR DE FERRAMENTAS	Definição do mercado Tipo de ferramenta, dependendo da atividade Tipos de ferramentas Oportunidades das tecnologias MAM
INTRODUÇÃO ÀS TECNOLOGIAS MAM	Visão geral dos processos AM Material para ferramentas e critérios de escolha Matéria-prima AM Definição do mercado Introdução à metalurgia
REGRAS DE CONCEÇÃO PARA TECNOLOGIAS MAM E MÉTODO DE FABRICO	Laser PBF Binder Jetting DED Arco -fio DED Laser - fio DED Laser - pó FFF Metal Pós-processamento de AM
OTIMIZAÇÃO DA TOPOLOGIA	Conceitos gerais Aplicação para os moldes e ferramentas MAM e TO
PROGRAMAÇÃO DE TRAJETÓRIAS	Cinemática de máquina Máquinas Híbridas Programação CAM para AM - Máquinas Robotizadas e Cartesianas Passos PBF CAM: Corte e programação por camadas Passos FFF CAM: Corte e programação por camadas
MAM PARA FERRAMENTAS	Escolha da tecnologia e do material

	Potencial / Benefício Procedimentos de fabrico Monitorização e Gémeos Digitais Caracterização e Metalurgia Inspeção da peça AM Fichas práticas de formação
--	---

2.3. Acessibilidade e conteúdo do curso de formação

A preparação dos módulos de formação ficou concluída em janeiro de 2022, para que os cursos pudessem começar a partir destas datas. Por conseguinte, a implementação dos cursos seguiu um calendário suave e previamente planeado. Além disso, no final de um curso, foi realizada uma avaliação dos estudantes, recolhendo as suas impressões, aspetos a melhorar, entre outros. Os resultados foram analisados e transmitidos aos outros parceiros a serem considerados na implementação do curso seguinte.

Todos os módulos de formação e informação relevante foram partilhados na plataforma das equipas. Os slides e o conteúdo foram organizados por dias e as apresentações incluem também comentários para explicar os diferentes temas.

Documents > General > ADDITool > WP3 Formation > Act.3.1 Students training module			
	Nom ▾	Modifié ▾	Modifié par ▾
	Day 1	26 novembre 2021	eukar.ehu
	Day 2	26 novembre 2021	eukar.ehu
	Day 3	26 novembre 2021	eukar.ehu
	Day 4 & 5	26 novembre 2021	eukar.ehu
	Day 6, 7 & 8	26 novembre 2021	eukar.ehu
	Term of References	5 mai 2021	Pierre DIAZ
	ADDITool Ejemplo presentacion WP3.pptx	29 septembre 2021	Pierre DIAZ
	Training Module structure.docx	29 septembre 2021	Pierre DIAZ
	WP3 - Training Course Content.xlsx	16 février	Fábio Jorge Pereira...

Em qualquer caso, cada entidade era livre de adaptar o planeamento e modificar a programação, em função da disponibilidade das oficinas, das faixas horárias, ...

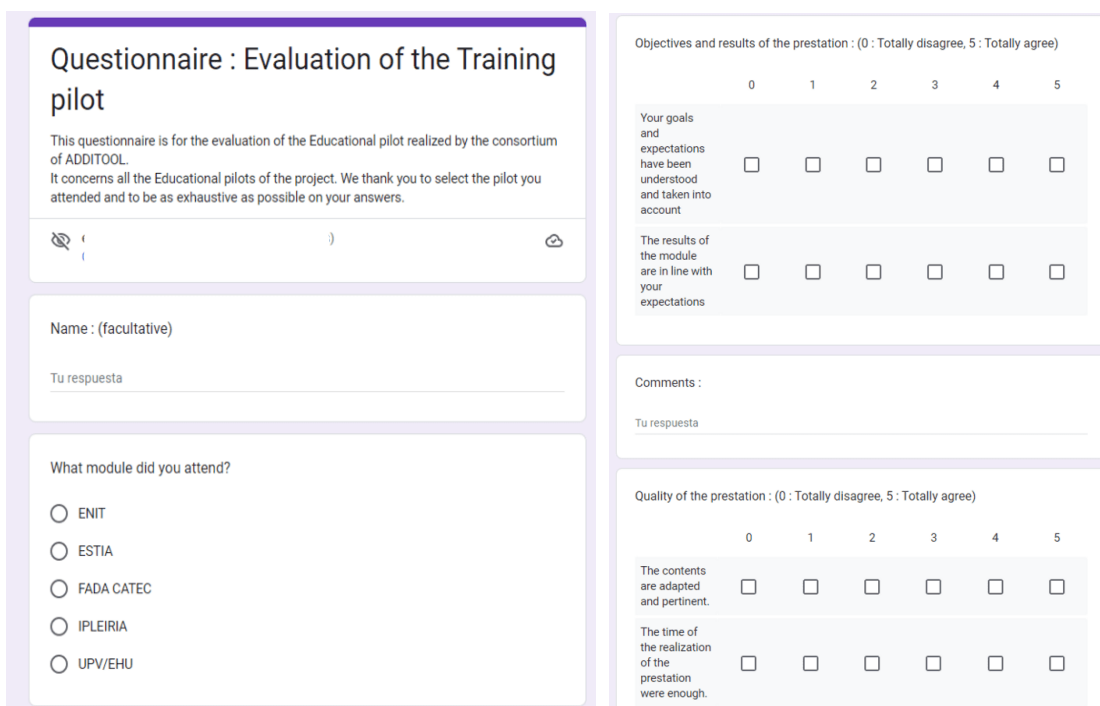
3. Organização do módulo de formação

Uma vez disponível a conceção e o conteúdo do curso, foi proposto um calendário para os diferentes parceiros que participaram na atividade. Os cursos começaram em fevereiro de 2022 e terminam em junho de 2022. Um curso adicional (não previsto na proposta) foi levado a cabo em janeiro de 2023. A lista seguinte mostra as datas e locais detalhados dos módulos de formação.

ENCOMEN DAR NR.	PARCEIRO	DATAS
1.ª Formação	ENIT	24 de janeiro a 04 de fevereiro de 2022
2.ª Formação	ESTIA	07 de março a 18 de março de 2022
3.ª Formação	FADA CATEC	23 de maio a 02 de Junho de 2022
4.ª Formação	IPLEIRIA	02 de maio a 13 de maio de 2022
5.ª Formação	UPV/EHU	06 de junho a 16 de junho de 2022
6.ª Formação	ENIT	16 de janeiro a 20 de janeiro de 2023

No total, 60 estudantes receberam formação durante duas semanas, principalmente engenheiros e investigadores de doutoramento, mas também pessoas vindas de empresas.

Relativamente à avaliação, foi carregado um questionário aberto para os estudantes obterem informações e opiniões sobre os módulos.



Questionnaire : Evaluation of the Training pilot

This questionnaire is for the evaluation of the Educational pilot realized by the consortium of ADDITool. It concerns all the Educational pilots of the project. We thank you to select the pilot you attended and to be as exhaustive as possible on your answers.

Name : (facultative)

Tu respuesta

What module did you attend?

- ENIT
- ESTIA
- FADA CATEC
- IPLEIRIA
- UPV/EHU

Objectives and results of the prestation : (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)

Your goals and expectations have been understood and taken into account

The results of the module are in line with your expectations

Comments :


Tu respuesta

Quality of the prestation : (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)


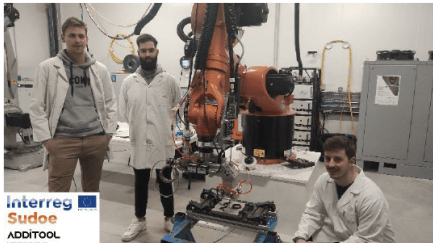

The contents are adapted and pertinent.

The time of the realization of the prestation were enough.

3.1. Primeira formação: ENIT (24 de janeiro a 04 de fevereiro 04 de 2022)

Lugar:	École Nationale d'Ingénieurs de Tarbes - ENIT																																													
Datas do curso:	De 24 de janeiro a 04 de fevereiro de 2022																																													
Número de estudantes:	12 estudantes																																													
Formação e visitas:	Formação tanto em instalações de estudo, como de investigação (LGP e CRTCI do ENIT) Visita da ESTIA - Plataforma Addimadour e à Lynxter company																																													
Breve descrição:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>24/01/2022</th> <th>25/01/2022</th> <th>26/01/2022</th> <th>27/01/2022</th> <th>28/01/2022</th> <th>31/01/2022</th> <th>1/02/2022</th> <th>2/02/2022</th> <th>3/02/2022</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Introduction to the tooling sector (J.Alexis) CRTCI 1</td> <td>Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1</td> <td>MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1</td> <td>Programming of trajectories (M. Benoussaad) Salle pédagogie active</td> <td>Visit of associate partners (ESTIA)</td> <td>Topology optimisation (A.Vezerian) CRTCI 1</td> <td>MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.</td> <td>MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.</td> <td>MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.</td> </tr> <tr> <td>Introduction to the tooling sector (V. Nassiet) CRTCI 1</td> <td>Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1</td> <td>MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1</td> <td>Programming of trajectories (M. Benoussaad) Salle pédagogie active</td> <td>Visit of associate partners (ESTIA)</td> <td>Topology optimisation (L.Arnaud) CRTCI 1</td> <td>MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.</td> <td>MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.</td> <td>MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.</td> </tr> <tr> <td>Introduction to MAM Technologies (J.Alexis) CRTCI 1</td> <td>Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1</td> <td>MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1</td> <td>Programming of trajectories (practical works) (F. Nourredine) Labo Robotique</td> <td>Visit of associate partners (ESTIA)</td> <td>Topology optimisation (Practical works) (L.Arnaud) BE1</td> <td>MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.</td> <td>MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.</td> <td>MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.</td> </tr> <tr> <td>Introduction to MAM Technologies (J.Alexis) CRTCI 1</td> <td>Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1</td> <td>MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1</td> <td></td> <td>Visit of associate partners (ESTIA)</td> <td>Topology optimisation (Practical works) (L.Arnaud) BE1</td> <td>MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.</td> <td>MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.</td> <td>MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"> 4 days of lectures ↑ 4 days of practical works </p> <p style="text-align: center;">1 day of partners visit</p>	24/01/2022	25/01/2022	26/01/2022	27/01/2022	28/01/2022	31/01/2022	1/02/2022	2/02/2022	3/02/2022	Introduction to the tooling sector (J.Alexis) CRTCI 1	Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1	MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1	Programming of trajectories (M. Benoussaad) Salle pédagogie active	Visit of associate partners (ESTIA)	Topology optimisation (A.Vezerian) CRTCI 1	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	Introduction to the tooling sector (V. Nassiet) CRTCI 1	Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1	MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1	Programming of trajectories (M. Benoussaad) Salle pédagogie active	Visit of associate partners (ESTIA)	Topology optimisation (L.Arnaud) CRTCI 1	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	Introduction to MAM Technologies (J.Alexis) CRTCI 1	Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1	MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1	Programming of trajectories (practical works) (F. Nourredine) Labo Robotique	Visit of associate partners (ESTIA)	Topology optimisation (Practical works) (L.Arnaud) BE1	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	Introduction to MAM Technologies (J.Alexis) CRTCI 1	Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1	MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1		Visit of associate partners (ESTIA)	Topology optimisation (Practical works) (L.Arnaud) BE1	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.
24/01/2022	25/01/2022	26/01/2022	27/01/2022	28/01/2022	31/01/2022	1/02/2022	2/02/2022	3/02/2022																																						
Introduction to the tooling sector (J.Alexis) CRTCI 1	Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1	MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1	Programming of trajectories (M. Benoussaad) Salle pédagogie active	Visit of associate partners (ESTIA)	Topology optimisation (A.Vezerian) CRTCI 1	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.																																						
Introduction to the tooling sector (V. Nassiet) CRTCI 1	Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1	MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1	Programming of trajectories (M. Benoussaad) Salle pédagogie active	Visit of associate partners (ESTIA)	Topology optimisation (L.Arnaud) CRTCI 1	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.																																						
Introduction to MAM Technologies (J.Alexis) CRTCI 1	Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1	MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1	Programming of trajectories (practical works) (F. Nourredine) Labo Robotique	Visit of associate partners (ESTIA)	Topology optimisation (Practical works) (L.Arnaud) BE1	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.																																						
Introduction to MAM Technologies (J.Alexis) CRTCI 1	Design rules for mam technologies & manufacturing method (Y. Balcaen) CRTCI 1	MAM for tooling (M. Mokhtari) CRTCI 1		Visit of associate partners (ESTIA)	Topology optimisation (Practical works) (L.Arnaud) BE1	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.	MAM for tooling (practical works) (A.Ayed) CRTCI 1 + LABO.																																						
Fotos:																																														

3.2. Segunda formação: ESTIA (07 de março a 18 de março de 2022)

Lugar:	Ecole Supérieure des Technologies - ESTIA			
Datas do curso:	De 07 de março a 18 de março de 2022			
Número de estudantes:	10 estudantes			
Formação e Visitas:	Formação sobre a plataforma Addimadour			
Breve descrição:	Jour	Nom du module	Nom intervenant	
	Lundi 07/03/22	9h - 12h30 MODULE 1_01 Introduction_notes MODULE 1_02 Glass Moulds MODULE 1_03 METAL_Forming_Tools MODULE 1_04 Molds For Plastics_notes MODULE 1_05_Intro_Die_Casting_Moulds 14h - 18h Introduction Procédés Fabrication Additive + Visite	Pierre DIAZ	
	Mardi 08/03/22	8h30 - 11h MODULE 2_01 Material for tooling and choice criteria MODULE 2_02 AM Raw material powder MODULE 2_03 AM Raw material Wire 14h - 16h MODULE 2_06 Metallurgy Introduction MODULE 3_06 AM Post-processing 16h - 18h MODULE 3_01 Design Rules PBF Laser	Pierre MICHAUD Pierre DIAZ	
	Mercredi 09/03/22	9h - 18h MODULE 3_02 Design Rules Binder Jetting MODULE 3_03 Design Rules WIRE Arc & Laser MODULE 3_04 Design Rules_FFF Metal Charged MODULE 3_05 Design_Rules_DED Powder Laser	Pierre DIAZ	
	Jeudi 10/03/22	9h - 18h MODULE 4_01 Topology Optimization MODULE 5_02 Hybrid Machine Tools	Pierre DIAZ Fabien POULHAON ou Valentin PEIGNE	
	Vendredi 11/03/22	9h - 12h30 MODULE 5_03 DED Powder Programming MODULE 5_04 LPBF Programming 14h - 18h MODULE 5_04 Programming_DED_Wire	Fabien POULHAON ADAXIS	
	Lundi 14/03/22	9h - 12h30 ADDITool_ENIT_Characterization_and_metalurgy V4 14h - 14h30 MODULE 6_05 Monitoring_digital_twin 14h30 - 18h TP Lynxter 2h // Assignment Optim Topo 2h 2 groupes	Pierre MICHAUD & Fabien POULHAON Pierre DIAZ	
	Mardi 15/03/22	9h - 18h TP WAAM Groupe 1 TP WLAM Groupe 2 TP BeAM Groupe 3	Anais DOMERGUE Pierre DIAZ Valentin PEIGNE	
	Mercredi 16/03/22	9h - 18h TP WAAM Groupe 3 TP WLAM Groupe 1 TP BeAM Groupe 2	Anais DOMERGUE Pierre DIAZ Valentin PEIGNE	
	Jeudi 17/03/22	9h - 18h TP WAAM Groupe 2 TP WLAM Groupe 3 TP BeAM Groupe 1	Anais DOMERGUE Pierre DIAZ Valentin PEIGNE	
	Vendredi 18/03/22	9h - 18h Visite LAUAK et SOMOCAP	Pierre DIAZ	
	Fotos:			
				
				

3.3. Terceira formação: FADA - CATEC (23 de maio a 02 de junho de 2022)

Lugar:	FADA - CATEC																													
Datas do curso:	De 23 de maio a 02 de junho de 2022																													
Número de estudantes :	14 estudantes																													
Formação e Visitas:	Formação em Instalações CATEC Visita a ARUS																													
Breve descrição:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Day</th> <th>Content</th> <th>Lecturers</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Day 1</td> <td>MODULE 1 - Introduction and visit to CATEC</td> <td>Carlos Galleguillos/ Antonio Perrián</td> </tr> <tr> <td>Day 2</td> <td>MODULE 2 - Materials</td> <td>Álvaro Nieto/Ignacio González-Barba</td> </tr> <tr> <td>Day 3</td> <td>MODULE 3- Design rules</td> <td>Daniel Hervás</td> </tr> <tr> <td>Day 4</td> <td>MODULE 4 - Topology optimization</td> <td>Jorge Sogorb/Pablo Gómez</td> </tr> <tr> <td>Day 5</td> <td>MODULE 5 - AM programming</td> <td>Javier Santaolaya</td> </tr> <tr> <td>Day 6</td> <td>MODULE 6-- Quality Assurance of AM components</td> <td>Carlos Galleguillos</td> </tr> <tr> <td>Day 7 and 8</td> <td>Practical exercises-labs</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Day 9</td> <td>Visit to ARUS</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Day	Content	Lecturers	Day 1	MODULE 1 - Introduction and visit to CATEC	Carlos Galleguillos/ Antonio Perrián	Day 2	MODULE 2 - Materials	Álvaro Nieto/Ignacio González-Barba	Day 3	MODULE 3- Design rules	Daniel Hervás	Day 4	MODULE 4 - Topology optimization	Jorge Sogorb/Pablo Gómez	Day 5	MODULE 5 - AM programming	Javier Santaolaya	Day 6	MODULE 6-- Quality Assurance of AM components	Carlos Galleguillos	Day 7 and 8	Practical exercises-labs		Day 9	Visit to ARUS	
Day	Content	Lecturers																												
Day 1	MODULE 1 - Introduction and visit to CATEC	Carlos Galleguillos/ Antonio Perrián																												
Day 2	MODULE 2 - Materials	Álvaro Nieto/Ignacio González-Barba																												
Day 3	MODULE 3- Design rules	Daniel Hervás																												
Day 4	MODULE 4 - Topology optimization	Jorge Sogorb/Pablo Gómez																												
Day 5	MODULE 5 - AM programming	Javier Santaolaya																												
Day 6	MODULE 6-- Quality Assurance of AM components	Carlos Galleguillos																												
Day 7 and 8	Practical exercises-labs																													
Day 9	Visit to ARUS																													
Fotos:																														



3.4. Quarta formação: IPLEIRIA (14 de julho a 22 de julho de 2022)

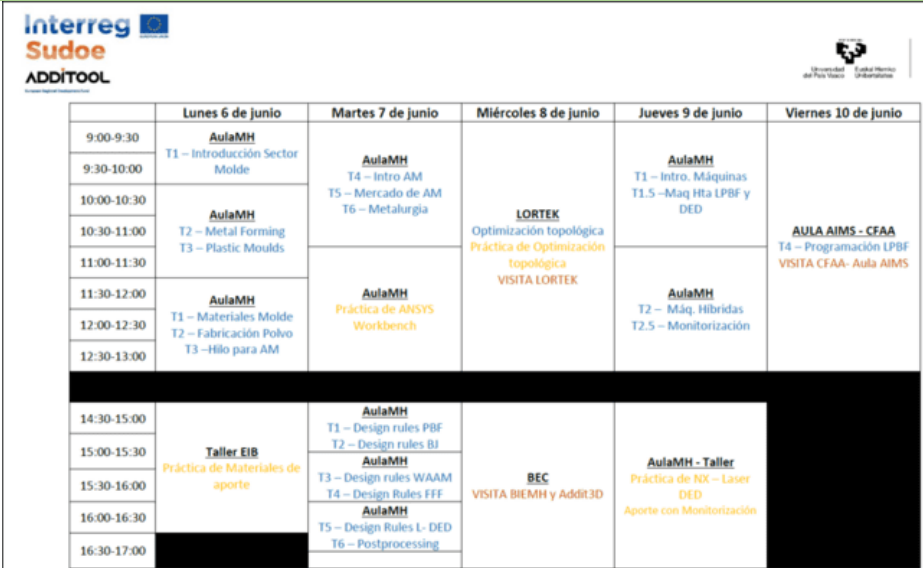

Lugar:	IPLEIRIA																																																																																																																																																																																																									
Datas do curso:	De 14 de julho a 22 de julho de 2022																																																																																																																																																																																																									
Número de estudantes:	6 estudantes																																																																																																																																																																																																									
Formação e visitas:	Formação sobre as instalações do CDRSP Visitas à Moldetipo, Vidrimolde, EROFIO e NM3DIbérica																																																																																																																																																																																																									
Breve descrição:	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">ADDITool - TRAINING</th> </tr> <tr> <th colspan="2">INTRODUCTION TO THE TOOLING SECTOR & MAN TECHNOLOGIES</th> <th colspan="2">DESIGN RULES FOR MAN TECHNOLOGIES & MANUFACTURING METHOD</th> <th colspan="3">TOPOLOGY OPTIMIZATION & PROGRAMMING OF TRAJECTORIES</th> <th></th> </tr> <tr> <th colspan="2">14-07-2022</th> <th colspan="2">15-07-2022</th> <th>7</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>Decrete</th> </tr> <tr> <th>Day/ Time</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>14-07-2022</th> <th>15-07-2022</th> <th>16-07-2022</th> <th>17-07-2022</th> <th>18-07-2022</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>09:15:00 AM</td> <td>Welcome</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>09:30:00 AM</td> <td>Introduction (30min)</td> <td>Manuel Oliveira</td> <td>PIF Laser (20 min)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10:00:00 AM</td> <td>Metal Forming Tools (30min)</td> <td>Fábio Simões</td> <td>Binder Jetting (20 min)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10:30:00 AM</td> <td>Molds for Glass (20 min)</td> <td>Pedro Serrão</td> <td>DED Wire Arc & Laser (45 min)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>11:00:00 AM</td> <td>Coffee break</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>11:30:00 AM</td> <td>Molds for Plastics / Composites (40 min)</td> <td>Pedro Castilho / Fábio Simões</td> <td>Coffee break</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12:00:00 PM</td> <td>Molds for Die Casting (20 min)</td> <td>Fábio Simões / Fábio Simões</td> <td>DED Powder Laser (30 min)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12:30:00 PM</td> <td>Lunch</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>01:00:00 PM</td> <td>Lunch</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>01:30:00 PM</td> <td>Lunch</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>02:00:00 PM</td> <td>INTRODUCTION TO MAN TECHNOLOGIES - AM processes overview + Simultaneous tour CDRSP</td> <td>Artur Mendes / Fábio Simões / António Silva / Olivier Gouveia / Pedro Serrão</td> <td>FFF Metal - Material extrusion (30 min)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>02:30:00 PM</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>03:00:00 PM</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>03:30:00 PM</td> <td>Coffee break</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>04:00:00 PM</td> <td>Market definition - Opportunities study (15 min)</td> <td>Fábio Simões</td> <td>Visits to companies: Vidrimolde - Molds for Glass and Moldetipo - Molds for Plastics</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>04:30:00 PM</td> <td>Material for Tooling and choice criteria (30 min)</td> <td>Paulo Novo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>05:00:00 PM</td> <td>AM Raw material - Powder (30min)</td> <td>Fábio Simões</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>05:30:00 PM</td> <td>AM Raw material - Wire (30 min)</td> <td>Paulo Novo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							ADDITool - TRAINING								INTRODUCTION TO THE TOOLING SECTOR & MAN TECHNOLOGIES		DESIGN RULES FOR MAN TECHNOLOGIES & MANUFACTURING METHOD		TOPOLOGY OPTIMIZATION & PROGRAMMING OF TRAJECTORIES				14-07-2022		15-07-2022		7	1	2	Decrete	Day/ Time				14-07-2022	15-07-2022	16-07-2022	17-07-2022	18-07-2022	09:15:00 AM	Welcome								09:30:00 AM	Introduction (30min)	Manuel Oliveira	PIF Laser (20 min)						10:00:00 AM	Metal Forming Tools (30min)	Fábio Simões	Binder Jetting (20 min)						10:30:00 AM	Molds for Glass (20 min)	Pedro Serrão	DED Wire Arc & Laser (45 min)						11:00:00 AM	Coffee break								11:30:00 AM	Molds for Plastics / Composites (40 min)	Pedro Castilho / Fábio Simões	Coffee break						12:00:00 PM	Molds for Die Casting (20 min)	Fábio Simões / Fábio Simões	DED Powder Laser (30 min)						12:30:00 PM	Lunch								01:00:00 PM	Lunch								01:30:00 PM	Lunch								02:00:00 PM	INTRODUCTION TO MAN TECHNOLOGIES - AM processes overview + Simultaneous tour CDRSP	Artur Mendes / Fábio Simões / António Silva / Olivier Gouveia / Pedro Serrão	FFF Metal - Material extrusion (30 min)						02:30:00 PM									03:00:00 PM									03:30:00 PM	Coffee break								04:00:00 PM	Market definition - Opportunities study (15 min)	Fábio Simões	Visits to companies: Vidrimolde - Molds for Glass and Moldetipo - Molds for Plastics						04:30:00 PM	Material for Tooling and choice criteria (30 min)	Paulo Novo							05:00:00 PM	AM Raw material - Powder (30min)	Fábio Simões							05:30:00 PM	AM Raw material - Wire (30 min)	Paulo Novo						
ADDITool - TRAINING																																																																																																																																																																																																										
INTRODUCTION TO THE TOOLING SECTOR & MAN TECHNOLOGIES		DESIGN RULES FOR MAN TECHNOLOGIES & MANUFACTURING METHOD		TOPOLOGY OPTIMIZATION & PROGRAMMING OF TRAJECTORIES																																																																																																																																																																																																						
14-07-2022		15-07-2022		7	1	2	Decrete																																																																																																																																																																																																			
Day/ Time				14-07-2022	15-07-2022	16-07-2022	17-07-2022	18-07-2022																																																																																																																																																																																																		
09:15:00 AM	Welcome																																																																																																																																																																																																									
09:30:00 AM	Introduction (30min)	Manuel Oliveira	PIF Laser (20 min)																																																																																																																																																																																																							
10:00:00 AM	Metal Forming Tools (30min)	Fábio Simões	Binder Jetting (20 min)																																																																																																																																																																																																							
10:30:00 AM	Molds for Glass (20 min)	Pedro Serrão	DED Wire Arc & Laser (45 min)																																																																																																																																																																																																							
11:00:00 AM	Coffee break																																																																																																																																																																																																									
11:30:00 AM	Molds for Plastics / Composites (40 min)	Pedro Castilho / Fábio Simões	Coffee break																																																																																																																																																																																																							
12:00:00 PM	Molds for Die Casting (20 min)	Fábio Simões / Fábio Simões	DED Powder Laser (30 min)																																																																																																																																																																																																							
12:30:00 PM	Lunch																																																																																																																																																																																																									
01:00:00 PM	Lunch																																																																																																																																																																																																									
01:30:00 PM	Lunch																																																																																																																																																																																																									
02:00:00 PM	INTRODUCTION TO MAN TECHNOLOGIES - AM processes overview + Simultaneous tour CDRSP	Artur Mendes / Fábio Simões / António Silva / Olivier Gouveia / Pedro Serrão	FFF Metal - Material extrusion (30 min)																																																																																																																																																																																																							
02:30:00 PM																																																																																																																																																																																																										
03:00:00 PM																																																																																																																																																																																																										
03:30:00 PM	Coffee break																																																																																																																																																																																																									
04:00:00 PM	Market definition - Opportunities study (15 min)	Fábio Simões	Visits to companies: Vidrimolde - Molds for Glass and Moldetipo - Molds for Plastics																																																																																																																																																																																																							
04:30:00 PM	Material for Tooling and choice criteria (30 min)	Paulo Novo																																																																																																																																																																																																								
05:00:00 PM	AM Raw material - Powder (30min)	Fábio Simões																																																																																																																																																																																																								
05:30:00 PM	AM Raw material - Wire (30 min)	Paulo Novo																																																																																																																																																																																																								

	L-PBF WORKFLOW 3 19-07-2022	Docente	L-PBF WORKFLOW 4 20-07-2022	Docente	DED PROGRAMMING AND WORKFLOW 5 21-07-2022	Docente	MAH FOR TOOLING 6 22-07-22	
	Machine Kinematics (20 min)	Filipe Castanheira			Hybrid Machine Tools (20 min)	Fábio Simões	Choice of Technology (15min)	Fábio Simões / Paulo Novo
	L-PBF Programming (30 min)	António Silva	Visit to Company: Enfo	Pedro Martinho	DED Powder Laser Programming (30 min)	Oliver Gouveia	Choice of Material (15min)	Fábio Simões / Paulo Novo
	Practical Application – SLM Programming (Project Part)	Oliver Gouveia António Silva		Fábio Simões	Workflow and Practical Application - DED Plasma - CNC	Oliver Gouveia	Potential Benefits (15min)	Fábio Simões / Paulo Novo
	Lunch + Mesa redonda com convidado		Lunch			António Silva	Manufacturing Procedures (15 min)	Fábio Simões / Paulo Novo
			Robot assisted manufacturing	Filipe Castanheira			Monitoring and Digital Twin (20 min)	Fábio Simões / Ruben Silva
			Robot programming	Filipe Castanheira			Coffee break	
			Workflow and Practical Application - DED Plasma - Robot	Oliver Gouveia António Silva			AM post-processing	Paulo Novo
							AM Part inspection	Paulo Novo
							Visit to Company: NPSD Ibérica	Pedro Castêlo Fábio Simões
							Closing session	

Fotos:

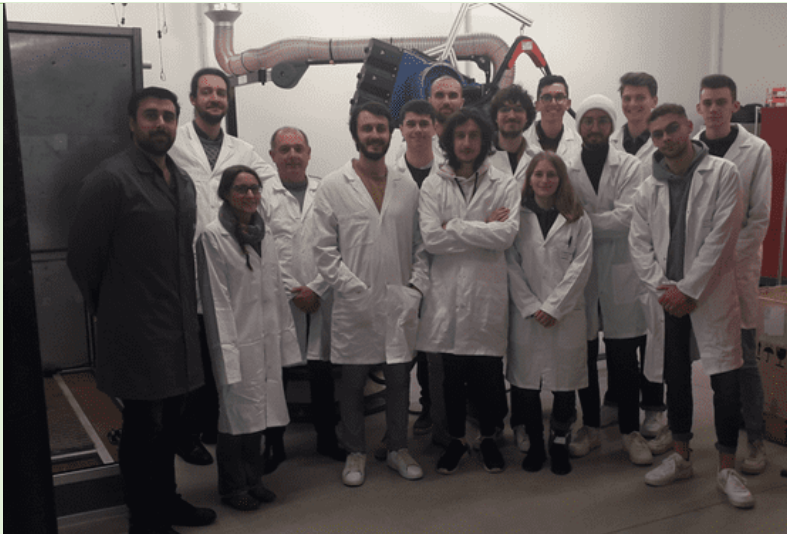


3.5. Quinta formação: UPV/EHU (6 de junho a 16 de junho de 2022)

Lugar:	UPV/EHU
Datas do curso:	De 06 de junho a 16 de junho de 2022
Número de estudantes :	11 estudantes
Formação e visitas:	Formação na Faculdade de Engenharia e CFAA (UPV/EHU) Visita a LORTEK (Topology MODULE) e BIEMH'22
Breve descrição:	 <p>The schedule table details the course activities from June 6th to 10th. It includes sessions for 'AulaMH' (lectures/practicals) on various topics like AM, metal forming, and design rules, as well as visits to LORTEK and BIEMH'22. A 'Taller EIB' (workshop) is also scheduled for June 15th.</p>
Fotos:	 <p>A group photo of approximately 12 people, including students and staff, standing in front of a blue trade show booth. The booth features the slogan 'HOME OF THE FUTURE' and logos for various companies like AM, 3D, and others.</p>



3.6. Sexta formação: ENIT (16 de janeiro a 20 de janeiro de 2023)

Lugar:	École Nationale d'Ingénieurs de Tarbes - ENIT
Datas do curso:	De 16 de janeiro a 20 de janeiro de 2023
Número de estudantes:	12 estudantes
Formação e visitas:	Formação tanto em instalações de estudo, como de investigação (LGP e CRTCI do ENIT) Visita da ESTIA - Plataforma Addimadour e à Lynxter company
Breve descrição:	Não planeado inicialmente. 2.º curso na ENIT. 2 dias de palestra e 2 dias de aulas experimentais Visita de 1 dia na plataforma Addimadour (ESTIA): apresentação do equipamento AM
Fotos:	

4. Resultados da avaliação

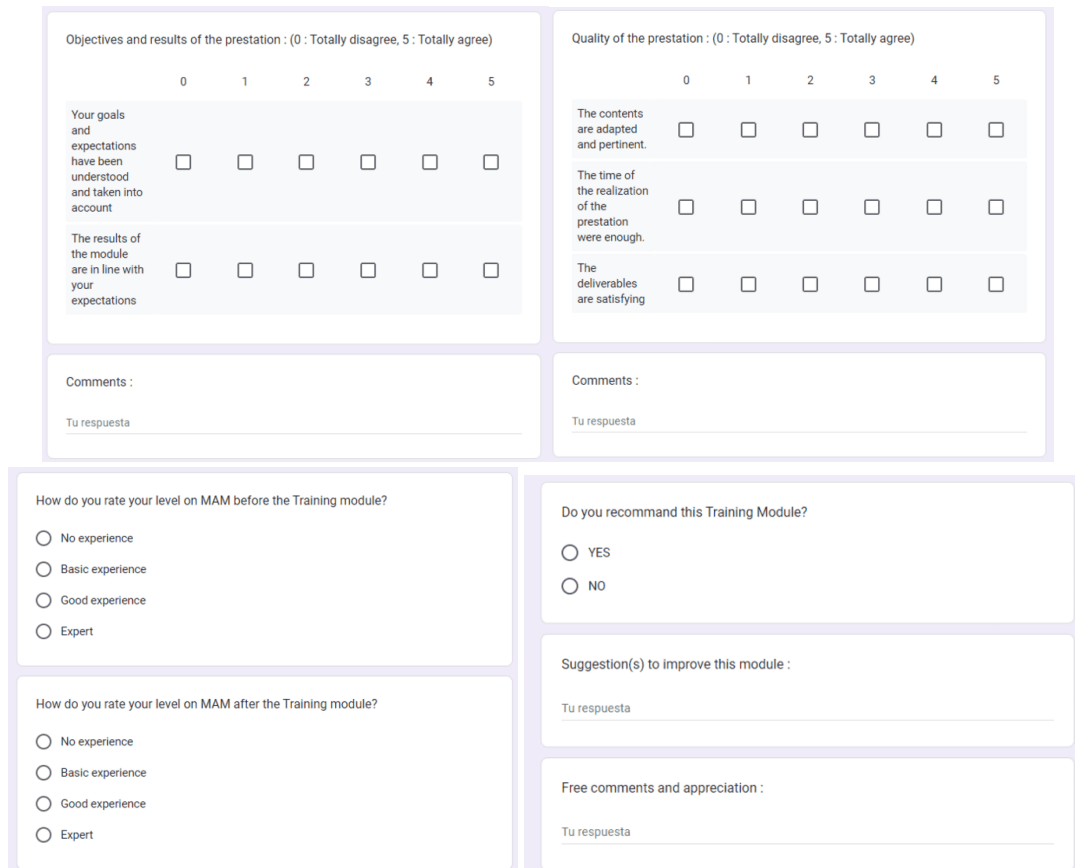
Na secção seguinte, são apresentados os resultados do questionário de avaliação. Os resultados são baseados nas respostas que os estudantes escolheram após a conclusão do módulo. Os resultados são apresentados para uma visão geral, mas podem ser analisados individualmente para cada módulo de formação ou concentrando-se em determinadas questões.

4.1. Desenho do questionário

O questionário foi concebido e carregado utilizando a ferramenta Google Forms. Uma vez que todos os estudantes têm uma conta Google, 100 % das respostas potenciais estavam disponíveis.

O formulário foi concebido com o duplo objetivo de obter informação, mas com um esforço mínimo. Assim, cada estudante pôde terminar o questionário em menos de 3 minutos.

Alguns exemplos de perguntas e formato são apresentados abaixo.



The image shows a preview of a questionnaire form with the following sections:

- Objectives and results of the prestation :** (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)

	0	1	2	3	4	5
Your goals and expectations have been understood and taken into account	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The results of the module are in line with your expectations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Quality of the prestation :** (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)

	0	1	2	3	4	5
The contents are adapted and pertinent.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The time of the realization of the prestation were enough.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The deliverables are satisfying	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Comments :**

Tu respuesta
- How do you rate your level on MAM before the Training module?**
 - No experience
 - Basic experience
 - Good experience
 - Expert
- How do you rate your level on MAM after the Training module?**
 - No experience
 - Basic experience
 - Good experience
 - Expert
- Do you recommend this Training Module?**
 - YES
 - NO
- Suggestion(s) to improve this module :**

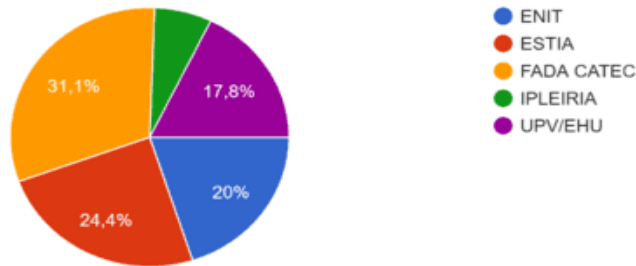
Tu respuesta
- Free comments and appreciation :**

Tu respuesta

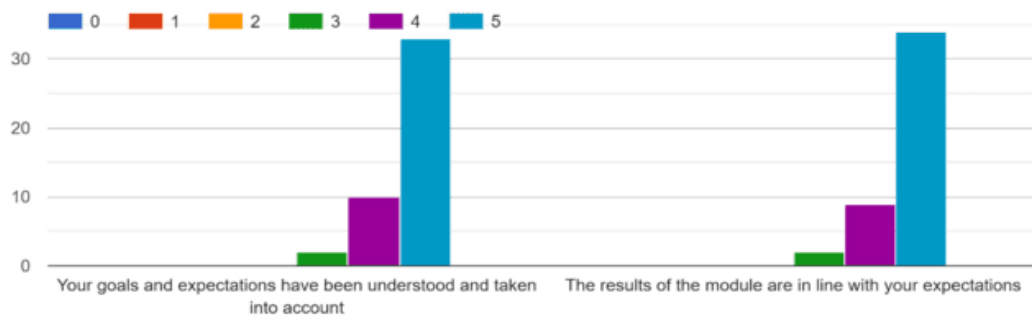
4.2. Resultados da avaliação

Os resultados da avaliação do curso são mostrados abaixo.

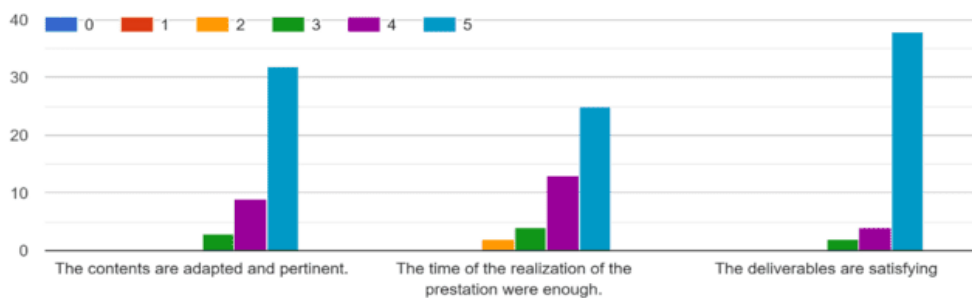
What module did you attend?
45 réponses



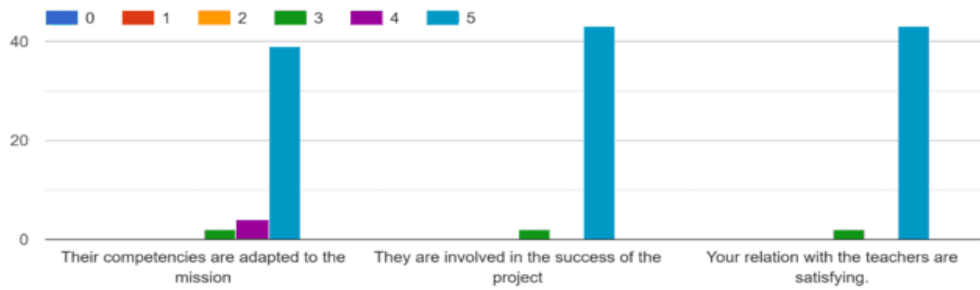
Objectives and results of the prestation : (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)



Quality of the prestation : (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)

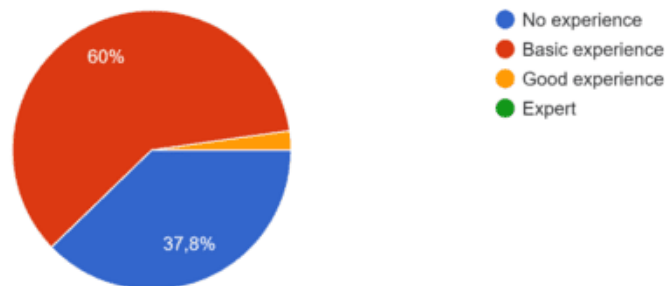


Satisfaction with teachers : (0 : Totally disagree, 5 : Totally agree)



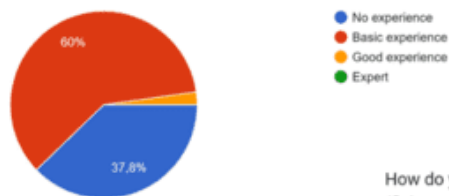
How do you rate your level on MAM before the Training module?

45 réponses



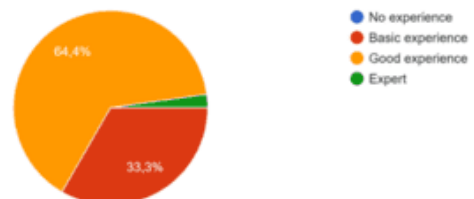
How do you rate your level on MAM before the Training module?

45 réponses

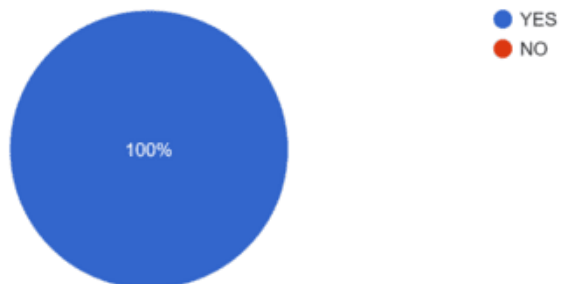


How do you rate your level on MAM after the Training module?

45 réponses



Do you recommend this Training Module?
45 réponses



5. Conclusões

A atividade "Formação" do projeto ADDITool foi concluída com resultados que excedem as expectativas iniciais. Em primeiro lugar, mais de 60 pessoas receberam formação em tecnologias MAM, o que ajudará as empresas a adotar estas tecnologias mais fácil e gradualmente. Por outro lado, o conhecimento e a experiência foram partilhados entre os diferentes parceiros do projeto, para obter um curso de formação avançada em tecnologias MAM que tem sido de grande interesse para os estudantes.

Além disso, houve visitas e atividades adicionais ao próprio curso, o que enriqueceu tanto os estudantes como as pessoas que organizaram e ensinaram os cursos.

Uma avaliação final concluiu que foi feita uma utilização muito eficiente dos recursos, visto que foram envolvidos diferentes parceiros com diferentes equipas e especialidades. Assim, cada parceiro desenvolveu uma secção do curso em que se especializou, somando um conjunto de documentos e práticas de grande valor para os estudantes. Concluiu-se que a obtenção deste resultado por um único parceiro teria sido extremamente complexa e dispendiosa.

O curso foi ministrado em cinco centros, com seis edições (uma delas não prevista no início do projeto), e em todos eles houve um elevado nível de interesse por parte dos estudantes participantes. Os resultados dos inquéritos estão de acordo sobre a qualidade e o grau de capacitação.

Em resumo, graças ao projeto ADDITool, 60 pessoas foram formadas ao longo de um ano para ajudar a integrar tecnologias de fabrico aditivo nas empresas. Além disso, a conceção e o desenvolvimento do curso serviu para criar ligações de colaboração entre parceiros e parceiros associados.

**Interreg
Sudoe**



EUROPEAN UNION

ADDITOOL

European Regional Development Fund

www.additool.eu