

Automatización e IA: Normativa Internacional, Europea y Nacional

Alejandra Martínez Fariña
División UAS



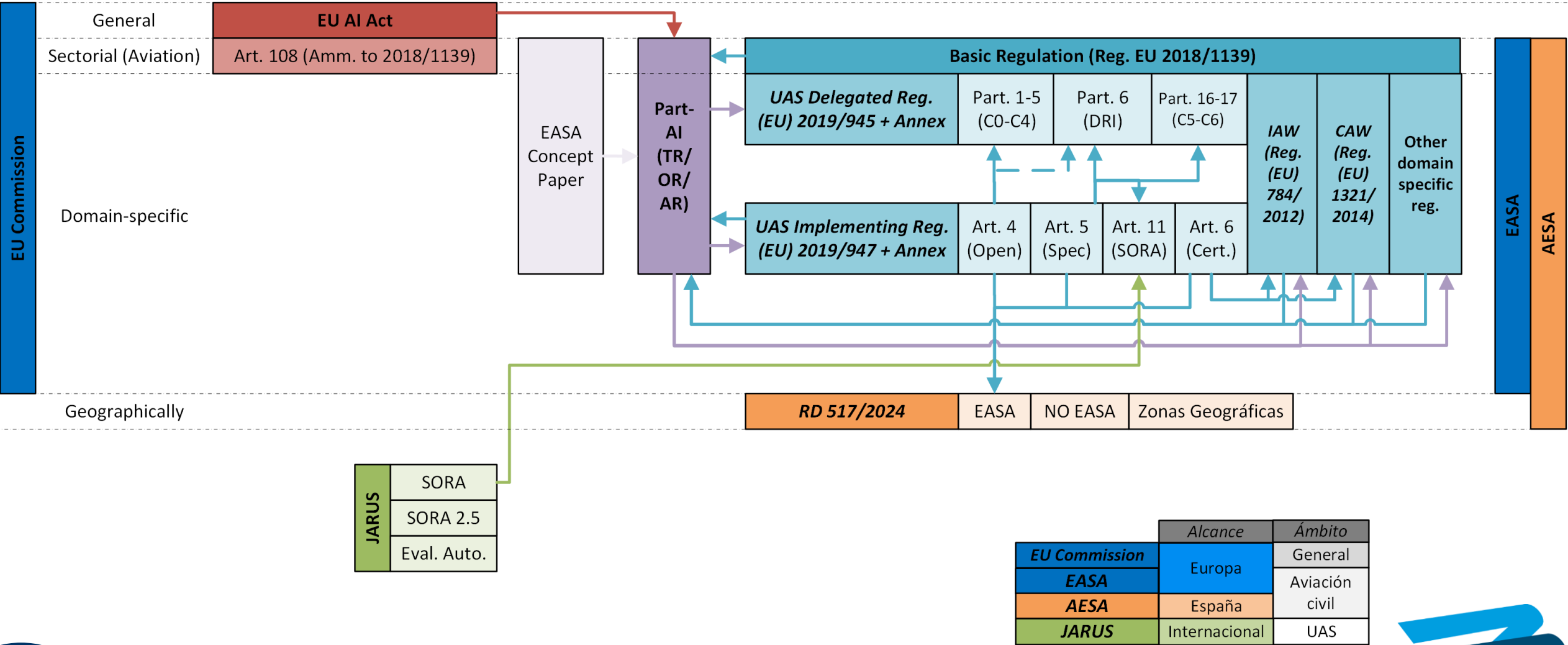
Evento “*Hacia la Automatización de UAS*”
23 Abril 2025

Contenido

- Contexto:
 - Marco Normativo Actual
 - Automatización vs. Autonomía vs. IA
- Automatización
 - Regulación Europea
 - JARUS: LoA + Complexity Levels
 - Metodología: ¿por qué?, ¿quién?, ¿cómo?, ¿para qué?
- Inteligencia Artificial
 - EU AI Act :Definición + Categorías según riesgo
 - EASA Concept Paper



Marco Normativo Actual



Automatización vs. Autonomía vs. Inteligencia Artificial



AUTOMATIZACIÓN:

→ **RESPONSABILIDAD (EJECUCIÓN)**

“Uso de sistemas de control y tecnologías de la información para reducir la necesidad de intervención humana, normalmente para tareas repetitivas.”



AUTONOMÍA:

→ **AUTORIDAD (DECISIÓN)**

“Característica de un sistema que es capaz de modificar su ámbito de uso u objetivo sin intervención, control o supervisión externos”



INTELIGENCIA ARTIFICIAL:

“Tecnología que, para un determinado conjunto de objetivos definidos por el ser humano, puede generar resultados como contenidos, predicciones, recomendaciones o decisiones que influyen en los entornos con los que interactúan”.

- La **AUTONOMÍA** requiere de **AUTOMATIZACIÓN** en las tareas, pero no toda **AUTOMATIZACIÓN** implica **AUTONOMÍA**.
- **AUTOMATIZACIÓN/AUTONOMÍA** no implican el uso de la **IA**. El uso de la **IA** facilita la **AUTOMATIZACIÓN** avanzada y la **AUTONOMÍA**.

UA Autónomo ≠ UA Automático



Regulación Europea (Reg. Ejecución 2019/947 y Reg. Delegado 2019/945)

OPERACIÓN AUTOMÁTICA:

→ RESPONSABILIDAD (EJECUCIÓN) + RP

“Operación que sigue instrucciones preprogramadas que el UAS ejecuta mientras el piloto remoto puede intervenir en cualquier momento.” (GM1 Art.2(17))

OPERACIÓN AUTÓNOMA:

→ AUTORIDAD (DECISIÓN) - RP

“Operación durante la cual una aeronave no tripulada opera sin que el piloto remoto pueda intervenir” (Art.2(17))

- *No puede ser categoría abierta (GM1 UAS.OPEN.060(2)(d))*
- *No puede ser STS (GM1 UAS.SPEC.050(1)(b))*
- *No puede ser PDRA (AMC2 Art. 11 PDRA-G01, AMC3 Art. 11 PDRA-G02, AMC4 Art. 11 PDRA-S01, AMC5 Art. 11 PDRA-S02, AMC6 Art. 11 PDRA-G03),*

1.1 No autonomous operations: the remote pilot should have the ability to maintain control of the UA, except in case of a loss of the command-and control (C2) link.

Operaciones autónomas → Autorización Operacional

- **Formación teórica y práctica** (AM1 UAS.SPEC.050(1)(d) y UAS.SPEC.050(1)(e))
- **Procedimientos Operacionales** (AMC1 UAS.SPEC.050(1))
- **Presentación del ConOps** (Annex A to AMC1 to Art 11)



→ RESPONSABILIDAD (EJECUCIÓN)

JARUS Niveles de Automatización

- Nivel 0 - Funcionamiento manual:

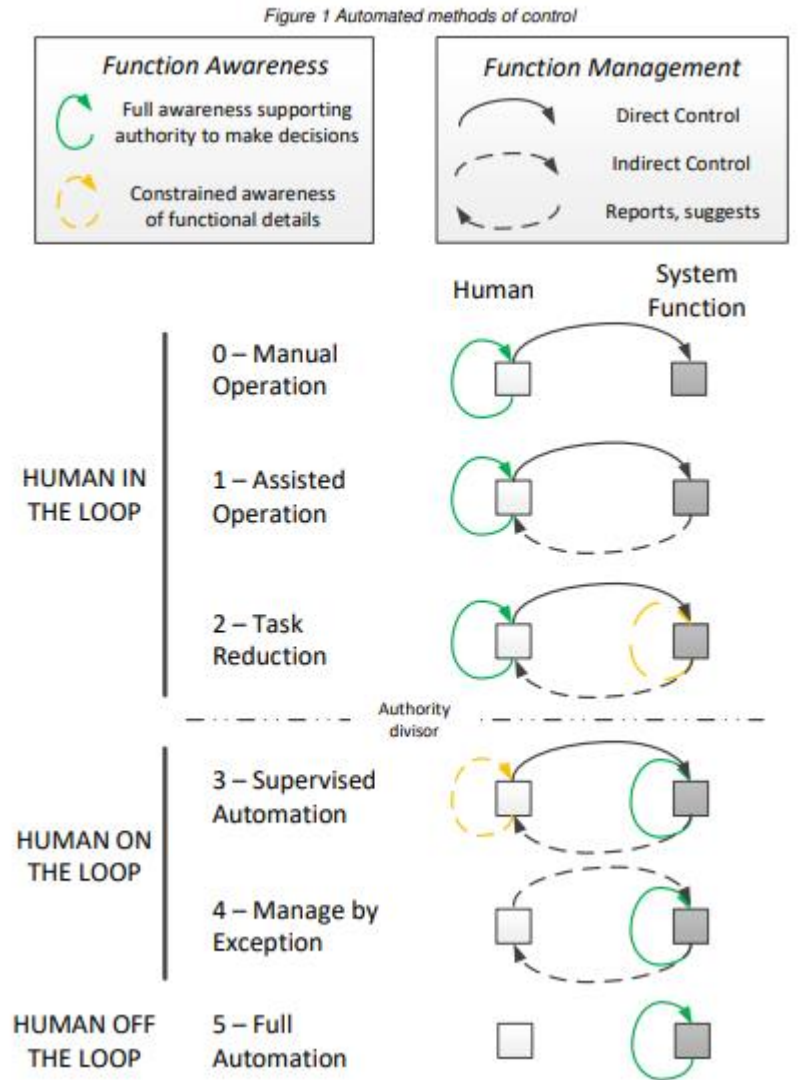
El ser humano es *totalmente responsable* de la ejecución de la función, sin apoyo de la máquina.

- Nivel 1 - Funcionamiento asistido:

La máquina desempeña un papel de apoyo (desde fuera del bucle de control) al ser humano en la ejecución de la función, por ejemplo, proporcionando información relevante.

- Nivel 2 - Reducción de tareas:

La máquina desempeña una función de gestión dentro del bucle de control para *reducir la carga de trabajo humana* en la realización de la tarea, por ejemplo, alerta de conflictos y asesoramiento para su resolución basándose en las trayectorias de vuelo previstas.



Nota 1: En esta presentación el LoA se aplica a nivel de función/fase, mientras que el Nivel de Complejidad a nivel de operación.



→ RESPONSABILIDAD (EJECUCIÓN)

JARUS Niveles de Automatización

- Nivel 3 - Automatización supervisada:

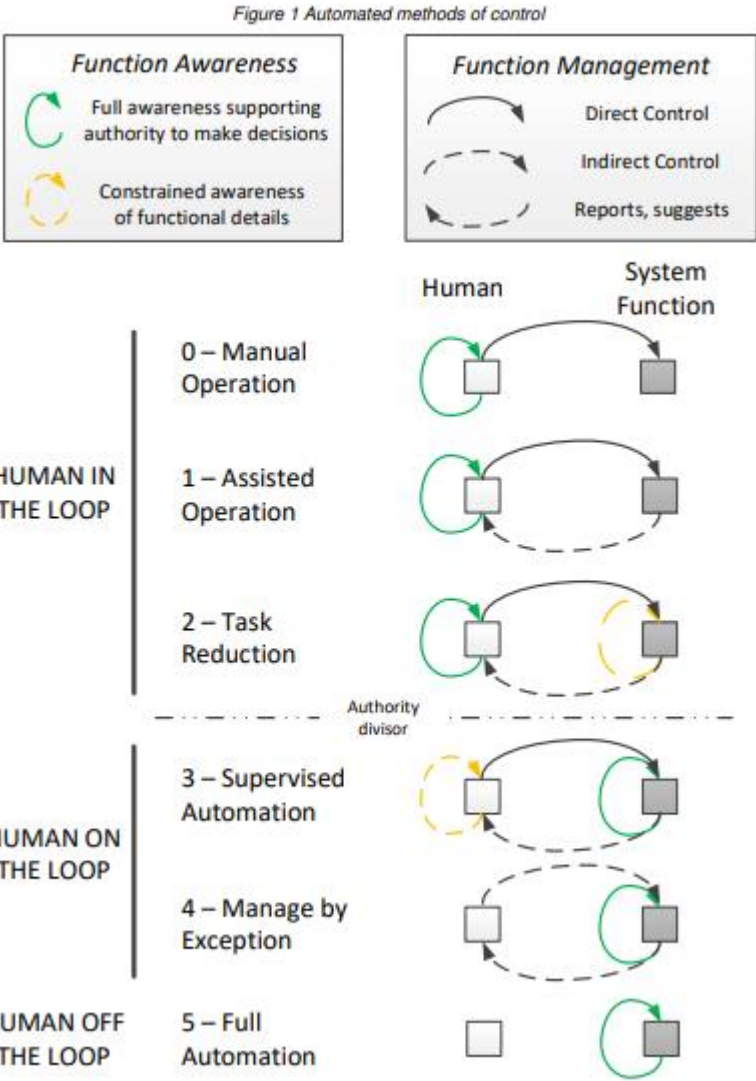
La máquina ejecuta la función bajo la supervisión del ser humano, que debe monitorizar e intervenir en caso necesario; por ejemplo, un sistema automático de prevención de colisiones de tráfico (TCAS) vinculado a un piloto automático que puede realizar automáticamente una maniobra cuando se alerta de una advertencia de resolución.

- Nivel 4 - Gestión por excepción:

La máquina ejecuta la función alertando al humano en caso de problema. El humano no tiene que monitorizar la función en tiempo real y puede intervenir en cualquier momento después de que la máquina le avise de un problema.

- Nivel 5 - Automatización total:

La máquina es totalmente responsable de la ejecución de la función. El ser humano no puede intervenir en tiempo real debido a limitaciones prácticas o a una exclusión deliberada en el ODD.



Nota 1: En esta presentación el LoA se aplica a nivel de función/fase, mientras que el Nivel de Complejidad a nivel de operación.
Nota 2: L5 se limita a la ejecución de la función tal y como descrito más arriba. Para comportamientos autónomos en una función/fase, se empleará L5+/L6.
Nota 3: Que una función/fase sea L5 no implica que no exista intervención humana a nivel de operación (“lógica del botón rojo”)



JARUS Niveles de Complejidad

Las clasificaciones de niveles de complejidad (CL) que figuran a continuación se aplican a cualquier UAS y deben aplicarse además de la categorización normal de la aeronave (por ejemplo, AC-23.1309-1E Clase I, CS-LURS, etc.).

- **Nivel de complejidad I:** RPAS que dispone de algunas **funciones automáticas con autoridad limitada** sobre el RPA y **capacidad limitada de ejecución automática de una misión**. Siempre se proporciona **reversión manual** independiente. El uso de software y hardware electrónico aerotransportado (AEH) es limitado.
- **Nivel de complejidad II:** Asignado a cualquier otro RPAS no clasificable en el nivel I. Es probable que los sistemas de control tengan **plena autoridad en la gestión del vuelo del RPAS** y **capacidad de ejecución automática de una misión**. En caso de fallo, **el piloto puede intervenir**, si es necesario, a menos que pueda demostrarse que la condición de fallo es extremadamente improbable. Se espera que estos RPAS hagan un uso extensivo de software y AEH.
- **Nivel de complejidad III:** asignado a los UAS que son **autónomos**. Esta categoría de UAS no está contemplada por la OACI y no se trata en el presente documento por el momento.

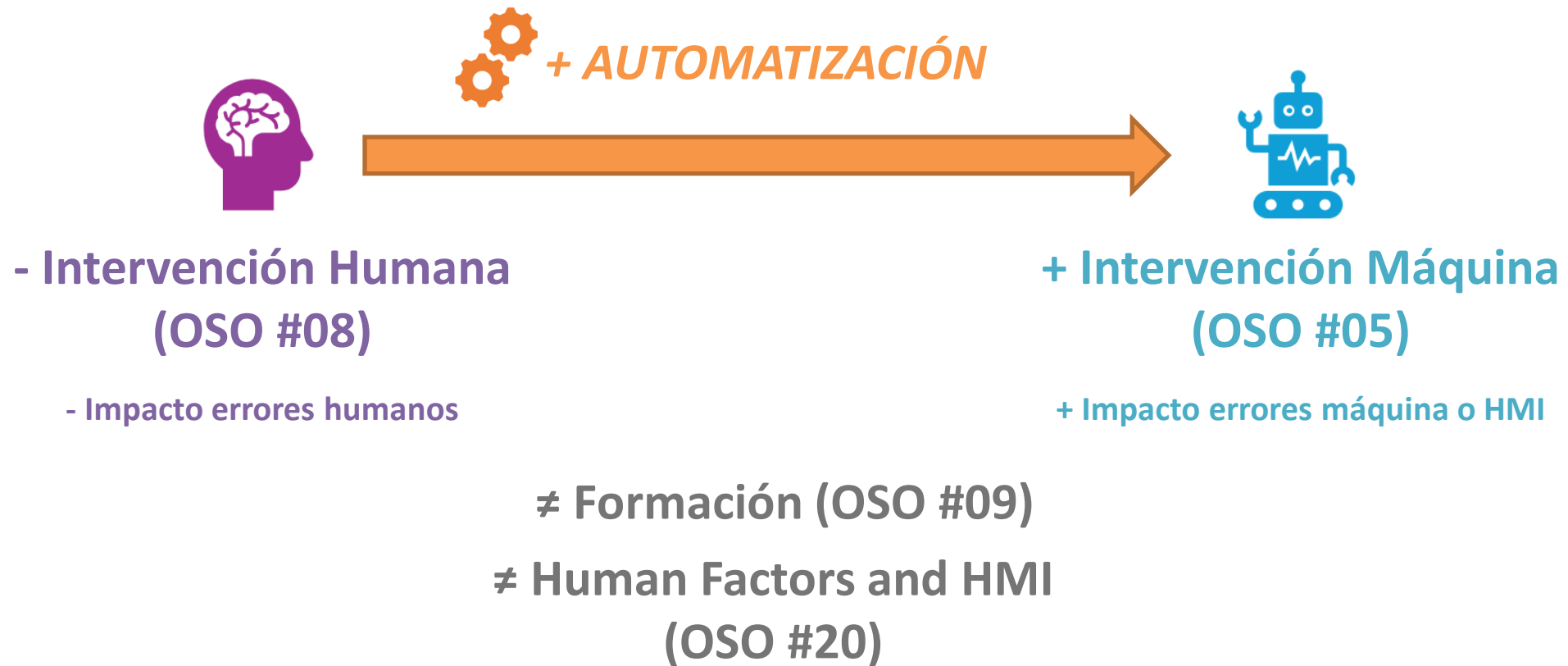
→ **RESPONSABILIDAD (EJECUCIÓN) + AUTORIDAD (DECISIÓN)**

Nota 1: En esta presentación el LoA se aplica a nivel de función/fase, mientras que el Nivel de Complejidad a nivel de operación.



Automatización en SORA - ¿Por qué?

Requisitos: aplicados de forma proporcional al SAIL (mediante los OSOs) → robustez (L, M, H)

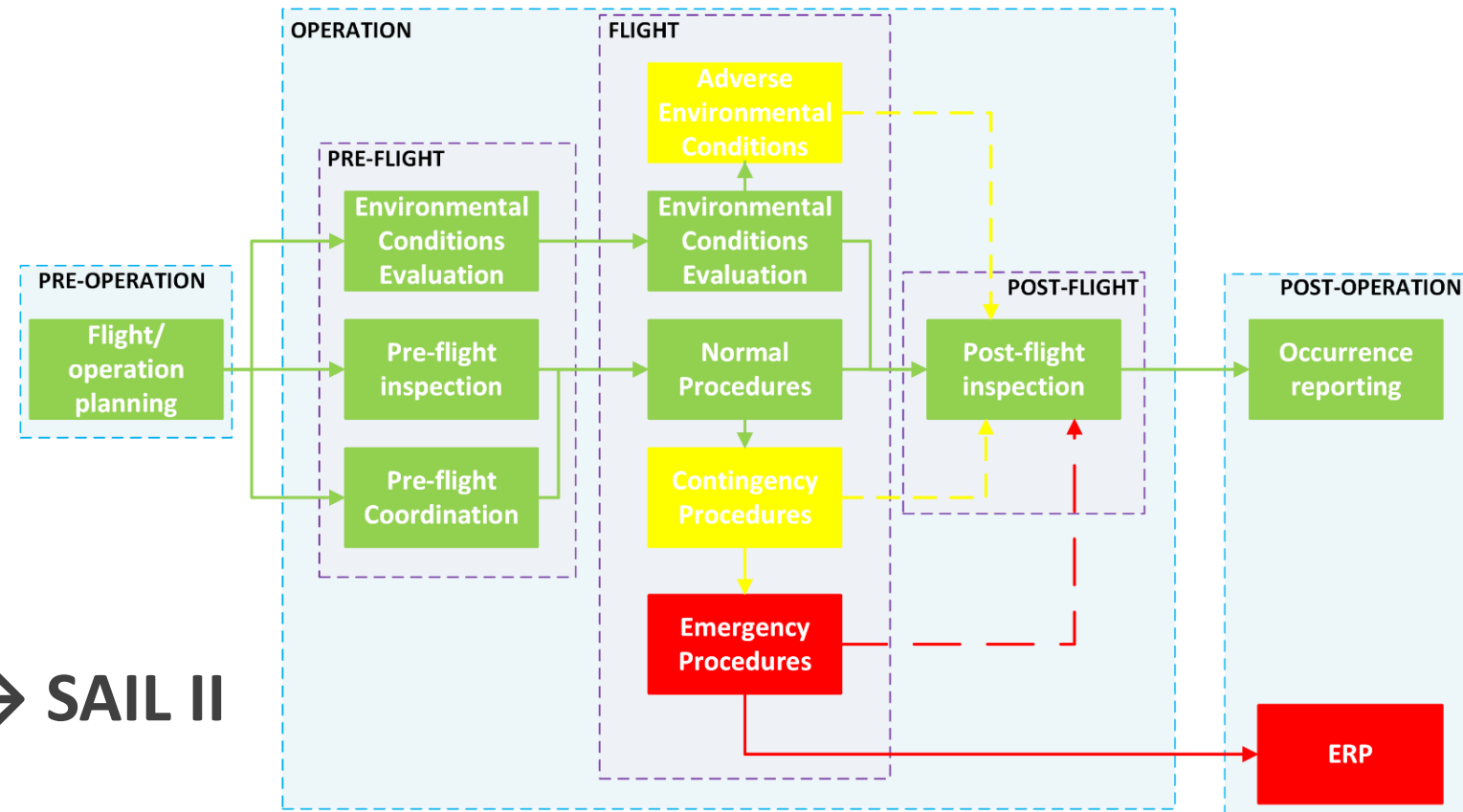


¿Cómo satisfacerlos? (MoC) → adaptados al nivel de complejidad de la operación (CL y LoA)



Automatización en SORA (ejemplo ConOps: Drone-in-the-box)

- **Misión:** inspección rutinaria de turbinas eólicas.
- **Área operacional:** entorno rural (sin sobrevuelo sobre zonas urbanas, carreteras o personas no participantes).
 - Lightly populated < 50 p/km² o Sparsely populated < 500 p/km² + Medidas de Mitigación
- **Altura máxima** de 30-40m AGL
- **Aeronave:** 4kg, 0.67m, 23m/s
- **Sistema de dock**



≠ Intervención humana

SORA 2.5: GRC 3, ARC-a → SAIL II

Automatización en SORA (ejemplo ConOps: Drone-in-the-box)

Caso A:

- Piloto remoto in situ
- Piloto remoto/planificador realiza la planificación

→ Nivel de Complejidad I



- Pre y post operación L1-2
- Procedimientos Normales L2-3
 - Prevuelo L1-2



- Procedimientos de Contingencia L3-4
- Procedimientos de Emergencia L4-5

Caso B:

- Piloto remoto in situ
- Piloto remoto/planificador realiza la planificación

→ Nivel de Complejidad I



- Pre y post operación L1-2
- Procedimientos Normales L4
 - Prevuelo L2



- Procedimientos de Contingencia L2-3
- Procedimientos de Emergencia L2-3

Caso C:

- Piloto remoto deslocalizado
- Piloto remoto/planificador realiza la planificación

→ Nivel de Complejidad II



- Pre y post operación L1-2
- Procedimientos Normales L4
 - Prevuelo L3-4
- Procedimientos de Contingencia L4
- Procedimientos de Emergencia L4-5



Automatización en SORA (ejemplo ConOps: Drone-in-the-box)

Caso D:

- Sin piloto remoto (solo aprueba misión)
- Planificador realiza la planificación

→ Nivel de Complejidad II-III



- Pre y post operación L1-2
- Procedimientos Normales L5*
 - Prevuelo L4-5*
- Procedimientos de Contingencia L5*
- Procedimientos de Emergencia L5*

Caso E:

- Sin piloto remoto (solo aprueba misión)
- Planificador realiza la validación final de la planificación

→ Nivel de Complejidad III



- Pre operación L4 y post operación L1-2
- Procedimientos Normales L5
 - Prevuelo L4-5
- Procedimientos de Contingencia L5
- Procedimientos de Emergencia L5



≠ Intervención humana

SORA 2.5: GRC 3, ARC-a → SAIL II

OSO #08 (M), OSO #05 (NR*), OSO #09 (L), OSO #20 (L)



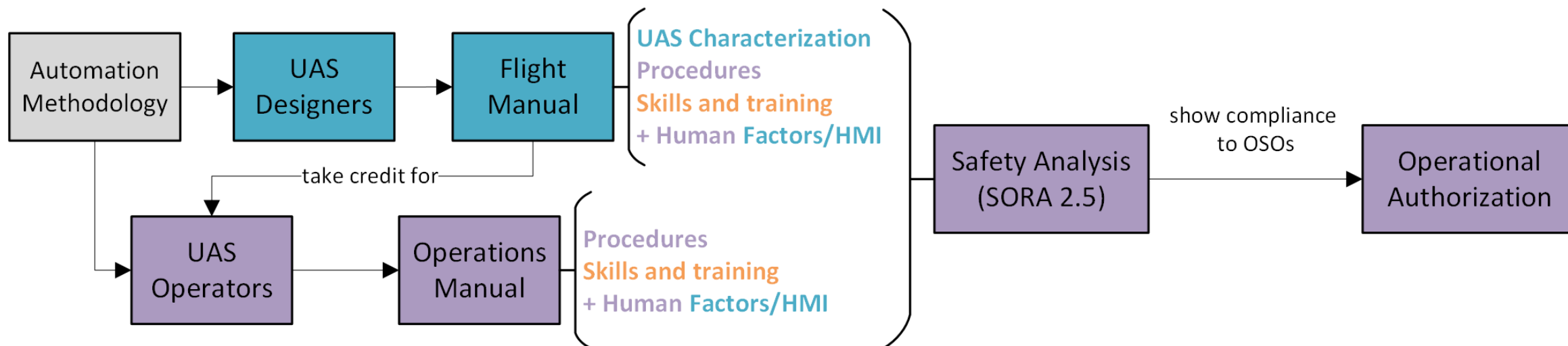
work in progress

Automatización en SORA - ¿Quién?

POV del DISEÑADOR/FABRICANTE: identificar ConOps previstos + diseñar un UAS que se utilice con un alto nivel de automatización (necesidad/elección) + proporcionar info del diseño y de cómo usar el UAS (procedimientos, limitaciones, formación and HMI) → *Manual de Vuelo/Usuario*

POV del OPERADOR: identificar su ConOps previsto + seleccionar un UAS adecuado + desarrollar procedimientos basados en la documentación del diseñador/fabricante (*Manual de Vuelo/Usuario*) → *Manual de Operaciones + EAS (SORA 2.5)*

→ Autorización Operacional

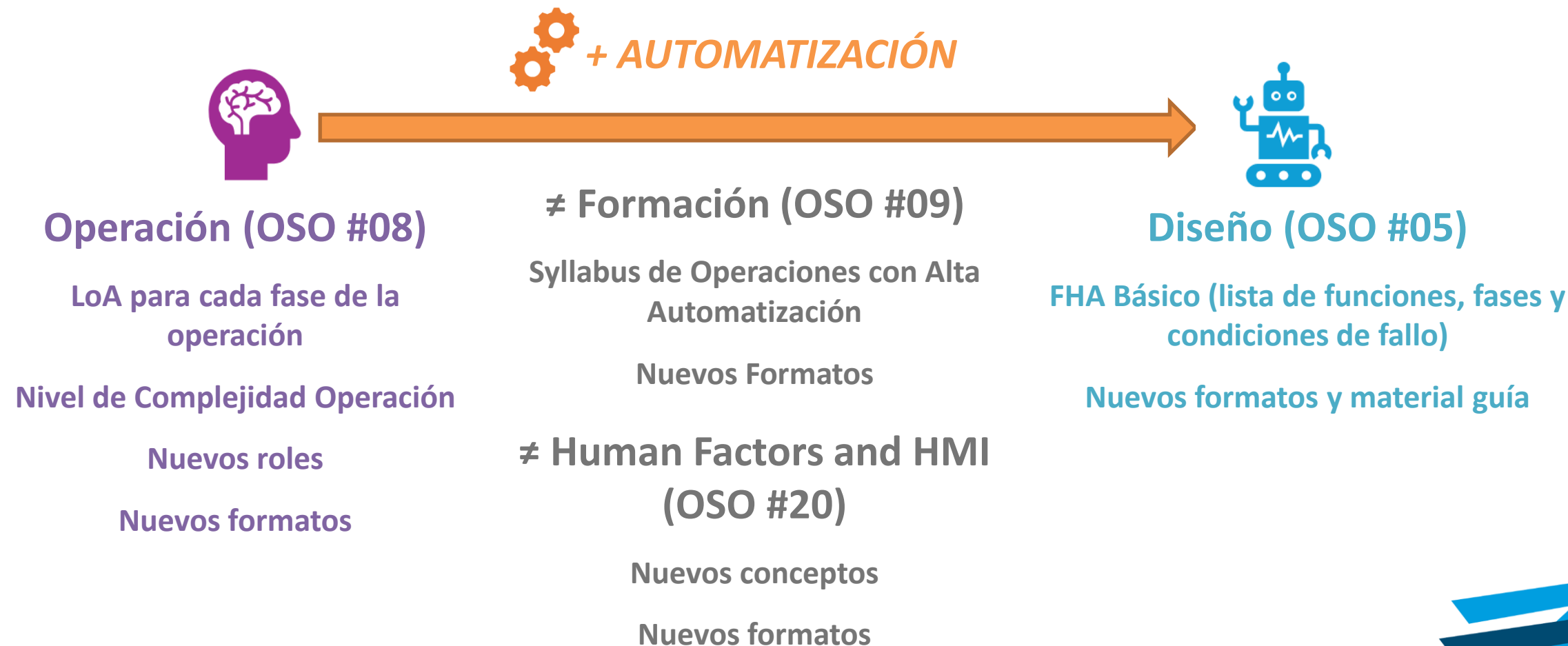


work in progress

Automatización en SORA - ¿Cómo?

Requisitos: aplicados de forma proporcional al SAIL (mediante los OSOs) → **robustez** (L, M, H)

¿Cómo satisfacerlos? (MoC) → adaptados al nivel de complejidad de la operación (CL y LoA)



Automatización en SORA - ¿Para qué?

Objetivos:

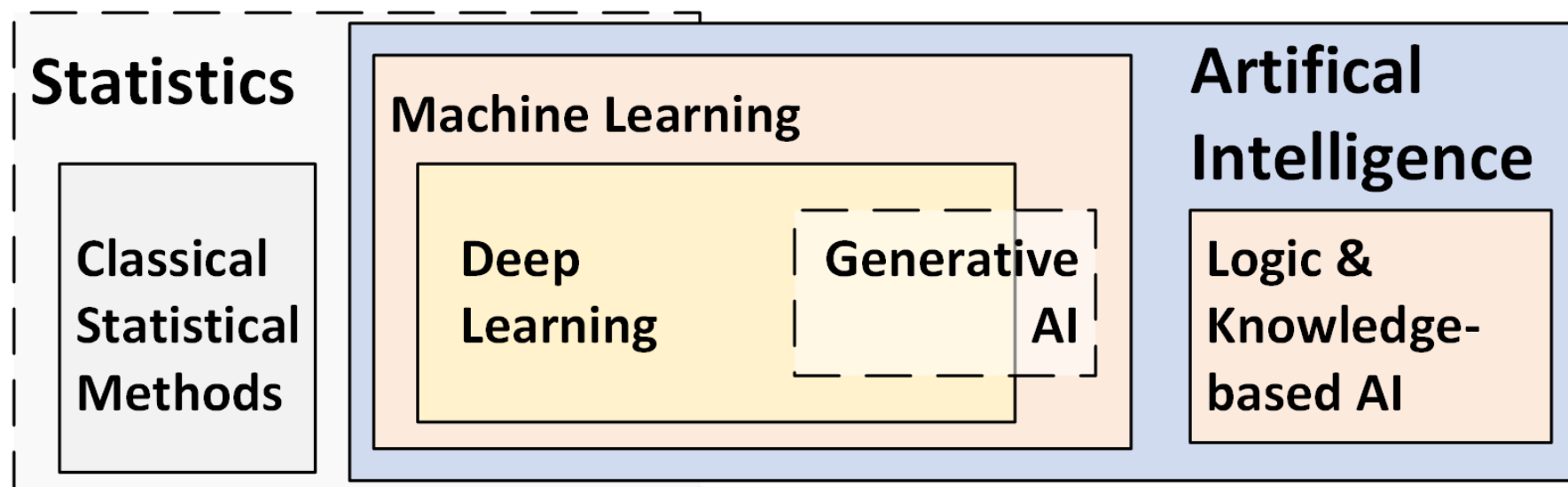
1. Autorizar **operaciones cada vez más complejas** manteniendo en nivel de seguridad:
 - Operaciones con mayor nivel de automatización y autonomía
 - Operaciones MSO (múltiples operaciones simultáneas)
 - Uso de nuevas tecnologías (inteligencia artificial)
2. Mantener la proporcionalidad de los requisitos (SAIL y nivel de robustez de los OSOs)



EU AI Act: Definición

“AI system’ means a **machine-based system₁**, that is designed to operate with **varying levels of autonomy₂** and that **may exhibit adaptiveness₃** after deployment, and that, for **explicit or implicit objectives₄**, **infers₅**, from the input it receives, how to **generate outputs₆**, such as predictions, content, recommendations, or decisions that **can influence physical or virtual environments₇**,”

(5) Inference: process of obtaining the outputs (“use phase”) and capability of an AI system to derive models or algorithms from data (“build phase”). Reasoning by which conclusions are derived from known premises.



EU AI Act: Clasificación según nivel de riesgo

Nivel de Riesgo	Descripción	Ejemplos	Normativa
Riesgo Inaceptable	IA que representa una amenaza para los derechos fundamentales y la seguridad.	- Manipulación perjudicial - Clasificación social - Reconocimiento de emociones en el trabajo o en instituciones educativas	Prohibida
Alto riesgo	IA que puede afectar la salud, seguridad o derechos de las personas.	- Uso en componentes de seguridad infraestructuras críticas - Uso en la gestión de migración, asilo y control de fronteras - Uso en la administración de justicia y procesos democráticos	Regulada
Riesgo limitado	IA que presenta riesgos de manipulación o desinformación pero sin afectar derechos críticos.	- Chatbots (requieren indicar que son IA) - Identificación del contenido generado por IA	Requisitos de transparencia
Riesgo mínimo o sin riesgo	IA con impacto leve o neutro.	- Videojuegos con IA - Filtros de spam	Sin regular

INFORMACIÓN PÚBLICA



EASA Concept Paper Issue 2: Conceptos Clave

- **Human-AI Teaming:** cooperación o colaboración entre el humano y un sistema basado en IA.
- **Garantía del aprendizaje (*Learning assurance*):** los errores por el proceso de aprendizaje basado en datos han sido identificados y corregidos → nivel de confianza adecuado (generalización y robustez).

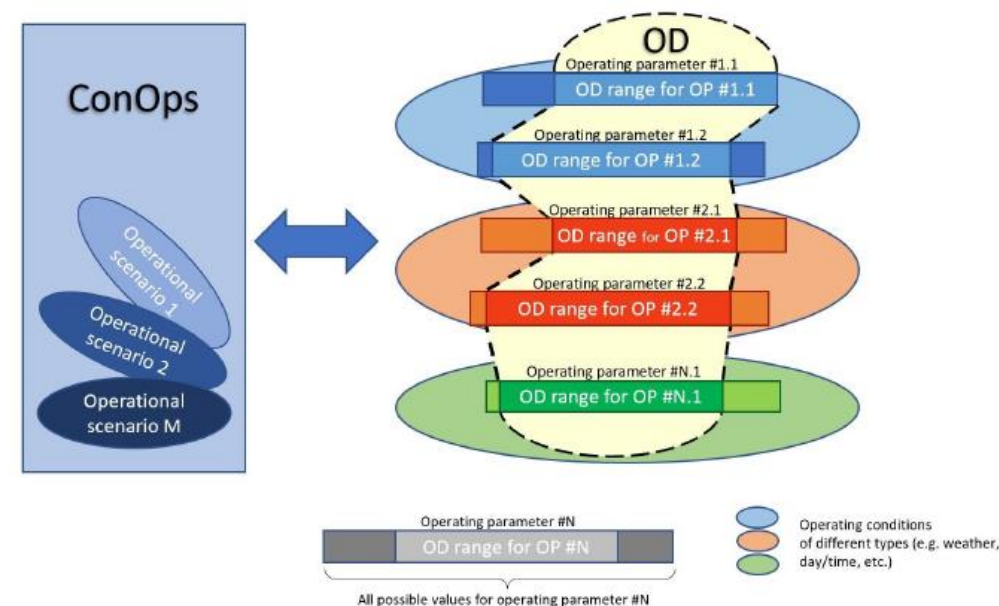


Figure 7 — Interrelationship between ConOps and OD

- **Operational domain and operational design domain (OD y ODD):** captura de las condiciones operacionales.
- **Explicabilidad de la IA (*AI explainability*):** capacidad de proporcionar al humano información comprensible, fiable y pertinente, con el nivel de detalle adecuado y en el momento oportuno.

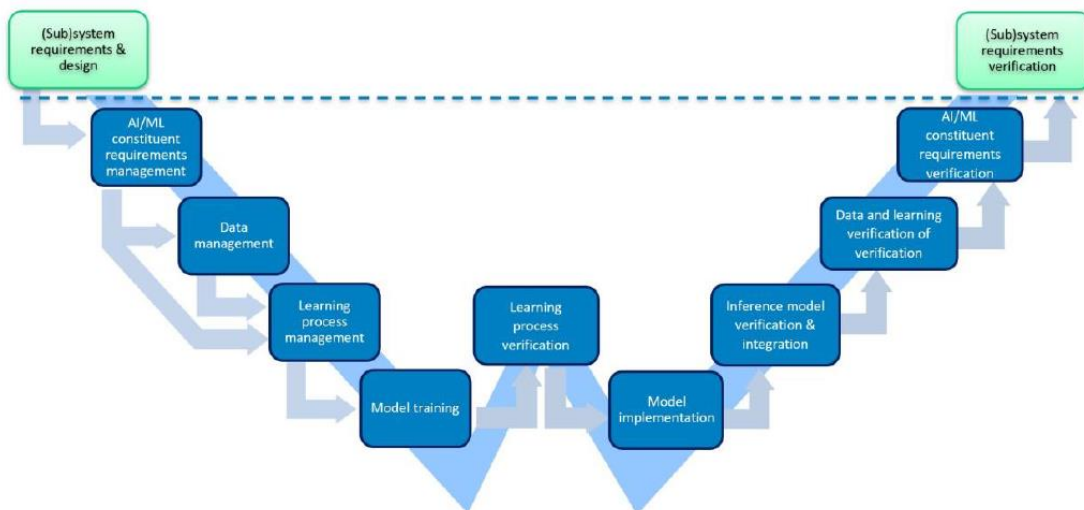


Figure 11 — Learning assurance W-shaped process



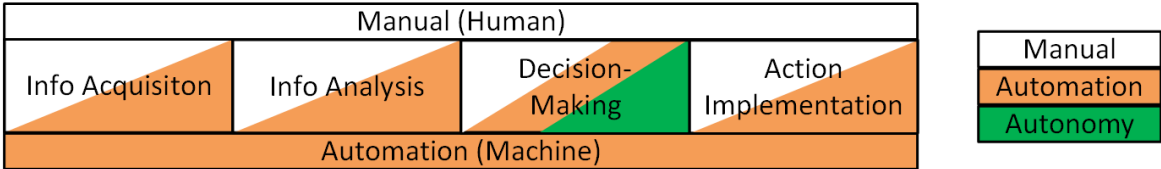
EASA Concept Paper: Niveles de IA

Tipos de control:

- Dirigido:** capacidad de monitorizar tareas, validar decisiones e intervenir en la acción.
- Supervisado:** capacidad de monitorizar tareas, e intervenir en la acción. La máquina puede tomar decisions e implementar acciones.
- Salvaguardado:** capacidad de monitorizar tareas, y sobreescribir decisiones y acciones.
- No supervisado:** no hay capacidad de sobreescribir las operaciones.

	Toma de Decisiones			Autoridad Usuario Final (humano)
Level 1 AI: human assistance	Humano (con soporte máquina)	1A: Human augmentation	Automation support to info acquisition or analysis	Completa
		1B: Human assistance	Automation support to decision-making	
Level 2 AI: human-AI teaming	Humano o máquina (bajo control y supervisión humanos)	A: Human-AI Cooperation	Directed decision and automatic action implementation	Parcial
		B: Human-AI Collaboration	Supervised automatic decision and action implementation	
Level 3 AI: advanced automation	Máquina	A: Safeguarded advanced automation	Safeguarded automatic decision and action implementation	Limitada (bajo aviso)
		B: Non-supervised advanced automation	Non-supervised automatic decision and action implementation	No aplica

Basados en LOAT (Harvis Research Project) →



EASA Concept Paper + MLEAP: Objetivos basados en riesgo

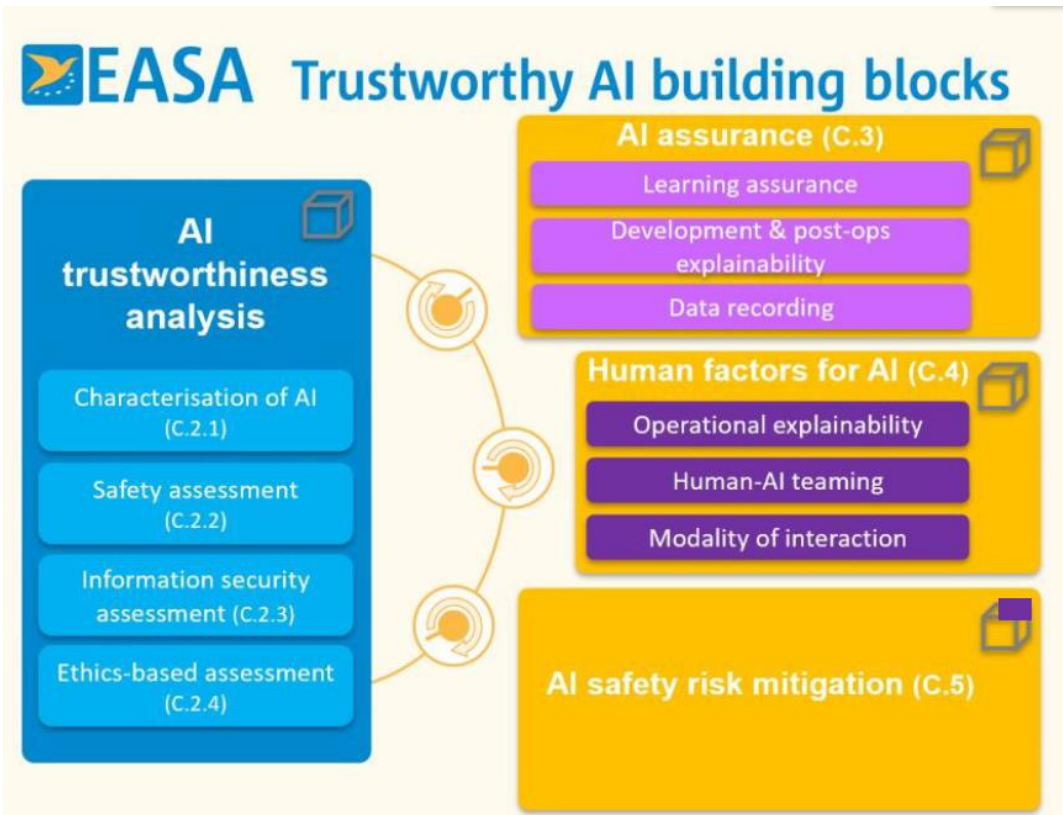


Figure 3 — EASA AI trustworthiness building blocks

Applicability by Assurance Level	
●	The objective should be satisfied with independence.
○	The objective should be satisfied.
	The satisfaction of the objective is at the applicant's discretion.

Applicability by AI Level	
	The objective should be satisfied for AI level 1A, 1B, 2A and 2B.
	<i>The objective should be satisfied for AI level 1B, 2A and 2B.</i>
	The objective should be satisfied for AI level 2A and 2B.
	The objective should be satisfied for AI level 2B.



Muchas gracias 😊

Web AESA UAS/Drones

