

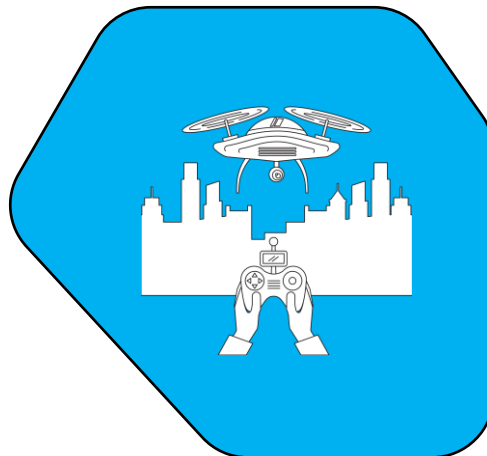
Hacia la automatización de los UAS Contexto y desarrollos normativos

Roberto Gándara Ossel
Jefe División UAS AESA

Jornada Automatización AESA-
PAE
AESA. 22 abril 2025.



Contenido



- Marco normativo general
- SORA
- Retos categoría específica riesgo medio
- Automatización JARUS
- AI EASA



BAJO



RIESGO

MEDIO



ALTO



CAT. ABIERTA

Se cumplen las condiciones generales de operación en categoría abierta y las de alguna de las tres subcategorías A1, A2 o A3 o las del art. 22 del Regl. 947.

Requisitos:

1. VLOS
2. $H < 120$ m

Casos poco riesgo:

1. A1 (0,9) y A2 (4) poco peso cerca de gente
2. A3 hasta 25 kg a 150 m de zonas pobladas

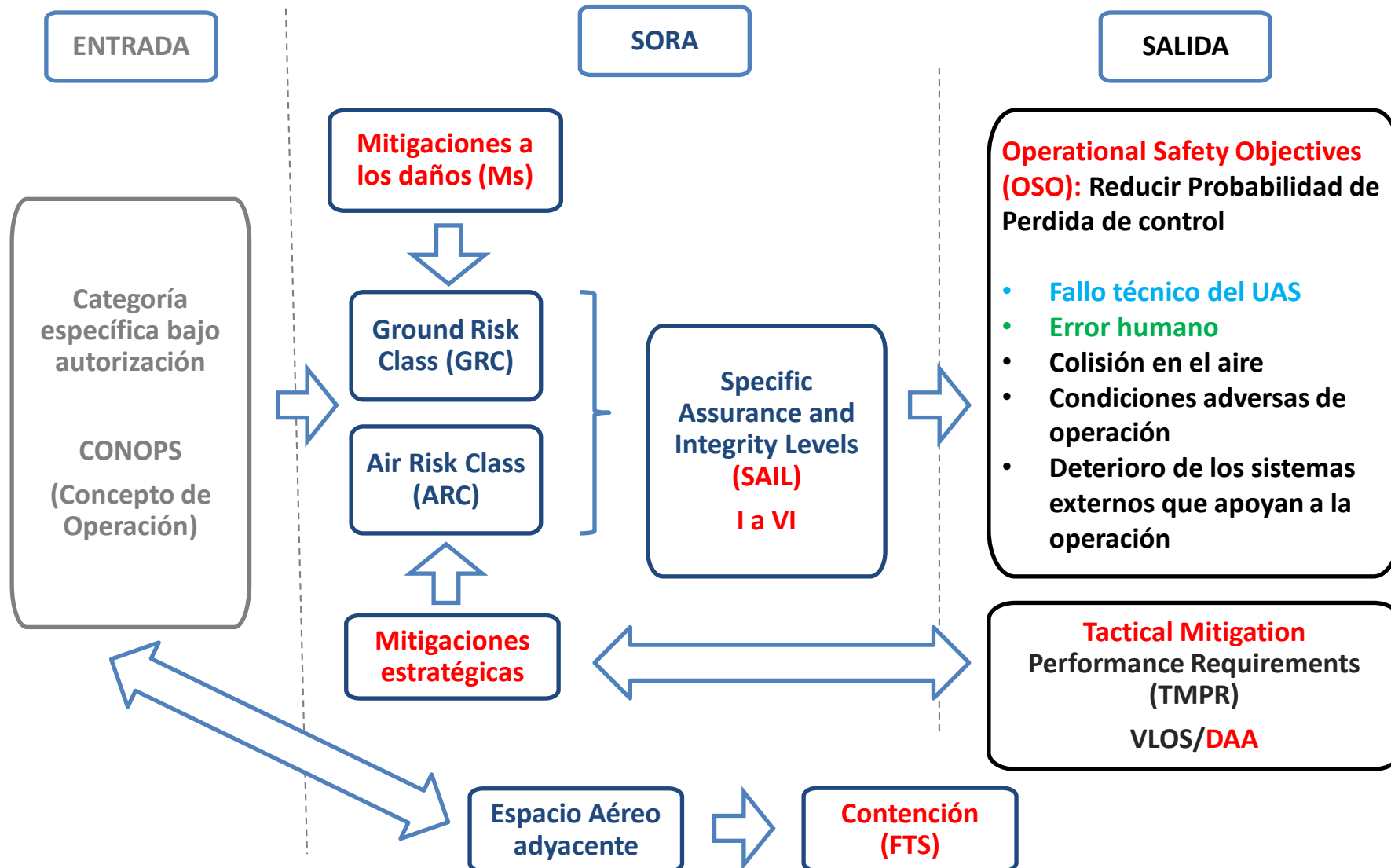
CAT. ESPECÍFICA

1. Declaración sobre Escenario Estándar.
2. Autorización operacional con evaluación del riesgo (SORA).
3. Operador LUC con privilegios.
4. **Casos para específica:**
 1. MTOM > 25 kg
 2. BVLOS
 3. $H > 120$ m
 4. Suelta de elementos
5. **Autónomos** (distinto de automáticos)

CAT. CERTIFICADA

1. Se utiliza un UAS certificado para:
 - a) volar s/ concentraciones de personas UAS > 3 m; o
 - b) transporte de personas; o
 - c) transporte de mercancías peligrosas que pueden entrañar riesgo elevado para 3os. en caso de accidente.
2. La evaluación del riesgo indica que el riesgo de la operación no puede atenuarse adecuadamente sin la certificación del UAS y del operador.

Esquema de la Metodología SORA



 CONOPS con UAS Traducir las misiones a CONOPS, clases de riesgo y mitigaciones

- **‘Tamaño’ de los UAS:** MTOM ($\leq$ 25 kg), dimensión característica ($\leq$ 3 m), energía cinética
- **VLOS vs BVLOS:** con o sin observadores – consciencia situacional
- **Clase de riesgo en tierra inicial GRC:** 1 a 9 – de zona terrestre controlada hasta operación sobre aglomeraciones de personas y de UAS < 1 m a UAS > 20 m, particularidades de los dirigibles
- **Clase de riesgo en aire ARC a, b, c o d** – a atípico, b rural fuera de zonas de actividad aeronáutica hasta 120 m de altura...
- **Mitigaciones de riesgo en tierra:** evaluación en táctico de la población, cobijo, paracaídas...
- **Mitigaciones de riesgo en aire:** observadores, segregaciones, iConspicuity, USpace...



Metodología SORA

SORA GRC – Clase de Riesgo en Tierra – Mitigable con Ms

Intrinsic UAS Ground Risk Class						
Maximum UA characteristic dimension		1m / approx. 3 ft	3 m / approx. 10 ft	8 m / approx. 25 ft	20 m / approx. 65 ft	40 m / approx. 130 ft
Maximum speed		25 m/s	35 m/s	75 m/s	120 m/s	200 m/s
Maximum iGRC population density (people/km²)	Controlled Ground Area	1	1	2	3	3
	< 5	2	3	4	5	6
	< 50	3	4	5	6	7
	< 500	4	5	6	7	8
	< 5,000	5	6	7	8	9
	< 50,000	6	7	8	9	10
	> 50,000	7	8	Not part of SORA		



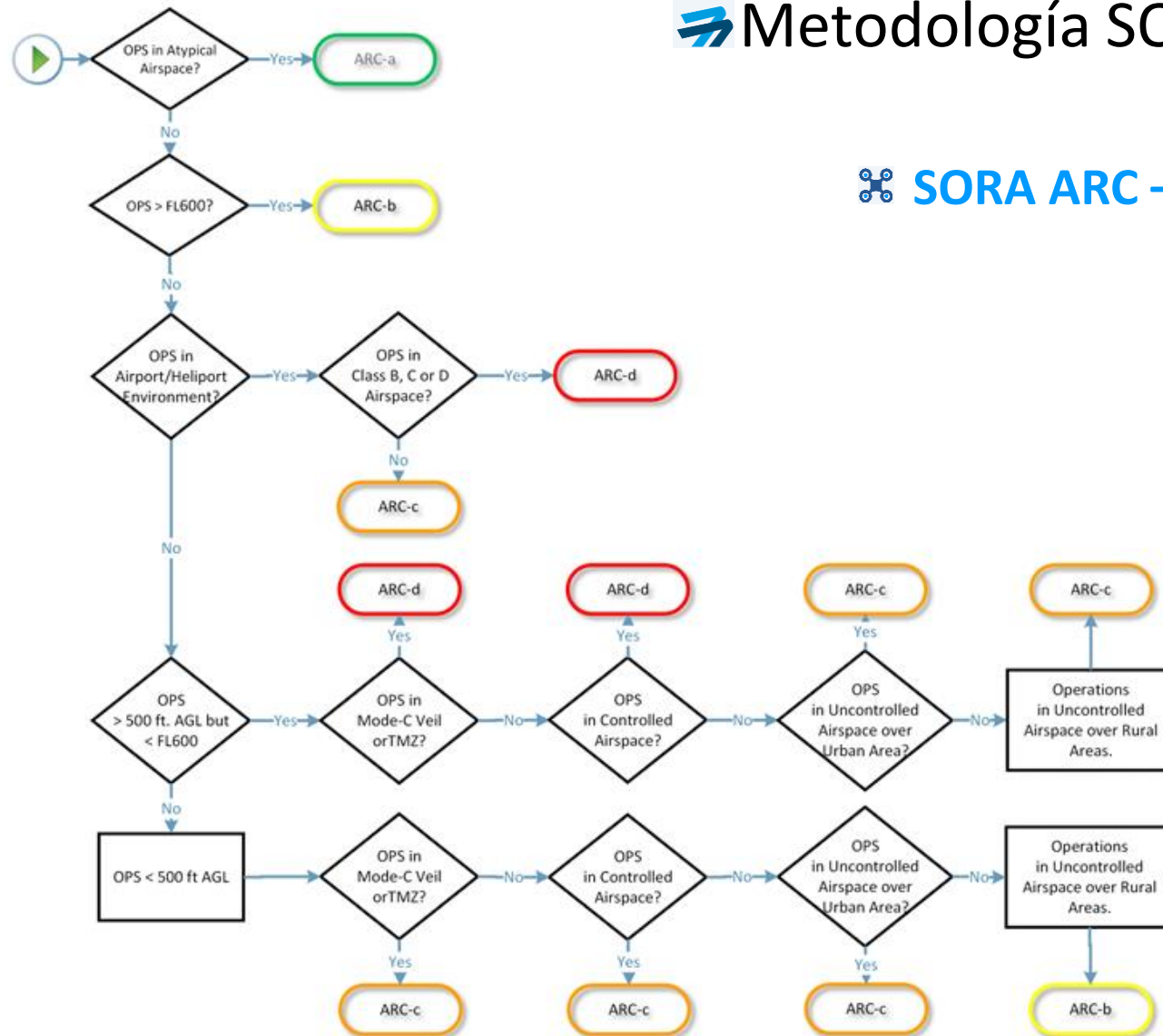
 Metodología SORA SORA ARC – Clase de Riesgo en Aire

Figure 6 - ARC assignment process



 Metodología SORA

 SORA SAIL tras mitigaciones (Ms) – Nivel de robustez ante pérdidas de control

SAIL Determination				
Final GRC	Residual ARC			
	a	b	c	d
≤2	I	II	IV	VI
3	II	II	IV	VI
4	III	III	IV	VI
5	IV	IV	IV	VI
6	V	V	V	VI
7	VI	VI	VI	VI
>7	Category C (Certified) operation ¹⁰			

Table 7 - SAIL determination



Metodología SORA

✎ SORA OSOS -> 24 objetivos con robustez creciente con el SAIL

OSO ID	Operational Safety Objective	SAIL						Dependencies (Crit. references as per Annex E)		
		I	II	III	IV	V	VI	Operator	Training org	Designer
OSO#01	Ensure the Operator is competent and/or proven	NR	L	M	H	H	H	x		
OSO#02	UAS manufactured by competent and/or proven entity	NR	NR	L	M	H	H			x
OSO#03	UAS maintained by competent and/or proven entity	L	L	M	M	H	H	Crit. 1 Crit. 2		Crit. 1
OSO#04	UAS components essential to safe operations are designed to an Airworthiness Design Standard (ADS)	NR	NR	NR	L	M	H			x
OSO#05	UAS is designed considering system safety and reliability	NR	NR ^(c)	L	M	H	H			x
OSO#06	C3 link characteristics are appropriate for the operation	NR	L	L	M	H	H	x		x
OSO#07	Conformity check of the UAS configuration	L	L	M	M	H	H	Crit. 1 Crit. 2		Crit. 1
OSO#08	Operational procedures are defined, validated and adhered to	L	M	H	H	H	H	x		Crit. 1
OSO#09	Remote crew trained and current	L	L	M	M	H	H	x	x	
OSO#13	External services supporting UAS operations are adequate to the operation	L	L	M	H	H	H	x		



Retos normativos operaciones de riesgo medio

Selección de OSOs ilustrativos vs impacto automatización

- OSO 1: Operador competente
- OSO 5: UAS diseñado teniendo en cuenta seguridad y fiabilidad – Nuevas consideraciones en autónomos
- OSO 8: Procedimientos operacionales adecuados – Más o menos automatizados
- OSO 9: Tripulación remota formada y entrenada – Reducción de tareas a más automatización
- OSO 20: Interacción humano máquina adecuada (HMI)



➡ Retos técnico-normativos para operaciones de riesgo medio

⌘ Operaciones en zonas pobladas sin acotar con UAS de tamaño medio

- Diseño y fabricación de sistemas para **SAIL III/IV – Guías FHA para UAS, MoC del SC-Light UAS**
- Servicios de **población dinámica (M1)** y Contención mejorada diferente a FTS

⌘ Operaciones en BVLOS largas distancias y alturas medias

- **C2 link robusto**
 - Tanto vía satélite como redes móviles
- **Dispositivos y procedimientos de DAA**
 - Entornos con aeronaves tripuladas **colaborativos** (iConspicuity, validación USpace como TMPR)
 - Entornos con aeronaves tripuladas **no colaborativas** o si se requiere **fusión de sistemas**



⌘ Operaciones de altamente autónomas

- Empezar por escenarios de poco riesgo (SAIL I/II) sin necesidad de IA confiable
 - **Múltiples UAS independientes** con un gestor de flota o **inspección lineal acotada completamente autónoma**
- Escenarios de poco riesgo con IA confiable -> Roadmap AI EASA -> MoC IA



Metodología de Evaluación de la Automatización

Tres aspectos que evaluar

- Nivel de automatización por función o fase
- Impacto de la seguridad de la automatización
- Confiabilidad de los sistemas autónomos

		Level of Automation					
Safety Dependence		0	1	2	3	4	5
	Independent	No Automation					
	Partially Dependent						
	Dependent						
	Low Impact						
	Medium Impact						
	High Impact						

Operational Environment
Equipment Pedigree
System Characteristics

UAS Automation Levels in Flight Operations						
Level Functions	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
	Manual Operation	Assisted Operation	Task Reduction	Supervised Automation	High Automation	Full Autonomy
Human-Machine Teaming	Human led	Human-In-the-loop	Human-In-the-loop	Human-In/On-the-loop	Human-On-the-loop	Human-Off-the-loop
Sustained Aircraft Maneuver Control	Human	Human AND Machine	Machine (Managed by Human)	Machine (Supervised by Human)	Machine	Machine
Object and Event Detection and Response (OEDR)	Human	Human	Machine (Managed by Human)	Machine (Supervised by Human)	Machine	Machine
Fallback (Integrity Thresholds Exceeded)	Human	Human	Human	Human	Fall back Ready Human	Machine (Limited or Segregated Operations)
Communication						Machine

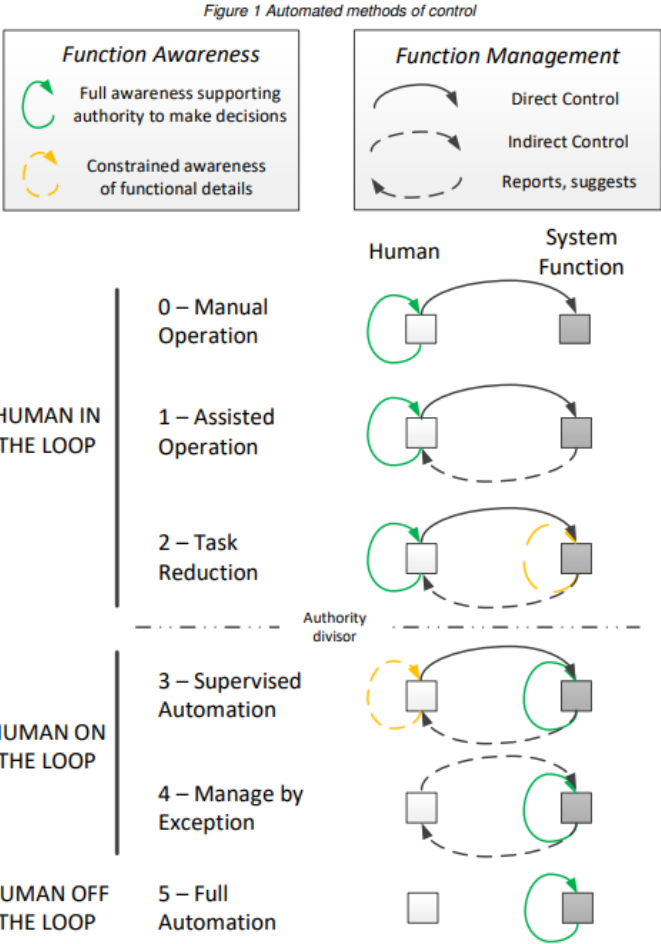
Development Continuum			
Experimental	Low Risk	Medium Risk	High Risk
Academic	Commercial	Standardized	Certified
Definable & Capable	Producible & Scalable	Repeatable & Predictable	Reliable & Accountable



Metodología de Evaluación de la Automatización

Niveles de automatización de las funciones o fases

UAS Automation Levels in Flight Operations							
Functions \ Level	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Components of Trusted Autonomy
	Manual Operation	Assisted Operation	Task Reduction	Supervised Automation	High Automation	Full Autonomy	
Human-Machine Teaming	Human led	Human-In-the-loop	Human-In-the-loop	Human-In/On-the-loop	Human-On-the-loop	Human-Off-the-loop	Human-Machine Symbiosis
Sustained Aircraft Maneuver Control	Human	Human AND Machine	Machine (Managed by Human)	Machine (Supervised by Human)	Machine	Machine	Machine
Object and Event Detection and Response (OEDR)	Human	Human	Machine (Managed by Human)	Machine (Supervised by Human)	Machine	Machine	Machine
Fallback (Integrity Thresholds Exceeded)	Human	Human	Human	Human	Fall back Ready Human	Machine (Limited or Segregated Operations)	Optimized Human AND/OR Machine
Communication with External Systems (Ground and Airspace systems)	Human	Human	Human OR Machine (Managed by Human)	Machine (Supervised by Human)	Machine	Machine	Machine



Metodología de Evaluación de la Automatización

Clasificación de funciones por propósito

		Level of Automation					
		0	1	2	3	4	5
Safety Dependence	Independent	No Automation	Green	Green	Green	Green	Yellow
	Partially Dependent		Green	Green	Yellow	Yellow	Red
	Dependent		Green	Yellow	Yellow	Red	Red
			Low Impact				
			Medium Impact				
			High Impact				

- Los UAS son sistemas que realizan **diferentes funciones simultáneamente**.
- Estas funciones pueden tener **dos propósitos** diferentes:
 - Orientado a la seguridad:** funciones necesarias para garantizar la seguridad operacional (Aseguramiento de la envolvente de vuelo, DAA, conocimiento del estado del sistema...)
 - Orientado a la operativa:** funciones para realizar el propósito del vuelo (Foto, vídeo, topografía...)
- Las **funciones orientadas a la seguridad pueden ser independientes, parcialmente dependientes o dependientes** en relación al efecto en la seguridad ante fallo.



Casos de uso de demostración

Mostrar con casos concretos la aplicación de los conceptos previos

- Los casos de uso se han desarrollado como **ejemplos concretos para apoyar en el desarrollo** de material para abordar las operaciones automatizadas.
- El objetivo es demostrar la factibilidad del caso de uso I (inspección de líneas eléctricas) y el caso de uso II (entrega de carga) con **alto nivel de automatización y CONOPs de bajo riesgo**.
- Se establece una propuesta de **consideraciones adicionales para SORA – OSO Automation**
- El proyecto se diseña desde el **punto de vista del operador**, con el objetivo de recibir una autorización de operación.
- Se utiliza **SORA y la Metodología** para la Evaluación de la **Automatización**
- **Como resultado se desarrolló el Anexo B de la metodología general**



Casos de uso de demostración

Documentación desarrollada

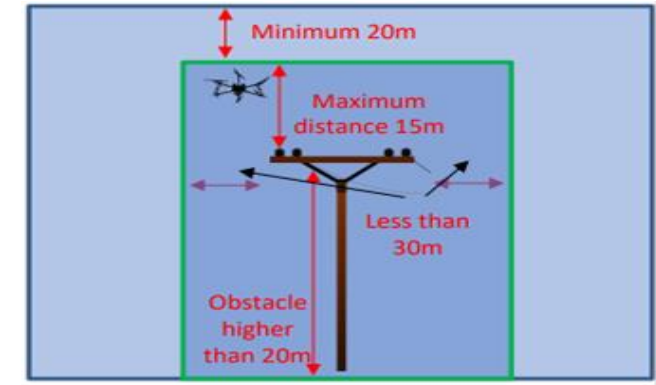
- **Evaluación de Riesgos con SORA:** implementación de la metodología SORA (versión 2.0) junto con las mitigaciones correspondientes.
- **Caracterización del sistema:** características técnicas y sistemas a bordo de la aeronave para lograr una operación segura y autónoma.
- **Manual de operaciones:** descripción completa de los procedimientos normales, de contingencia y de emergencia para el operador correspondiente. Junto con los procedimientos relacionados con los requisitos reglamentarios.
- **Garantía de Sistemas Técnicos:** descripción de los **ensayos y simulaciones** a implementar para conseguir la correcta aplicación del método basado en ensayos (FTB).



➡ Casos de uso de demostración

⌘ Caso de Uso I: Inspección de línea eléctrica

- **Descripción:**
 - **Inspección de líneas eléctricas totalmente autónomas en táctico**, en la que el UAS que utiliza sistemas redundantes: sigue la línea eléctrica; el propio **UAS activa procedimientos de contingencia/emergencia** si es necesario; y realiza **autoinspecciones previas y posteriores al vuelo** de forma autónoma.
- **Características:**
 - **Nivel de automatización 5 para muchas funciones** (lo que significa Human Off the Loop a nivel táctico) en **SAIL II**.
 - Hexacóptero para aterrizajes suaves en caso de fallo de motor.
 - Equipado con tecnología **LiDAR para evitar obstáculos y también para seguir la línea eléctrica**.
 - Para estos dos propósitos, también se utiliza **visión computacional como un sistema redundante**.
 - **DAA** con visión computacional para **aeronaves no colaborativas del entorno**.



Flight geography and Operational volume



Casos de uso de demostración

Caso de Uso II: Entrega de carga con múltiples UAS

- **Descripción:**
 - Consiste en la operación de un **UAS autónomo para la entrega de carga con un gestor de flota de diez UAS y el encargado de la carga de pago**. En particular, actuará para la asistencia médica en caso de desastres naturales. La entrega de paquetes se realiza de la siguiente manera: **se trazan las zonas prohibidas y los puntos de entrega**, por lo que gracias al problema del viajante la UA hace el cálculo de la ruta de forma automatizada.
- **Características:**
 - **Nivel 4 de automatización para muchas funciones** (lo que significa que solo hay un seguimiento de reserva por parte del gestor de la flota) en **SAIL III**.
 - Operación es **BVLOS sobre un entorno poco poblado**.
 - El UA es un VTOL (Despegue y Aterrizaje Vertical) y puede transportar **3 paquetes por vuelo** con una carga útil máxima de 3Kg.
 - El UA **calcula la trayectoria de vuelo en tiempo real** utilizando algoritmos de optimización.



➡ Casos de uso de demostración

⌘ Caso de Uso II: Entrega de carga con múltiples UAS

- **Manual de Operaciones Automatizadas:** Humano (gestor de flota en este caso de uso) vs Procedimientos UAS

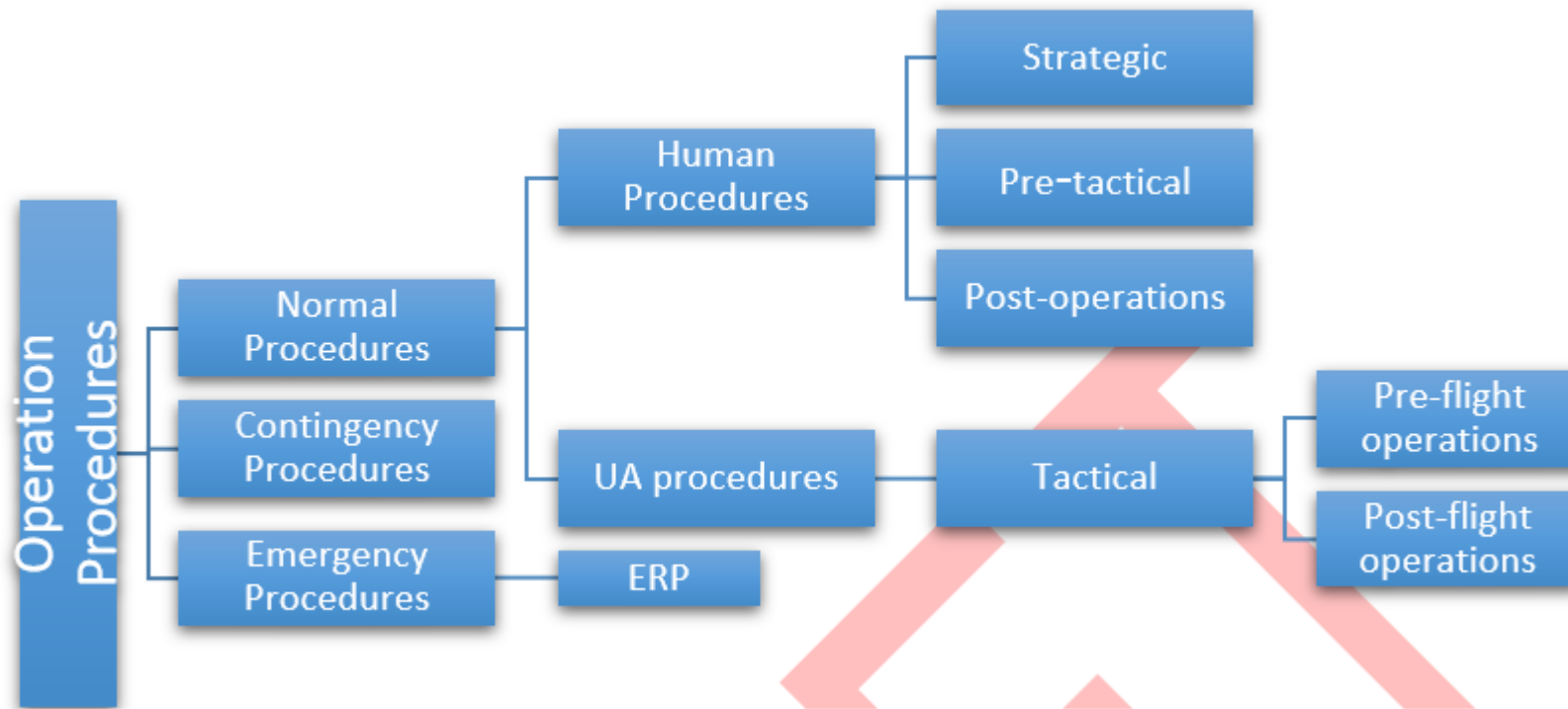


Figure 50. Operation procedures



Casos de uso de demostración

Casos de Uso: aspectos comunes

- **Proyecto de demostración: el fabricante y el operador son el mismo – No hay reparto de responsabilidades**
- Conjunto completo de documentos técnicos para la obtención de una aprobación operacional
- Ámbito de aplicación de la **categoría específica. CONOPS DE RIESGO BAJO - MEDIO (SAIL II/III)**. Punto de partida fácil para la prueba de conceptos de automatización.
- **Interacción sencilla con el ATC** solo a nivel estratégico y en activación de emergencia
- **Participación humana nula o limitada en táctico (en tiempo real):**
 - **Caso de uso I:** No hay piloto/gestor de flota en el nivel táctico, solo **intervención humana en el nivel estratégico** (planificación, mantenimiento, prueba de vuelo, análisis de telemetría).
 - **Caso de uso II:** el **gestor de flota** selecciona los puntos de entrega, zonas no permitidas y gestiona emergencias en **tiempo real**.



Integración formal con SORA

Casos de uso especiales en el marco de trabajo de JARUS SORA 3.0

- **Mantener el esquema general de SORA** – OSO 5 + OSO 8 vs de OSO Automation
- **Grupo de Trabajo Casos de Uso Especiales** para SORA 3.0 (no solo automatización)
- Equipo de **AESA-Industria** trabajando en los casos de uso de automatización
- **Objetivos:**
 - Actualización metodología o guías a SORA 2.5 y SORA 3.0 en su caso
 - **Clarificación de la vinculación entre OSOs impactados por la automatización**
 - Caso de uso Dron in the Box
 - Caso de uso Múltiples UAS



Inteligencia artificial en EASA

Perspectiva centrada en la IA confiable (a nivel de seguridad)

- Documento conceptual de inteligencia artificial de la EASA entrega nº 2 (06 de marzo de 2024)
- Guía para aplicaciones de aprendizaje automático de nivel 1 y 2
- **AESA participando en la entrega nº 3 para MoC y con consideraciones para UAS**

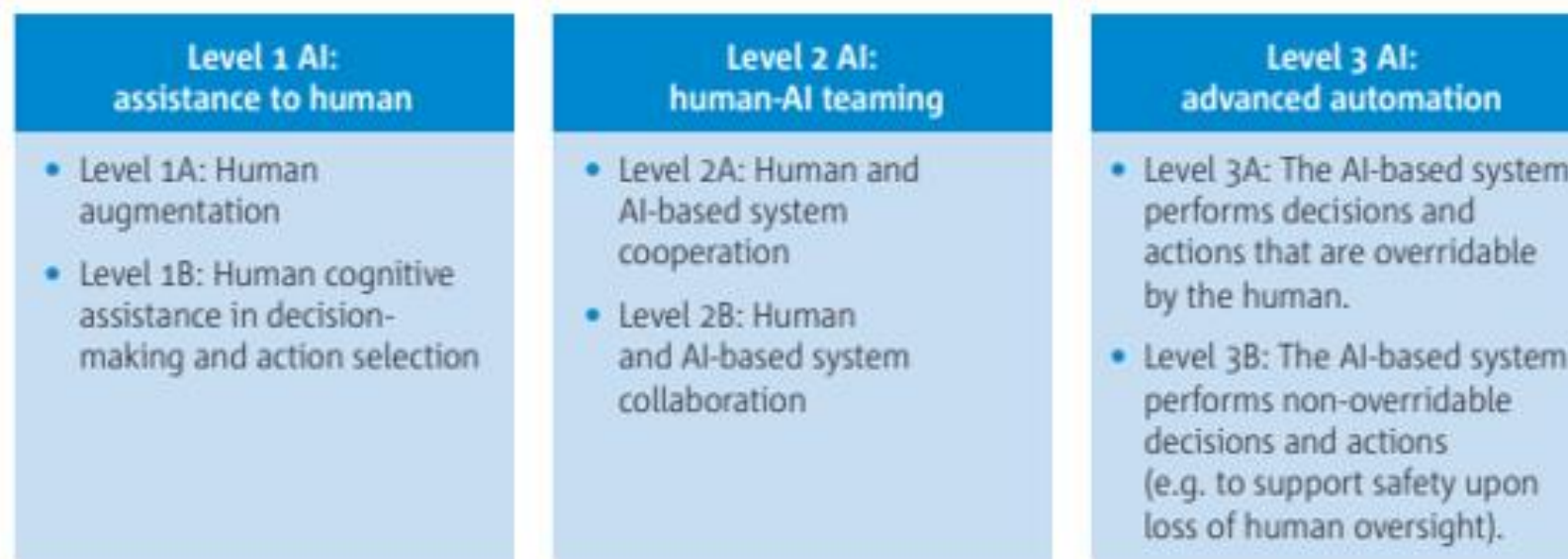


Figure 4: Classification of AI applications



Automatización vs Inteligencia artificial

Automatización vs IA

- 1. **Automatización: reducción de la intervención humana en la realización de tareas**, sin intervención humana a nivel táctico en operaciones totalmente automatizadas.
- 2. **IA: una máquina que toma decisiones con inteligencia** (machine learning u otros).
- 3. **IA confiable**: una IA en la que podríamos **confiar por motivos de seguridad**.

Altas posibilidades de automatización vs requisitos de IA:

- 1. **UAS no lesivos**: IA confiable que no es necesaria para la seguridad (ni siquiera el uso de IA).
- 2. **Segregación de la población en tierra y otros usuarios del espacio aéreo, además de contención** - SORA como sandbox - IA confiable que no es necesaria para la seguridad (ni siquiera el uso de IA).
- 3. **Integración con la población en tierra y otros usuarios del espacio aéreo**: se necesita una IA confiable para la seguridad.



Muchas gracias

Web AESA UAS/Drones

