



POLITÉCNICA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA AERONÁUTICA
Y DEL ESPACIO

MAIA

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ECONOMÍA
CIRCULAR APLICADAS A LA ASISTENCIA
AEROPORTUARIA

GESTIÓN INTEGRADA DE LA CALIDAD
M.U. SISTEMAS DE TRANSPORTE AÉREO

Alonso Alonso, Sergio
De la Cruz Galán, Rebeca
García Velasco, Sara
Gutiérrez Hernández, Pablo
Muñoz González, Alejandro

Contenido

1.	Contexto y problema	3
1.1.	Introducción y contexto	3
1.2.	Problema principal detectado y objetivo de la propuesta	3
2.	Propuesta de mejora: MAIA	3
2.1.	MAIA: finalidad y núcleo de la propuesta	3
2.2.	Economía circular aplicada a la gestión operativa y beneficios esperados.....	4
3.	Papel de la IA y funcionamiento	5
3.1.	Qué es MAIA.....	5
3.2.	Entradas, salidas, validación y visualización operativa	5
3.3.	Límites y condiciones de uso	7
4.	Datos necesarios	7
4.1.	MVP (Producto Mínimo Viable) tecnológico	8
5.	Implantación, recursos y piloto	8
5.1.	Responsables funcionales y recursos de implantación.....	8
5.2.	Fases y plazos.....	9
5.3.	Piloto concreto y medible	10
6.	Indicadores de seguimiento	11
6.1.	Revisión e interpretación de resultados.....	11
7.	Conclusiones	12

Índice de tablas

Tabla 1. Funcionamiento de MAIA.....	5
Tabla 2. Datos necesarios para MAIA.....	8
Tabla 3. Producto Mínimo Viable de MAIA	8
Tabla 4. Responsables de MAIA.....	9
Tabla 5. Fases y subfases de implantación	10
Tabla 6. Piloto de MAIA.....	11
Tabla 7. Indicadores de seguimiento	11

Índice de figuras

Figura 1. Economía circular aplicada a la gestión operativa de equipos PMR.....	4
Figura 2. Flujo simplificado de funcionamiento de MAIA.....	6
Figura 3. Dashboard conceptual de MAIA para el coordinador de turno.....	7
Figura 4. Cronograma visual de implantación de MAIA	10

1. Contexto y problema

1.1. Introducción y contexto

MAÑOS PMR, S.L. presta el servicio de asistencia a Personas con Movilidad Reducida en el Aeropuerto de Zaragoza. El proceso OP-03, Prestación del Servicio de Asistencia PMR, es un proceso operativo clave porque organiza la atención al pasajero desde el punto de encuentro hasta la aeronave, terminal o punto de entrega correspondiente.

En este proceso intervienen coordinadores de turno, agentes PMR, conductores, sillas manuales, equipos eléctricos, ambulifts, vehículos adaptados y registros digitales de asistencia. Por ello, una asignación adecuada de recursos tiene impacto directo en la puntualidad, la seguridad, la dignidad del pasajero y la eficiencia del servicio.

1.2. Problema principal detectado y objetivo de la propuesta

El problema principal no es la ausencia de información, sino su aprovechamiento insuficiente. MAÑOS PMR dispone de datos operativos sobre asistencias, vuelos, turnos, equipos e incidencias, pero no los utiliza de forma sistemática para asignar mejor los recursos, anticipar indisponibilidades y decidir con criterio sobre el uso, rotación, mantenimiento y sustitución de los equipos.

Como consecuencia, el servicio puede depender en exceso de decisiones reactivas durante el turno. Esto aumenta el riesgo de falta de disponibilidad de equipos, registros incompletos, mantenimiento no planificado, uso desigual de recursos y sustituciones prematuras de material que aún podría repararse o reacondicionarse.

Por ejemplo, en momentos de acumulación de vuelos o cambios de puerta, determinados recursos PMR pueden concentrarse en una zona concreta del aeropuerto mientras otra asistencia requiere atención inmediata en otra posición operativa. Esto genera desplazamientos innecesarios, tiempos improductivos y riesgo de indisponibilidad temporal de equipos.

Para dar respuesta a esta necesidad, la presente memoria propone la **implantación de MAIA (Maños Intelligent Assistant)**, un asistente virtual interno que apoye la asignación operativa de recursos PMR y refuerce la gestión circular de equipos en el proceso OP-03. La propuesta no plantea una digitalización completa del servicio ni un modelo ambiental amplio, sino un caso de uso operativo centrado en convertir datos ya existentes y nuevos registros mínimos en recomendaciones útiles para el coordinador de turno.

2. Propuesta de mejora: MAIA

2.1. MAIA: finalidad y núcleo de la propuesta

La propuesta se denomina Implantación de MAIA, asistente virtual interno para apoyar la asignación de recursos PMR y la gestión circular de equipos en el proceso OP-03. Su finalidad es mejorar la asignación operativa de personal y equipos, anticipar riesgos de indisponibilidad y prolongar la vida útil de los recursos mediante decisiones basadas en datos, apoyándose principalmente en herramientas y datos ya existentes.

El núcleo de la mejora se concentra en tres funciones directamente relacionadas:

1. Recomendación de asignación de recursos PMR según demanda prevista, disponibilidad y prioridad operativa
2. Detección temprana de riesgo de indisponibilidad de equipos por avería, mantenimiento pendiente, carga insuficiente o uso intensivo
3. Apoyo a la gestión circular de equipos mediante mejor rotación, mantenimiento preventivo y decisiones de reparación o sustitución más justificadas

Como efectos derivados, MAIA mejora la trazabilidad del proceso, facilita el seguimiento de indicadores y ayuda a detectar registros incompletos. Estos efectos no son líneas independientes, sino consecuencias del mismo caso de uso operativo.

2.2. Economía circular aplicada a la gestión operativa y beneficios esperados

La economía circular se aplica en esta propuesta como una forma de gestionar mejor los recursos materiales del servicio. La prioridad no es abrir líneas ambientales secundarias, sino usar mejor los equipos disponibles, evitar sobreutilización, reducir averías evitables, reparar o reacondicionar cuando sea seguro y retrasar reposiciones innecesarias.

El resultado esperado es un servicio más eficiente: menos indisponibilidades, más control sobre el estado de los equipos, mayor vida útil y decisiones futuras de compra o reposición mejor fundamentadas. La reducción de residuos aparece así como consecuencia de una gestión operativa más inteligente, no como eje principal de la propuesta. Esta lógica de economía circular aplicada al entorno PMR se resume de forma esquemática en la Figura 1.

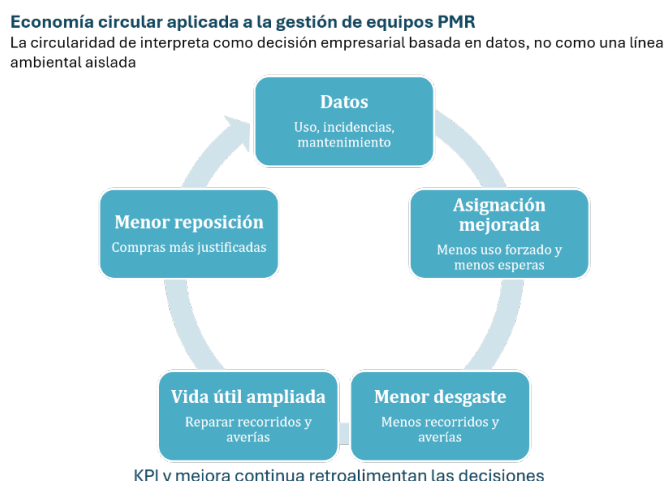


Figura 1. Economía circular aplicada a la gestión operativa de equipos PMR

A partir de este enfoque, los beneficios esperados del piloto son los siguientes:

- Reducción estimada del 50 % de incidencias por falta de equipo durante el piloto.
- Mejora de la disponibilidad operativa hasta valores próximos al 97 %.
- Mejor aprovechamiento operativo de recursos durante el turno.
- Mayor trazabilidad para decidir reparación, reacondicionamiento o sustitución.

3. Papel de la IA y funcionamiento

3.1. Qué es MAIA

MAIA es un asistente virtual interno integrado en la operativa del proceso OP-03. Su usuario principal es el coordinador de turno, que lo consulta antes y durante la prestación del servicio para priorizar asistencias, asignar recursos y detectar riesgos de indisponibilidad.

La IA se limita a un caso de uso principal: recomendar asignaciones operativas y detectar riesgos de indisponibilidad; como apoyos secundarios, genera alertas de mantenimiento y señala registros incompletos o incoherentes.

Su valor no reside en mantener una interacción conversacional compleja, sino en transformar datos operativos dispersos en recomendaciones priorizadas y alertas útiles para la toma de decisiones.

3.2. Entradas, salidas, validación y visualización operativa

Para concretar el funcionamiento de MAIA, la Tabla 1 resume sus elementos principales de entrada, salida y validación, mientras que la Figura 2 representa de forma esquemática su lógica operativa.

Tabla 1. Funcionamiento de MAIA

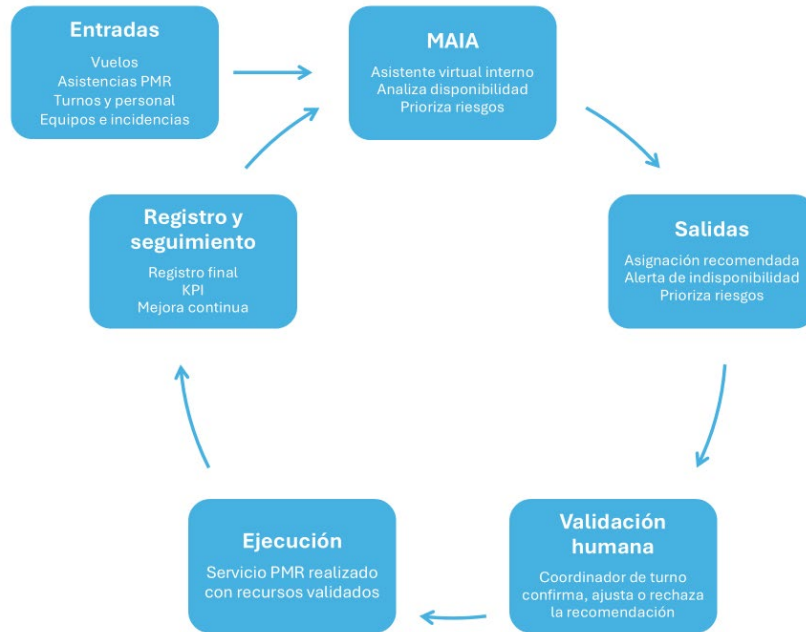
Elemento	Contenido operativo
Usuario principal	Coordinador de turno del servicio PMR.
Datos de entrada	Asistencias previstas, vuelos, horarios, categoría PMR, turnos, personal disponible, inventario de equipos, estado de equipos, incidencias y mantenimiento pendiente.
Recomendaciones generadas	Asignación sugerida de agente/equipo, alerta de riesgo de indisponibilidad, aviso de revisión o mantenimiento y advertencia de registro incompleto.
Validación humana	El coordinador confirma, ajusta o rechaza la recomendación según la situación real del turno.
Ejecución	El servicio se presta con los recursos validados y se registra el resultado para alimentar los KPI.

En su versión inicial, MAIA combinará reglas operativas predefinidas y análisis básico de patrones sobre datos históricos recientes para generar recomendaciones de asignación y alertas de indisponibilidad. En fases posteriores, el sistema podrá incorporar modelos predictivos más avanzados a medida que aumente la calidad y volumen del dato disponible.

Esta secuencia básica de funcionamiento se representa de forma simplificada en la Figura 2.

Funcionamiento operativo de MAIA

Del dato operativo a la decisión dada por el coordinador de turno



MAIA recomienda, la decisión la toma el responsable ejecutivo

Figura 2. Flujo simplificado de funcionamiento de MAIA

A partir de estos elementos, el funcionamiento operativo de MAIA puede resumirse en una secuencia breve de uso por parte del coordinador de turno:

1. Registro o importación de datos: vuelos, asistencias previstas, turnos, estado de equipos e incidencias.
2. Procesamiento por MAIA: análisis de disponibilidad, prioridad, carga de trabajo y riesgo de indisponibilidad.
3. Generación de recomendación: asignación de recurso, alerta de riesgo o aviso de mantenimiento.
4. Validación por el coordinador: aceptación, ajuste manual o rechazo de la recomendación.
5. Ejecución del servicio y registro final: resultado operativo, incidencia, equipo utilizado y datos para KPI.

Por ejemplo, si en una franja horaria coinciden varias asistencias PMR de salida y uno de los equipos previstos presenta mantenimiento pendiente o incidencia abierta, MAIA puede recomendar reasignar otro equipo disponible y priorizar al agente más cercano o menos cargado, generando además una alerta para revisión del equipo descartado. En esta recomendación se priorizan la urgencia de la asistencia, la disponibilidad efectiva, la proximidad del recurso y el estado del equipo.

La visualización operativa de esta información se realiza mediante un panel de control sencillo que no sustituye la aplicación corporativa actual, sino que la complementa con una vista resumida de vuelos activos, PMR pendientes, equipos disponibles, alertas y recomendaciones de asignación. Los datos mostrados en la Figura 3 son solo valores ilustrativos.

Panel conceptual de MAIA

Vista de apoyo para el coordinador de turno

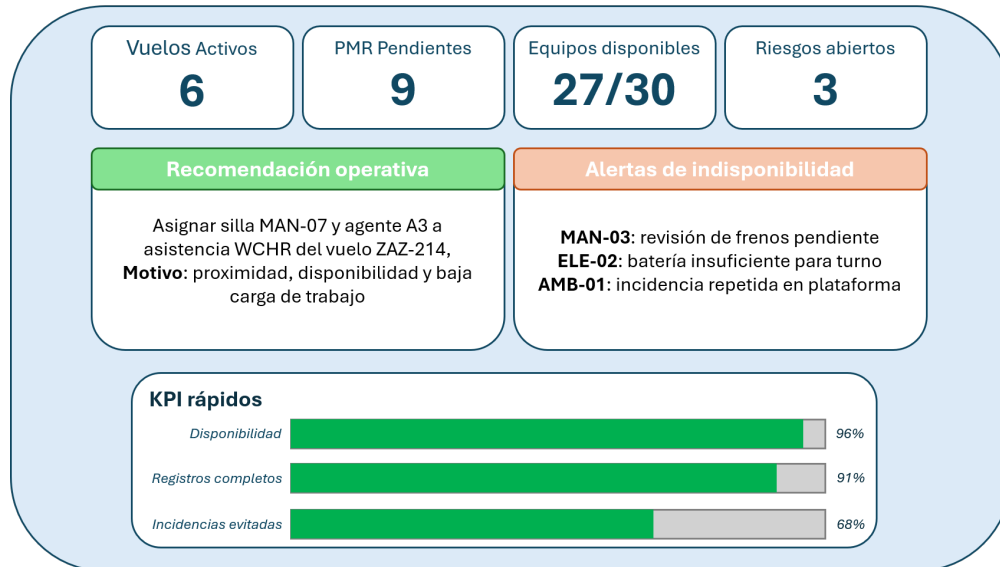


Figura 3. Dashboard conceptual de MAIA para el coordinador de turno

3.3. Límites y condiciones de uso

No obstante, MAIA presenta una serie de límites y condiciones de uso:

- MAIA recomienda, pero no decide de forma autónoma.
- La validación final corresponde siempre al coordinador de turno.
- La seguridad, dignidad y atención personalizada del pasajero prevalecen sobre cualquier recomendación del sistema.
- El sistema depende de la calidad, actualidad y homogeneidad de los datos registrados.
- Las recomendaciones deben revisarse especialmente ante cambios de puerta, retrasos, incidencias en plataforma o necesidades específicas del pasajero.

4. Datos necesarios

La propuesta requiere pocos datos, pero bien definidos. Se priorizan los registros directamente vinculados al caso de uso: asignación operativa, disponibilidad de equipos, incidencias y mantenimiento. Otros datos pueden quedar para fases futuras. A efectos de implantación, no es necesario partir de una base de datos compleja, sino distinguir entre la información ya disponible, los registros que deberán incorporarse y los datos que podrían añadirse en fases posteriores. Esta estructura se resume en la Tabla 2.

Como mínimo, cada asistencia debería registrar:

- Identificación de asistencia, fecha, franja horaria, vuelo y categoría PMR.
- Agente o recurso humano asignado y equipo utilizado.
- Estado del equipo antes y después del servicio.
- Incidencia registrada, si existe, con causa básica.
- Hora de inicio, hora de finalización y cierre del registro.

Solo se registrarán y tratarán los datos estrictamente necesarios para la operativa, la trazabilidad del proceso y el funcionamiento de MAIA, evitando incorporar información no imprescindible para la asignación de recursos y el seguimiento del servicio.

Tabla 2. Datos necesarios para MAIA

Bloque	Datos esenciales	Uso en MAIA
Datos ya disponibles	Asistencias PMR, categoría de asistencia, vuelos, horarios, puertas o zonas de llegada, turnos y disponibilidad de personal, y tiempos básicos de inicio/finalización.	Calcular demanda prevista, carga operativa y prioridad de asignación.
Datos a implantar	Inventario individualizado de equipos, estado disponible/no disponible, equipo usado por asistencia, incidencia asociada, causa de indisponibilidad, mantenimiento pendiente y registro completo/cerrado.	Recomendar asignaciones, detectar riesgos y alimentar KPI fiables.
Datos futuros	Ciclos de batería, ubicación interna aproximada, distancia recorrida, sensores de uso, coste de ciclo de vida y rendimiento avanzado por equipo.	Mejorar precisión en fases posteriores, sin condicionar el MVP inicial.

4.1. MVP (Producto Mínimo Viable) tecnológico

El MVP tecnológico de MAIA consiste en una primera versión funcional limitada, centrada únicamente en las funciones imprescindibles para validar el caso de uso operativo antes de desarrollar funcionalidades más avanzadas. La delimitación entre alcance inicial y desarrollos futuros se recoge en la Tabla 3.

Tabla 3. Producto Mínimo Viable de MAIA

Fase 1: incluido en el MVP	Fase futura: no imprescindible para el piloto
Aplicación actual con campos nuevos obligatorios	Sensores físicos en equipos
Inventario digital básico de equipos	Geolocalización interna en tiempo real
Dashboard simple de disponibilidad, alertas y KPI	Optimización avanzada de rutas
Reglas e IA de recomendación para asignación y riesgo de indisponibilidad	Análisis predictivo completo de baterías y coste de ciclo de vida

El MVP se ha planteado deliberadamente con una complejidad tecnológica limitada para facilitar su implantación progresiva dentro de la estructura actual de MAÑOS PMR.

5. Implantación, recursos y piloto

5.1. Responsables funcionales y recursos de implantación

La implantación de MAIA exige tanto una asignación clara de responsabilidades como la disponibilidad de recursos mínimos para validar el piloto y consolidar el seguimiento posterior. En la Tabla 4 se recogen los responsables funcionales principales del proyecto,

desde la validación inicial y la operativa del piloto hasta la gestión del dato y la revisión de resultados.

Tabla 4. Responsables de MAIA

Rol	Responsabilidad principal
Dirección General / Responsable del servicio	Aprueba el alcance, asigna recursos, valida el inicio del piloto y revisa los resultados ejecutivos de implantación.
Responsable funcional: Operaciones	Define criterios de asignación, valida el piloto y ajusta la operativa.
Usuario principal: coordinador de turno	Utiliza MAIA, valida recomendaciones y registra incidencias reales.
Responsable del dato y seguimiento: SIG	Asegura calidad del dato, KPI, documentación y mejora continua.

Desde el punto de vista de recursos, la implantación requerirá:

- **Recursos humanos:** coordinadores formados, responsable de operaciones, responsable SIG y soporte técnico puntual.
- **Recursos tecnológicos:** adaptación de la aplicación actual, campos obligatorios, inventario digital, dashboard y motor básico de recomendación.
- **Recursos materiales:** identificación individual de equipos, zonas claras de disponible/no disponible/revisión y repuestos críticos.
- **Recursos formativos:** sesiones breves para coordinadores y agentes sobre registro de datos, uso de MAIA y gestión de alertas.

La implantación inicial requerirá principalmente adaptación de software y formación interna, con una inversión limitada al apoyarse en herramientas ya existentes y en una adaptación progresiva. Además, será necesario actualizar la documentación del Sistema Integrado de Gestión vinculada al proceso OP-03, especialmente en lo relativo a instrucciones de registro, control de disponibilidad de equipos, seguimiento de incidencias y revisión de indicadores.

5.2. Fases y plazos

La implantación de MAIA se ha estructurado en tres macrofases y seis subfases, con un horizonte total de nueve meses. La Tabla 5 resume esta secuencia y la Figura 4 la representa visualmente.

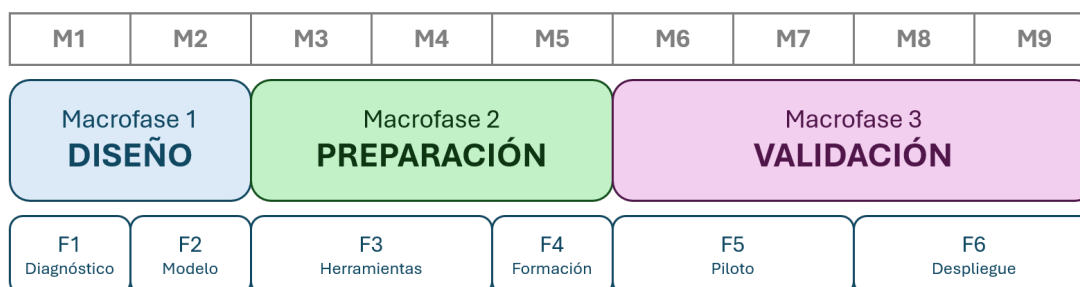
Tabla 5. Fases y subfases de implantación

Macrofase	Subfase	Meses	Resultado esperado
Diseño	Diagnóstico inicial	1	Línea base, inventario inicial y oportunidades principales.
Diseño	Definición del modelo	2	Criterios de MAIA, datos mínimos, KPI y responsabilidades.
Preparación	Adaptación de herramientas	3-4	Aplicación adaptada, inventario digital, dashboard y reglas básicas.
Preparación	Formación	5	Coordinadores y personal operativo preparados para el piloto.
Validación e implantación	Piloto	6-7	Sistema probado en condiciones reales con medición de KPI.
Validación e implantación	Despliegue y seguimiento	8-9	Extensión progresiva y revisión final de resultados.

La macrofase de diseño permite establecer la línea base del proceso, definir el alcance real de MAIA y fijar los datos mínimos, KPI y criterios operativos que regirán el piloto. La macrofase de preparación se centra en adaptar la herramienta, estructurar el inventario y capacitar al personal que utilizará el sistema en condiciones reales. Finalmente, la macrofase de validación e implantación permite comprobar el funcionamiento de MAIA en un entorno controlado, medir resultados y decidir si procede su extensión progresiva al resto del proceso OP-03.

Cronograma de implementación MAIA

3 macrofases · 6 subfases · 9 meses



Hito clave: piloto de 2 meses en turno de mañana, salidas programadas, sillas manuales y recursos de acompañamiento

Figura 4. Cronograma visual de implantación de MAIA

5.3. Piloto concreto y medible

Para validar la propuesta en condiciones reales, se ha definido un piloto acotado en alcance, recursos y criterios de éxito. Sus características principales se resumen en la Tabla 6.

Tabla 6. Piloto de MAIA

Elemento del piloto	Definición
Alcance	Turno de mañana, salidas programadas, durante 2 meses.
Recursos incluidos	Sillas manuales, agentes de acompañamiento y coordinador de turno.
Recursos excluidos en el piloto	Sensores, geolocalización interna, compras y análisis avanzado de baterías.
Objetivo operativo	Comprobar si MAIA mejora la asignación de recursos y reduce incidencias por falta de equipo.
KPI medidos	Disponibilidad de equipos, incidencias por falta de equipo, tiempo medio de espera, registros completos y ratio reparación/sustitución.
Criterio de éxito	Mejora obligatoria en disponibilidad, incidencias por falta de equipo y registros completos, más mejora en al menos uno de los dos KPI restantes, sin deterioro de seguridad, puntualidad ni calidad asistencial.

También se evaluará si el uso de MAIA incrementa o no la carga operativa del coordinador durante el turno.

6. Indicadores de seguimiento

Con el fin de evaluar el piloto sin sobredimensionar el sistema de control, se han seleccionado cinco KPI clave. Los valores iniciales propuestos en la Tabla 7 son estimaciones orientativas y deberán validarse durante la Fase 1 mediante datos reales de MAÑOS PMR.

Tabla 7. Indicadores de seguimiento

KPI	Situación inicial estimada	Objetivo	Horizonte	Frecuencia
Disponibilidad operativa de equipos	92 % de equipos disponibles en turno	$\geq 97 \%$	Fin del piloto (mes 7)	Mensual
Incidencias por falta de equipo	6 incidencias/mes	≤ 3 incidencias/mes	Fin del piloto (mes 7)	Mensual
Tiempo medio de espera/respuesta	12 min	≤ 9 min	Fin del piloto (mes 7)	Mensual
Registros completos	82 % de registros cerrados sin campos críticos vacíos	$\geq 95 \%$	Fin del piloto (mes 7)	Semanal en piloto
Ratio reparación/sustitución	55 % de incidencias resueltas mediante reparación	$\geq 70 \%$	Fin del piloto (mes 7)	Trimestral

6.1. Revisión e interpretación de resultados

Durante el piloto, el coordinador de turno revisará semanalmente los registros incompletos y las recomendaciones no aceptadas. El responsable SIG consolidará los KPI y el responsable de Operaciones revisará las desviaciones con los coordinadores. Al final del mes 7 se decidirá si MAIA pasa a despliegue, se ajusta o se limita a determinadas franjas.

La mejora se considerará válida si reduce incidencias y mejora la trazabilidad sin aumentar la carga operativa ni afectar a la seguridad, puntualidad y dignidad del servicio PMR. Su utilidad se valorará tanto por los KPI como por su aceptación operativa y facilidad de uso por parte de coordinadores y personal PMR.

7. Conclusiones

La necesidad principal detectada en el proceso OP-03 es que MAÑOS PMR dispone de datos operativos, pero no los aprovecha de forma sistemática para anticipar riesgos, asignar mejor los recursos y tomar decisiones sobre uso, mantenimiento y sustitución de equipos.

La solución propuesta es MAIA, un asistente virtual interno aplicado a un caso de uso concreto: recomendación de asignación operativa y detección de riesgo de indisponibilidad de equipos. La herramienta actúa como apoyo al coordinador de turno y mantiene siempre la validación humana como requisito operativo.

El impacto esperado es medible: mayor disponibilidad de equipos, menos incidencias por falta de recursos, reducción del tiempo medio de espera, registros más completos y una gestión circular más sólida basada en reparar, rotar y prolongar la vida útil antes de sustituir. La implantación progresiva en tres macrofases y seis subfases permite validar la mejora con un piloto realista antes de extenderla al conjunto del proceso OP-03.

La propuesta convierte la economía circular en una herramienta práctica de gestión operativa: utilizar mejor los recursos disponibles, reducir incidencias y tomar decisiones más eficientes mediante datos operativos reales.

Por su alcance limitado, su apoyo en datos ya disponibles y su validación mediante un piloto controlado, MAIA constituye una propuesta realista, implantable y alineada con el enfoque empresarial que exige el Reto EELISA.