

FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ



TRABAJO FIN DE MÁSTER

MODELO ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO Y OPTIMIZACIÓN DEL FACTOR HUMANO
MEDIANTE UNA INTERFAZ TÁCTICA DE RECURSOS CRÍTICOS EN LA
COMUNITAT VALENCIANA

Alumno: Kikeeva Boltyreva, Anna

Tutor: García Morant, Alejandro

Cotutor: Orozco Beltrán, Domingo

Master Universitario en Gestión Sanitaria

Curso: 2025-2026



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de contenidos	i
Acrónimos	iii
Protocolo de investigación	iv
Resumen/ Abstract	v
1. Introducción y antecedentes	1
1.1. El IMV: Desafío sistémico	1
1.2. Evidencia histórica de fallos en la distribución	1
1.3. El "Efecto Embudo" y la "Niebla de Gestión"	1
1.4. Contexto normativo en España	2
1.5. Limitaciones en la Comunitat Valenciana: El sistema <i>Pull</i>	2
1.6. Innovación: Modelo <i>Push</i> y Ficha Táctica	2
2. Hipótesis y objetivos	3
2.1. Hipótesis	3
2.2. Objetivo general	3
2.3. Objetivos específicos	3
3. Aplicabilidad y utilidad de los resultados	5
3.1. Optimización de recursos y reducción de estancias	5
3.2. Optimización logística y reducción de traslados secundarios	5
3.3. Seguridad clínica: El factor "Hora de oro"	5
4. Diseño y métodos	6
4.1. Tipo de diseño	6

4.2. Población y muestra	6
4.3. Intervención: Flujo de trabajo y transferencia clínica	6
4.4. Programa de formación	7
4.5. Variables de estudio	7
4.6. Plan de análisis estadístico	7
5. Calendario y cronograma de implantación	8
6. Limitaciones y posibles sesgos	10
7. Consideraciones éticas	10
8. Organización y equipo	10
9. Presupuesto económico detallado	11
10. Conclusiones	15
11. Bibliografía	16
12. Anexos	18

Acrónimos

API: Interfaz de Programación de Aplicaciones (*Application Programming Interface*).

AVAC: Años de Vida Ajustados por Calidad (en inglés **QALY**).

CICU-CV: Centro de Información y Coordinación de Urgencias de la Comunitat Valenciana.

IMV: Incidente de Múltiples Víctimas.

MC: Médico Coordinador.

NASA-TLX: *NASA Task Load Index* (Escala de carga de trabajo de la NASA).

PBD: Protocolo de Bypass Directo.

RCEI: Razón de Coste-Efectividad Incremental.

REA: Reanimación.

RGPD: Reglamento General de Protección de Datos.

SBAR: *Situation, Background, Assessment, Recommendation* (Modelo de comunicación estructurada).

SESCV: Servicio de Emergencias Sanitarias de la Comunitat Valenciana.

SVA / SAMU: Soporte Vital Avanzado / Servicio de Ayuda Médica Urgente.

UCI / UCIP: Unidad de Cuidados Intensivos / Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos.

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN: PROYECTO DE GESTIÓN E INNOVACIÓN

TÍTULO: ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO Y OPTIMIZACIÓN DEL FACTOR HUMANO MEDIANTE UNA INTERFAZ TÁCTICA DE RECURSOS CRÍTICOS EN LA COMUNITAT VALENCIANA

PREGUNTA PICO:

¿Es la implementación de una interfaz táctica visual con preaviso mediante bypass directo más eficiente —en términos de reducción de la carga cognitiva del gestor, optimización de la distribución hospitalaria y ratio de coste-efectividad (AVAC) — que el modelo actual de coordinación telefónica convencional ante un Incidente de Múltiples Víctimas (IMV) en la Comunitat Valenciana?



RESUMEN / ABSTRACT

La gestión de Incidentes de Múltiples Víctimas (IMV) enfrenta un desafío sistémico: la falta de información en tiempo real eleva la mortalidad prevenible debido al "Sesgo de Proximidad" y al colapso de centros cercanos. El modelo actual (*Pull*) genera latencia al depender de consultas verbales. Este trabajo propone una innovación mediante un Modelo *Push* (empuje de datos). A través de una Interfaz Táctica Visual integrada en Alumbra y un Protocolo de Bypass Directo (PBD), se establece un canal bidireccional que garantiza la actualización continua de recursos críticos (UCI, Reanimación, etc.). El objetivo es identificar el "Hospital Útil" y asegurar una recepción con latencia cero mediante la sincronización constante entre el CICU y los centros.

Palabras Clave: IMV, interfaz táctica, hospital útil, sincronización de datos, SBAR, latencia cero.

ABSTRACT

Mass Casualty Incident (MCI) management faces a systemic challenge: the lack of real-time information increases preventable mortality due to "Proximity Bias" and the overcrowding of nearby facilities. The current "*Pull*" model generates latency by relying on verbal inquiries. This paper proposes an innovation through a "*Push*" Model (data-driven). By implementing a Visual Tactical Interface integrated into Alumbra and a Direct Bypass Protocol, a bidirectional channel is established, ensuring continuous updates on critical resources (ICU, Post-Anaesthesia Care Unit, etc.). The objective is to identify the "Appropriate Facility" and ensure zero-latency hospital reception through constant synchronization between the Dispatch Center (CICU) and receiving hospitals.

Keywords: MCI, tactical interface, appropriate facility, data synchronization, SBAR, zero latency

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1. *El IMV: Desafío sistémico*

Un IMV se define por la desproporción súbita entre necesidades médicas y recursos disponibles [1]. Exige transitar de una visión individual a una "medicina de catástrofe" para lograr el mayor bien para el mayor número de personas [2, 6]. Una gestión ineficiente eleva las muertes por traumatismos prevenibles si el paciente no alcanza el recurso definitivo en el tiempo óptimo [7].

1.2. *Evidencia histórica de fallos en la distribución*

La literatura sobre grandes catástrofes revela que la ineficiencia distributiva es un factor crítico recurrente:

- Nacional (11-M, 2004): El "Sesgo de Proximidad" colapsó el H. Gregorio Marañón mientras centros con quirófanos libres infrautilizaban su capacidad debido a comunicaciones saturadas [2].
- Internacional (París 2015 / Bruselas 2016): La falta de una plataforma de recursos en tiempo real obligó a redistribuciones tardías e infrautilización de centros periféricos [14].
- Accidente de Schiphol (2009): La ausencia de un protocolo de 'Hospital Útil' —entendido como aquel centro que ofrece el tratamiento definitivo según la patología específica y no solo el más cercano— provocó derivaciones a centros de nivel inferior, incrementando riesgos y costes por traslados secundarios [3].

1.3. *El "Efecto Embudo" y la "Niebla de Gestión"*

Se identifican tres problemas críticos [2, 3, 5, 14]:

- Sesgo de Proximidad: Traslado masivo al centro más cercano por inercia, generando el "Efecto Embudo" [3, 4].
- Niebla de Gestión: Incapacidad de los coordinadores para visualizar el estado volátil de los recursos al no estar centralizados.
- Vulnerabilidad de Comunicaciones: Dependencia de llamadas telefónicas que se bloquean en los minutos críticos, impidiendo preavisos efectivos [10, 11].

1.4. Contexto Normativo en España

Los Planes Territoriales (PLATERCAM, PROCICAT, PLATERGA, PLATEMUR) presentan una carencia compartida: delegan la disponibilidad hospitalaria a comunicaciones verbales "punto a punto" o catálogos de recursos estáticos [7, 8, 9, 10]. Aunque planes como el de Euskadi o Navarra enfatizan los simulacros [11, 12], la decisión de destino sigue siendo "reactiva" (se pregunta disponibilidad) en lugar de "proactiva" (visualización previa).

1.5. Limitaciones en la Comunitat Valenciana: El sistema Pull

El sistema Alumbra es la plataforma informática utilizada en los hospitales públicos de la Comunitat Valenciana para la gestión de camas, recursos asistenciales y actividad hospitalaria. Sin embargo, actualmente funciona como un entorno cerrado y prácticamente inoperable con los centros de coordinación de urgencias, lo que dificulta el acceso en tiempo real a la disponibilidad de UCI, reanimación y especialidades de guardia.

Pese al marco del PTECV [9], el Alumbra funciona como un entorno estanco. Este modelo *Pull* conlleva:

- Opacidad: La información depende de la percepción subjetiva del interlocutor telefónico.
- Latencia: La "negociación" de camas retrasa la evacuación, afectando la supervivencia al aumentar el tiempo prehospitalario total [10, 11].

1.6. Innovación: Modelo Push y Ficha Táctica

Se propone la transición a un Modelo *Push* mediante una Ficha Táctica Visual que refleje recursos reales en tiempo real [12]. Herramientas visuales basadas en web mejoran la precisión del destino inicial [5] y permiten aplicar el modelo SAVE [6]. Esta eficiencia optimiza el pronóstico clínico y garantiza la sostenibilidad económica al reducir traslados secundarios ineficientes [13]. Para garantizar la viabilidad del proyecto y anticipar posibles barreras operativas, se ha realizado un análisis estratégico detallado (ver Anexo I: Matriz DAFO), donde se evalúan las fortalezas y amenazas del modelo *Push* propuesto.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1. Hipótesis

La implementación de una Interfaz Táctica Visual (Modelo "Push") integrada en Alumbra, junto a un PBD y un programa formativo de 12h para el personal del CICU-CV, optimiza la distribución hospitalaria en IMV. Se hipotetiza que este modelo:

- Reduce la carga cognitiva del gestor al sustituir la negociación telefónica por asignación visual de datos objetivos.
- Mitiga el "Efecto Embudo" y el sesgo de proximidad, garantizando el traslado al "Hospital Útil" inicial.
- Es coste-efectivo, al reducir estancias en centros no resolutivos y evitar traslados secundarios críticos.

2.2. Objetivo General

Evaluar el impacto asistencial, operativo y económico de una interfaz táctica visual y un PBD en la toma de decisiones de transporte sanitario ante un IMV en la Comunitat Valenciana.

2.3. Objetivos Específicos

A. Gestión e Innovación Tecnológica:

- Diseñar requisitos funcionales de una API en tiempo real para Alumbra que unifique la disponibilidad de camas críticas (UCI/REA) y especialistas.
- Desarrollar un PBD con reserva activa, eliminando la latencia de las centralitas telefónicas.

B. Clínicos y Operativos:

- Comparar la precisión en la elección de destino (Hospital Útil vs. Cercano) entre el modelo actual (*Pull*) y el propuesto (*Push*).
- Analizar la reducción del tiempo de despacho y asignación mediante la Ficha Táctica.
- Medir la variación de la carga cognitiva (Escala NASA-TLX) en el personal del CICU durante simulacros.

C. Económicos:

- Determinar la Razón de Coste-Efectividad Incremental (RCEI) mediante el marco de los Años de Vida Ajustados por Calidad (AVAC).

- Cuantificar el ahorro por reducción de estancias baldías en hospitales de nivel inferior y la evitación de traslados secundarios (SAMU/Helicóptero).



3. APLICABILIDAD Y UTILIDAD DE LOS RESULTADOS

La implementación de la Interfaz Táctica y el PBD supone una reingeniería de procesos con impacto en tres áreas críticas:

3.1. *Optimización de Recursos y Reducción de Estancias*

El modelo actual genera ingresos iniciales en hospitales no resolutivos (Nivel II o III), infrautilizando camas de críticos durante la gestión de derivaciones.

- Impacto Económico: El coste medio de estancia en UCI es de 1.390 €/día [13].
- Utilidad: Dirigir al paciente al "Hospital Útil" desde el inicio libera camas para pacientes locales y evita gastos en centros sin capacidad de tratamiento definitivo (ej. Neurocirugía).

3.2. *Optimización Logística y Reducción de Traslados Secundarios*

La Ficha Táctica elimina el "transporte secundario evitable", donde errores de asignación obligan a activar una segunda unidad (SAMU/Helicóptero) tras la estabilización.

- Ahorro Operativo: Cada trayecto secundario de SVA supone un coste entre 1.200 € y 5.500 €, según distancia y medio (aéreo/terrestre).
- Aplicabilidad: Permite una "distribución primaria inteligente", ahorrando costes operativos y manteniendo las unidades SAMU disponibles en sus bases para nuevas emergencias.

3.3. *Seguridad Clínica: El Factor "Hora de Oro"*

El pronóstico en traumatismos masivos depende del tiempo transcurrido hasta el control quirúrgico del foco hemorrágico [7].

- Seguridad: El PBD garantiza el acceso inmediato al especialista adecuado. Al eliminar la burocracia telefónica y contar con reserva de cama previa, se reduce drásticamente el tiempo "puerta-quirófano".
- Resultados en Salud: Esta eficiencia mejora los índices de supervivencia y reduce secuelas a largo plazo, generando una ganancia neta en Años de Vida Ajustados por Calidad (AVAC) [13].

4. DISEÑO Y MÉTODOS

4.1. Tipo de diseño

Se plantea un estudio de evaluación de tecnologías sanitarias (ETS) mediante un enfoque cuasiexperimental antes-después. Con el fin de establecer una línea base limpia, se ejecutará un primer simulacro bajo el modelo convencional de coordinación (*Pull*) y se administrará el cuestionario NASA-TLX. Esta medición inicial servirá como grupo control para compararla directamente con los resultados de la Ficha Táctica Visual y el Protocolo de Bypass Directo, evaluando la reducción de tiempos y la mitigación de la carga mental en la gestión de IMV.

4.2. Población y muestra

La muestra incluye a los 156 profesionales operativos del CICU-CV: 43 Médicos Coordinadores, 48 Enfermeros/as, 55 Locutores/as y 10 TSDAS. Dado que se trata de una población limitada y accesible, se incluirá a la totalidad de profesionales, sin realizar muestreo.

4.3. Intervención: Flujo de Trabajo y Transferencia Clínica

El nuevo modelo "Push" optimiza la transferencia mediante tres fases:

- Pre-alerta Logística (Locutor): Bypass de centralita al Jefe de Guardia para bloqueo de actividad quirúrgica y liberación de camas.
- Selección Clínica (Enfermero): Consulta de la Ficha Táctica para identificar el "Hospital Útil". Uso del modelo SBAR para informar la patología específica (TCE, quemados, etc.) antes de la llegada (ver Anexo VI: Modelo SBAR).
- Supervisión (Médico Coordinador): Validación de la adecuación recurso-patología a través de la interfaz.

4.4. Programa de Formación (12h Retribuidas)

- El programa formativo tendrá una duración total de 12 horas retribuidas y combinará simulación clínica con *Pull*, formación teórica online, fase presencial con entrenamiento práctico y simulación clínica de alta fidelidad.
- Fase de Evaluación Basal (2h): Ejecución de un simulacro de alta fidelidad (Nivel 2) bajo el sistema convencional *Pull* para establecer la línea base de carga cognitiva y tiempos de respuesta, previo al acceso al temario.

- Fase Online (4h): Interpretación de la semaforización de Alumbra: Verde (≥ 3 camas), Amarillo (1-2 camas) y Rojo (0 camas/bloqueo).
Reconocimiento de iconos de especialidades críticas.
- Fase Presencial (4h): Entrenamiento técnico en el uso de la interfaz y taller de comunicación estructurada SBAR.
- Simulación clínica de Alta Fidelidad (2h): Escenario Nivel 2 para evaluar la eficacia de asignación, la ausencia de "Efecto Embudo" y la reducción de latencia.

4.5. Variables de estudio

- Adecuación del Destino: Variable binaria (SÍ/NO) según coincidencia de patología y capacidad del hospital útil.
- Tiempo de Asignación: Segundos desde la confirmación del IMV hasta la decisión de destino.
- Carga Cognitiva (NASA-TLX): medición de la variación de la carga cognitiva mediante un instrumento validado (ver Anexo V: Escala NASA-TLX)

4.6. Plan de Análisis Estadístico

Se comparará el Grupo Control (tradicional) vs. Intervención (Ficha Táctica) con un nivel de significación $p < 0,05$:

- Adecuación del Destino: Prueba Chi-cuadrado de Pearson para medir la reducción de errores de asignación.
- Tiempo de Asignación: Prueba T de Student para muestras independientes para comparar medias de tiempo de decisión.
- Carga Cognitiva: Análisis de medias de la escala NASA-TLX para evaluar la disminución del agotamiento mental.
- Coste-Utilidad: Estimación teórica de la ganancia de AVAC derivada de la reducción de tiempos críticos.

5. CALENDARIO Y CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN (6 MESES)

La ejecución se divide en cuatro fases críticas distribuidas en un semestre, cuyo detalle temporal se puede consultar en el cronograma (ver Anexo II: Diagrama de Gantt).

5.1. Fase 1: Desarrollo Tecnológico y Arquitectura (Meses 1-2)

- Mes 1: Diseño de la API de lectura de Alumbra y establecimiento de protocolos de seguridad para la extracción de datos de UCI y especialistas en tiempo real (ver Anexo III: Niveles de Respuesta IMV).
- Mes 2: Programación de la Interfaz Táctica Visual, incluyendo la taxonomía iconográfica y el sistema de semaforización (ver Anexo IV: Especificaciones Técnicas de la Interfaz)

5.2. Fase 2: Diseño Instruccional y Protocolos de Bypass (Mes 3)

- Escenarios de "Zona Desconocida": Creación de casos clínicos para simulacros antes y después de la formación online.
- Validación de Bypass: Reuniones técnicas con Jefaturas de Guardia para estandarizar la recepción de llamadas directas y eliminar la intermediación de centralitas.
- Simulación clínica con *Pull* de forma presencial de todo el personal CICU CV en 13 jornadas en Castellón, Valencia y Alicante (156 profesionales 2 h presencial).

5.3. Fase 3: Despliegue de la Formación y Capacitación (Meses 4-5)

Capacitación de los 156 profesionales mediante metodología *B-learning* (ver Anexo VII: Guía de Usuario):

- Online (4h): Instrucción teórica en protocolo IMV-CICU y simbología de la interfaz.
- Presencial (4h + 2h Simulación): 13 jornadas en Castellón, Valencia y Alicante.
 - Entrenamiento en Modelo SBAR para transferencia clínica.
 - Ejecución de Simulación de Nivel 2 con recogida de *timestamps* y escalas NASA-TLX.

5.4. Fase 4: Análisis de Datos y Memoria de Impacto (Mes 6)

- Análisis Estadístico: Procesamiento de "Adecuación del Destino" y "Tiempos" (T-Student y Chi-cuadrado).

- Evaluación de Carga Cognitiva: Comparativa de estrés percibido (NASA-TLX) entre modelos.
- Memoria Final: Redacción del informe de resultados y propuestas de despliegue definitivo en el SESCOV.



6. LIMITACIONES Y POSIBLES SESGOS

- Hermetismo Tecnológico: La integración de la API con plataformas cerradas (112) se mitiga proponiendo una interfaz de lectura externa en fase inicial.
- Sesgo de Memoria: El riesgo de actuación por inercia geográfica se neutraliza con escenarios de "Zona Desconocida", forzando la dependencia de la Ficha Táctica.
- Resistencia al Cambio: Abordada mediante formación retribuida y la demostración de la utilidad clínica (AVAC) y reducción del estrés laboral.

7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El proyecto cumple los principios de Bioética y la normativa de investigación:

- Autonomía: Consentimiento informado de los 156 profesionales, garantizando una evaluación no punitiva del desempeño mediante la firma del documento informativo (ver Anexo VIII: Consentimiento Informado).
- Beneficencia: Mejora de la seguridad del paciente y reducción del *burnout* mediante la optimización hacia el "Hospital Útil".
- Confidencialidad: Cumplimiento estricto del RGPD 2016/679 (ver Anexo IX: Compromiso de Confidencialidad). Los datos de las escalas NASA-TLX y marcas de tiempo serán anonimizados.

8. ORGANIZACIÓN Y EQUIPO

Liderado por la Dirección del CICU-CV bajo una estructura multidisciplinar:

- Comité de Desarrollo (Ingeniería): Responsable de la arquitectura de la API y seguridad de datos en Alumbra.
- Comité de Instrucción (Docente): 3 Médicos y 3 Enfermeros facilitadores para las 26 jornadas (13 jornadas de 2 horas y 13 jornadas de 6 horas) y entrenamiento SBAR.
- Comité de Análisis (Documentación): Tabulación de datos, cálculo de AVAC teóricos y redacción de la memoria de impacto.

9. PRESUPUESTO ECONÓMICO (Inversión total: 397.295,91€)

9.1. Tecnología y Recursos Técnicos

Calculado según tablas retributivas GVA 2026 [16] y costes de desarrollo de software.

Concepto	Detalle	Importe
Personal IT	Ingeniero A1 y Técnico C1 (6 meses)	33.866,38 €
Desarrollo	Software Front-end y API Alumbra-112	300.000,00 €
Consultoría	Modelado clínico y mapas SIG	6.000,00 €
Total 9.1		339.866,38 €

9.2. Formación y Logística (156 alumnos / 12h).

Incluye personal facilitador, horas de alumnado retribuidas y gastos operativos.

Concepto	Detalle	Importe
Docencia	Facilitadores (Med/Enf) 26 jornadas	14.604,72 €
Discentes	156 alumnos (Med/Enf/Loc/TSDAS)	38.535,96 €

Concepto	Detalle	Importe
Logística	Aulas, catering y gastos LMS/Dietas	3.431,60 €
Análisis Estadístico	Bioestadístico	857,25 €
Total 9.2		57.429,53 €

9.3. Resumen de Inversión Final

Bloque	Descripción	Importe
9.3.1	Infraestructura Tecnológica e IT	339.866,38 €
9.3.2	Programa Formativo y Operaciones	57.429,53 €
TOTAL 9.3	Inversión del Proyecto PBD	397.295,91 €

La inversión total de 397.295,91 € se presenta de forma pormenorizada en el desglose de partidas (ver Anexo X: Presupuesto Detallado).

9.4 Justificación de Eficiencia y AVAC

La inversión total de **397.295,91 €** se justifica mediante el análisis de coste-utilidad:

1. Amortización Directa: El coste se compensa al evitar aproximadamente 114 traslados secundarios innecesarios en SAMU/Helicóptero (3.500 €/media) o 286 días de estancia en UCI (1.390 €/día) derivados de una mala asignación hospitalaria inicial.

2. Umbral AVAC: Bajo el umbral de 30.000 € por AVAC ganado (estándar del SNS), el proyecto es altamente eficiente. Si la herramienta logra que tan solo 14 pacientes al año sobrevivan sin secuelas graves (ganando 1 AVAC cada uno) gracias a la atención en el "Hospital Útil", el proyecto ya es rentable social y económicamente.

9.5 Líneas Futuras y Escalabilidad del Proyecto

Tras el análisis de la eficiencia económica y el impacto clínico esperado, se identifican tres ejes estratégicos para la evolución del modelo "Push" en la Comunitat Valenciana:

- Integración de Inteligencia Artificial (IA) en la Toma de Decisiones: Una vez consolidada la API de lectura de *Alumbra*, la siguiente fase contempla el desarrollo de algoritmos de apoyo a la decisión. Estos podrían sugerir automáticamente el "Hospital Útil" cruzando datos de tráfico en tiempo real, geolocalización de las unidades de transporte y capacidad quirúrgica instantánea, reduciendo aún más la carga cognitiva del gestor.
- Expansión del Modelo a la Red de Vigilancia Epidemiológica: La arquitectura de la Interfaz Táctica Visual es escalable a situaciones de salud pública no accidentales, como brotes pandémicos. El sistema permitiría monitorizar en tiempo real la saturación de las UCI y la disponibilidad de recursos específicos (ej. camas de aislamiento o respiradores) en toda la red hospitalaria desde una única pantalla de mando.

- Interoperabilidad Nacional y el "Efecto Espejo": El éxito del PBD y la Ficha Táctica en la Comunitat Valenciana sienta las bases para una posible integración con otros centros de coordinación de España. El objetivo final sería crear una red de datos compartidos que elimine las fronteras administrativas en grandes catástrofes, permitiendo una "distribución primaria inteligente" a nivel nacional.



10. CONCLUSIONES

1. **Eficacia de la Innovación Operativa:** La transición de un modelo "*Pull*" a un modelo "*Push*" mediante la Ficha Táctica Visual elimina la "niebla de gestión", permitiendo una visualización proactiva de los recursos críticos en tiempo real.
2. **Optimización del Factor Humano:** El uso de interfaces visuales y el PBD reducen significativamente la carga cognitiva y el estrés del personal del CICU-CV al sustituir la negociación telefónica por datos objetivos y comunicación estructurada SBAR.
3. **Garantía del "Hospital Útil":** El sistema asegura que el paciente crítico alcance el recurso definitivo en la "Hora de Oro", mitigando el "Efecto Embudo" y el sesgo de proximidad que históricamente han colapsado los centros hospitalarios en grandes catástrofes.
4. **Rentabilidad y Sostenibilidad Económica:** El proyecto demuestra ser una inversión altamente eficiente. El coste de implementación se amortiza mediante la reducción de traslados secundarios evitables y la eliminación de estancias ineficientes en unidades de cuidados intensivos no resolutivas.
5. **Impacto en Salud Pública:** Bajo el umbral de coste-utilidad del SNS, la ganancia en Años de Vida Ajustados por Calidad (AVAC) justifica la escalabilidad del modelo a otras áreas de la red sanitaria y su potencial integración a nivel nacional.

11. BIBLIOGRAFIA

1. Cuartas Álvarez T, Castro Delgado R. Incidentes de múltiples víctimas. Emergencias. 2014;26(5):387-95.
2. Rodríguez Sanz I. La organización y planificación de la respuesta a Incidentes de Múltiples Víctimas (IMV) y Catástrofes [Tesis Doctoral]. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona; 2022.
3. Raunig C, et al. Hospital Resource Planning for Mass Casualty Incidents: Limitations for Coping with Multiple Injured Patients. J Pers Med. 2023;13(4):612.
4. Hirsch K, et al. Impact of Mass Casualty Incidents on Emergency Department Performance: A Systematic Review. Disaster Med Public Health Prep. 2025;19:e12.
5. Postma ILE, et al. Patient distribution in a mass casualty event of an airplane crash. Injury. 2013;44(12):1574-8.
6. Bigdeli M, et al. Factors Associated With Delayed Pre-Hospital Times During Trauma-Relief Operations. Front Public Health. 2021;9:645151.
7. Comunidad de Madrid. Plan Territorial de Protección Civil de la Comunidad de Madrid (PLATERCAM). BOCM Núm. 113; 2019.
8. Generalitat de Catalunya. Pla territorial de protecció civil de Catalunya (PROCICAT). Actualització 2017. Barcelona: Direcció General de Protecció Civil; 2017.
9. Xunta de Galicia. Plan Territorial de Emergencias de Galicia (PLATERGA). Santiago de Compostela: Consellería de Presidencia; 2009.
10. Región de Murcia. Plan Territorial de Protección Civil de la Región de Murcia (PLATEMUR). BORM Núm. 216; 2002.
11. Gobierno Vasco. Plan de Protección Civil de Euskadi (LABI). Vitoria-Gasteiz: Departamento de Seguridad; 2015.

12. Gobierno de Navarra. Plan Territorial de Protección Civil de Navarra (PLATENA). Pamplona: Departamento de Interior; 2020.
13. Generalitat Valenciana. Plan Territorial de Emergencia de la Comunitat Valenciana (PTECV). DOCV Núm. 7111; 2013.
14. Amram O, et al. A web-based model to support patient allocation to hospitals in mass casualty incidents. J Trauma Acute Care Surg. 2012;72(5):1323-8.
15. Dean MD, Nair SK. Mass-casualty triage: Distribution of victims to multiple hospitals using the SAVE model. Eur J Oper Res. 2014;238(1):363-73.
16. Conselleria de Sanidad. Tablas retributivas del personal gestionado por la Conselleria de Sanidad para el ejercicio 2026. Valencia: Generalitat Valenciana; 2026.
17. Conselleria de Sanitat. Resolució de 2 d'octubre de 2024, per la qual es publica el pla específic d'ordenació de recursos humans del Servei d'Emergències Sanitàries de la Comunitat Valenciana i les seues unitats funcionals. Diari Oficial de la Generalitat Valenciana (DOGV), Núm. 9958; 16 d'octubre de 2024.

12. Anexos

Anexo I: Análisis Estratégico del Proyecto (Matriz DAFO)

FORTALEZAS	DEBILIDADES
• Integración de datos en tiempo real (API Alumbra). • Disminución de la carga mental del gestor.	• Dependencia absoluta de la infraestructura IT. • Necesidad de formación técnica específica.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
• Mejora de la eficiencia económica y AVAC. • Escalabilidad a nivel nacional/interoperabilidad.	• Resistencia al cambio del personal operativo. • Limitaciones de sistemas externos (112).

Anexo II: Resumen del Calendario (Gantt Simplificado)

Fase / Mes	1	2	3	4	5	6
Desarrollo API e Interfaz	■	■				
Simulacro Basal (Modelo <i>Pull</i> - 2h)			■			
Validación de Protocolos			■			
Formación Online y Presencial				■	■	
Simulacros y Toma de Datos					■	
Análisis AVAC y Memoria Final						■

Anexo III: Niveles de Respuesta y Escenarios IMV.

NIVEL	AFFECTADOS (Estimación)	MEDIOS (SVA / SVB)
Nivel 0	Previsión de heridos desconocida	1 SVA + 1 SVB
Nivel 1	3 críticos / 10 diversa gravedad	1-2 SVA + 2-4 SVB
Nivel 2	4-10 críticos / 11-25 diversa gravedad	3-5 SVA + 7-8 SVB
Nivel 3	Supera los umbrales del Nivel 2	4-6 SVA + 7-8 SVB + Medios Especiales

Anexo IV: Especificaciones técnicas de la ficha táctica visual

1. Definición del Módulo de Visualización

La Ficha Táctica es la unidad de información fundamental de la interfaz "Push". Su objetivo es concentrar en un solo golpe de vista la capacidad de respuesta y la idoneidad clínica de un centro hospitalario específico frente a un Incidente de Múltiples Víctimas (IMV).

2. Elementos de Identificación y Logística

- Identificador del Centro: Nombre oficial del hospital receptor.
- Vector de Tiempo/Distancia: Cálculo en tiempo real mediante SIG de la distancia en kilómetros y el ETA (*Estimated Time of Arrival*, Tiempo Estimado de Llegada) desde el foco del IMV al hospital de destino.
- Acceso Directo (One-Click Call): Botón de marcación directa al número corporativo de la Jefatura de Guardia, garantizando comunicación inmediata vía Bypass.

3. Monitorización de Capacidad Crítica Segmentada (Semáforo Dinámico)

La disponibilidad de recursos de medicina intensiva se desglosa por áreas de especialización para evitar derivaciones erróneas de pacientes vulnerables:

- UCI / REA (Adultos): Disponibilidad para pacientes mayores de 15 años.
- UCI Pediátrica (UCIP): Recursos para pacientes en edad pediátrica (28 días-15 años).
- UCI Neonatal (UCIN): Recursos específicos para recién nacidos y lactantes (0-28 días).

Código de Colores:

-  Verde: Alta disponibilidad (>3 camas libres).
-  Amarillo: Capacidad crítica (1-2 camas libres). Consulta obligatoria.
-  Rojo: Saturación (0 camas libres). Bloqueo de recepción en esa área.

4. Panel de Especialidades Quirúrgicas de Presencia

Se muestra el estado de activación de las guardias físicas de las siguientes especialidades: CGD: Cirugía General y Digestiva | NCU: Neurocirugía | C.VAS: Cirugía Vascular. C.PED: Cirugía Pediátrica | C.TOR: Cirugía Torácica | U.QUEM: Unidad de Quemados. UROL: Urología | COT: Traumatología | OBGYN: Obstetricia y Ginecología.

Representación visual de la ficha

HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO ALICANTE DR. BALMIS	12 min / 8.4 km
DISPONIBILIDAD CRÍTICOS:	
• Adultos (UCI/REA):	 4 CAMAS LIBRES
• Pediátrica (UCIP):	 1 CAMA LIBRE
• Neonatal (UCIN):	 0 CAMAS LIBRES
ESPECIALIDADES DE GUARDIA:	[CGD] [COT] [NCU] [OBGYN] [C.PED]
BOTÓN BYPASS:	[ LLAMADA DIRECTA JEFE GUARDIA]

ANEXO V: Cuestionario de carga cognitiva NASA-TLX.

Instrucciones: Por favor, tras finalizar el simulacro de IMV, marque con una "X" el nivel de carga percibida en cada una de las siguientes dimensiones, considerando que 1 es "Muy bajo" y 20 es "Muy alto".

Dimensión	Definición	Puntuación (1 - 20)
Demanda Mental	¿Cuánta actividad mental y perceptiva fue necesaria (pensar, decidir, calcular, mirar)?	[]
Demanda Temporal	¿Sintió presión por el tiempo debido al ritmo del incidente o la urgencia de las llamadas?	[]
Rendimiento	¿Cómo de satisfecho está con su ejecución y con la precisión de los destinos elegidos?	[]
Esfuerzo	¿Cuánto ha tenido que trabajar (mental y físicamente) para alcanzar su nivel de resultados?	[]
Frustración	¿Se sintió inseguro, irritado, estresado o presionado durante la gestión del IMV?	[]

PUNTUACIÓN GLOBAL (Media aritmética): _____ / 20



Anexo VI: Modelo de Comunicación Estructurada SBAR

Fase del Modelo	Descripción del Contenido	Ejemplo de Aplicación Operativa
S - Situación	Identificación inmediata del paciente y el motivo de la comunicación.	"Varón de 45 años, víctima de IMV, clasificado como Triage Rojo (Crítico)".
B - Antecedentes (<i>Background</i>)	Contexto del incidente y mecanismos de lesión relevantes.	"Atrapado en colisión frontal con deformidad severa de cabina. Sin antecedentes médicos conocidos".
A - Evaluación (<i>Assessment</i>)	Estado clínico actual, signos vitales y sospecha diagnóstica.	"Inestable: TA 80/40, FC 120. Sospecha de shock hemorrágico por trauma abdominal cerrado".
R - Recomendación	Acciones o recursos específicos que se requieren del hospital a la llegada.	"Se solicita activación de Protocolo de Transfusión Masiva y disponibilidad inmediata de quirófano".

Anexo VII: Guía de Usuario - Manual de la Interfaz.

1. Definición y Objeto del PBD se define como el procedimiento de comunicación crítica y prioritaria que permite al personal del CICU-CV establecer contacto inmediato con los responsables de guardia de los centros hospitalarios, omitiendo los filtros de centralitas telefónicas generales. Su objeto es reducir el tiempo de respuesta hospitalaria y garantizar la preparación de recursos antes de la llegada de la víctima.

2. Criterios de Activación El protocolo se activará automáticamente ante las siguientes situaciones:

- Confirmación de Incidente de Múltiples Víctimas (IMV) Nivel 2 o 3.
- Necesidad de traslado de pacientes con Triage Rojo (Críticos).
- Saturación inminente de los hospitales más cercanos (Semáforo Amarillo en Interfaz Táctica).

3. Procedimiento de Comunicación La comunicación se realizará siguiendo dos fases diferenciadas:

- Fase Logística (Locutor): Preaviso al hospital para el cese de actividad programada y liberación de camas.
- Fase Asistencial (Enfermería): Transferencia de datos clínicos mediante el modelo estructurado SBAR (*Situation, Background, Assessment, Recommendation*).

4. Compromiso de Reserva Activa: Tras la aceptación del paciente, el Jefe de Guardia del hospital receptor tiene la obligación de realizar la Reserva Nominal del Recurso (Cama de UCI o Quirófano) en el sistema Alumbra. Esta acción detrae el recurso de la disponibilidad pública de forma instantánea, actualizando el semáforo táctico del CICU para evitar duplicidades en la asignación de pacientes.

Anexo VIII: Hoja de información al participante y consentimiento informado.

Título del Proyecto: Implementación de Interfaz Táctica Visual y Protocolo de Bypass Directo en Incidentes de Múltiples Víctimas (IMV) en el CICU-CV.

1. HOJA DE INFORMACIÓN

Usted ha sido invitado a participar en un proyecto de innovación y evaluación de tecnologías sanitarias liderado por la Dirección del CICU-CV. El objetivo de este estudio es evaluar si el uso de una nueva Ficha Táctica Visual conectada a Alumbra mejora la eficiencia en la distribución de pacientes críticos y reduce la carga mental del gestor.

- En qué consiste su participación: Se le solicitará realizar su labor habitual de coordinación en un simulacro de Alta Fidelidad (Nivel 2). Tras finalizar, se le pedirá completar una encuesta anónima sobre carga cognitiva (NASA-TLX).
- Voluntariedad: Su participación es totalmente voluntaria. Puede decidir no participar o retirar su consentimiento en cualquier momento sin que ello afecte a su situación laboral.
- Riesgos y Beneficios: No existen riesgos físicos asociados. El beneficio principal es la mejora de los protocolos de actuación en catástrofes y la reducción del estrés operativo mediante herramientas digitales avanzadas.
- Confidencialidad: Los datos obtenidos (tiempos de asignación y encuestas) serán tratados de forma estrictamente confidencial y anonimizada de acuerdo con el Reglamento General de Protección de Datos (UE) 2016/679. Los resultados se presentarán de forma agregada (medias estadísticas), siendo imposible identificar a ningún participante individual.

2. Formulario de consentimiento

Yo,

D./Dña.

_____, con DNI _____, tras haber leído la hoja de información y haber podido realizar preguntas sobre el proyecto:

1. **COMPRENDO** los objetivos del estudio y el carácter voluntario de mi participación.
2. **ENTIENDO** que mis datos de desempeño durante el simulacro serán registrados de forma automática por el sistema informático y que las encuestas de carga cognitiva serán anónimas.
3. **CONSIENTO** que los datos derivados de esta investigación sean utilizados exclusivamente con fines científicos y de mejora del Servicio de Emergencias Sanitarias (SESCV), incluyendo su análisis en términos de eficiencia y AVAC.

En _____, a _____ de _____ de 202

Firma del Participante:

Firma del Investigador

Principal:

Anexo IX: Compromiso de Confidencialidad y Protección de Datos (RGPD)

1. Objeto del Compromiso El presente documento tiene como objeto garantizar la confidencialidad de los datos personales y operativos a los que se tenga acceso durante el desarrollo del proyecto: *"Análisis coste-beneficio y optimización del factor humano mediante una interfaz táctica de recursos críticos en la Comunitat Valenciana"*.

2. Marco Legal El tratamiento de los datos se ajustará estrictamente a lo dispuesto en el Reglamento (UE) 2016/679 (RGPD) y la Ley Orgánica 3/2018 (LOPDGDD).

3. Obligaciones del Investigador

- Anonimización: Todos los datos obtenidos de las escalas NASA-TLX y los *timestamps* de los simulacros serán codificados para que no puedan ser vinculados a la identidad de los profesionales del CICU-CV.
- Uso Exclusivo: La información obtenida se utilizará únicamente para los fines académicos y de investigación descritos en este TFM.
- No Cesión: Los datos no serán cedidos a terceros ni utilizados para evaluaciones de desempeño laboral con carácter punitivo.

4. Seguridad de la Información Los datos serán almacenados en dispositivos cifrados y bajo la custodia de la Dirección del CICU-CV y el equipo investigador por un periodo de 5 años, procediendo posteriormente a su destrucción definitiva.

5. Declaración de Conformidad

En Valencia, a ____ de _____ de 2026.

(Firma del Investigador)

Anexo X: Presupuesto económico detallado (Total: 397.295,91 €)

9.1. Recursos Humanos Técnicos y Tecnología

Este capítulo integra el desarrollo de la infraestructura digital y el personal especializado para su ejecución.

<i>Ítem</i>	<i>Concepto</i>	<i>Detalle</i>	<i>Importe</i>
1	Ingeniero A1	6 meses (Back-end/API Alumbra)	21.245,13 €
2	Técnico C1	6 meses (Soporte y redes)	12.621,25 €
3	Software Front-end	Interfaz Táctica Visual	200.000,00 €
4	Integración API	Interoperabilidad Alumbra-112	100.000,00 €
5	Consultoría Escenarios	Modelado clínico y mapas SIG	6.000,00 €
	TOTAL BLOQUE 9.1		339.866,38 €

9.2. Personal Facilitador de las Jornadas

Cálculo basado en 26 jornadas de presencia efectiva por profesional facilitador y las jornadas del bioestadístico del departamento (Tarifas GVA 2026).

<i>Perfil</i>	<i>N.º Pax</i>	<i>Horas Totales</i>	<i>Tarifa GVA (€/h)</i>	<i>Subtotal</i>
<i>1 Médico Facilitador</i>	<i>3</i>	<i>104h</i>	<i>28,37 €</i>	<i>8.851,44 €</i>
<i>2 Enfermero Facilitador</i>	<i>3</i>	<i>104h</i>	<i>18,44 €</i>	<i>5.753,28 €</i>
<i>3 Bioestadístico</i>	<i>1</i>	<i>37,5 h</i>	<i>22,86 €</i>	<i>857,25 €</i>
	<i>TOTAL BLOQUE 9.2</i>			<i>15.461,97 €</i>

9.3. Formación Retribuida del Alumnado

Compensación por las 12 horas de formación obligatoria por profesional (metodología B-learning).

<i>Perfil</i>	<i>N.º Pax</i>	<i>Tarifa GVA (€/h)</i>	<i>Subtotal</i>
<i>1 Médico Coordinador</i>	<i>43</i>	<i>28,37 €</i>	<i>14.638,92 €</i>
<i>2 Enfermero CICU</i>	<i>48</i>	<i>18,44 €</i>	<i>10.621,44 €</i>
<i>3 Locutor CICU</i>	<i>55</i>	<i>17,02 €</i>	<i>11.233,2 €</i>
<i>4 TSDAS (Documentación)</i>	<i>10</i>	<i>17,02 €</i>	<i>2.042,4 €</i>
	<i>TOTAL BLOQUE 9.3</i>		<i>38.535,96 €</i>

9.4. Logística y Gastos Operativos

Gastos derivados de la ejecución de las 26 jornadas presenciales en las tres provincias.

<i>Ítem</i>	<i>Concepto</i>	<i>Detalle</i>	<i>Importe</i>
1	Alquiler Aulas	Sedes ALC, CAS y VAL	0 €
2	Catering	26 jornadas presenciales (>2hrs)	2.000,00 €
3	Otros	LMS, Materiales, Km y Dietas	1.431,60 €*
	TOTAL BLOQUE 9.4		3.431,60 €