

19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 943 486**

21 Número de solicitud: 202131148

51 Int. Cl.:

**G16H 50/30** (2008.01)

**G16H 40/20** (2008.01)

**G16H 10/60** (2008.01)

**A61B 5/00** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

13.12.2021

43 Fecha de publicación de la solicitud:

13.06.2023

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

29.09.2023

Fecha de concesión:

19.03.2024

45 Fecha de publicación de la concesión:

26.03.2024

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS (90.0%)  
Tulipán s/n  
28933 MOSTOLES (Madrid) ES y  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A  
DISTANCIA (10.0%)**

72 Inventor/es:

**RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, María Cristina;  
MATEOS FERNÁNDEZ, Myriam;  
DEL ALMA ESPINOSA, Antonio José;  
HERNÁNDEZ BALAGUERA, Enrique;  
BORROMEO LÓPEZ, Susana;  
VAQUERO LÓPEZ, Joaquín;  
SIMÓN DE BLAS, Clara;  
GARCÍA SIPOLS, Ana Elizabeth y  
MARTÍNEZ ROMO, Juan**

74 Agente/Representante:

**ILLESCAS TABOADA, Manuel**

54 Título: **Método y sistema de triaje para atender a víctimas afectadas por una emergencia ocatástrofe**

57 Resumen:

Método y sistema de triaje para atender a víctimas afectadas por una emergencia o catástrofe.

La presente invención se refiere a un método y sistema de triaje automatizado para atender a víctimas afectadas por una emergencia o catástrofe, caracterizado por constar de las siguientes etapas:

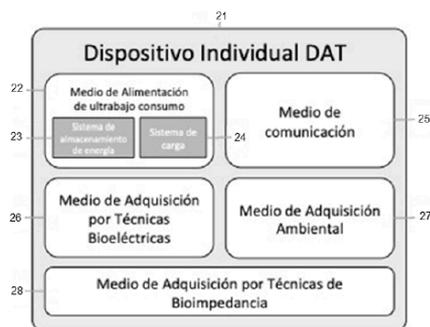
(a) colocar y activar en al menos una víctima, un dispositivo personal (DATi) que envía, en tiempo real, al menos una señal a un dispositivo de control central (DATc), donde cada señal codifica un valor de un parámetro fisiológico,

(b) activar dicho DATc y almacenar, en tiempo real, dicho valor codificado por dicha señal dentro de un conjunto de datos,

(c) calcular y actualizar en tiempo real, un valor V para dicha víctima basado en un modelo de clasificación multivariante generado de dicho valor de al menos un parámetro fisiológico, donde dicho modelo es capaz de asignar cada víctima en un grupo.

(d) determinar, y actualizar en tiempo real, la especialidad médica requerida por dicha víctima usando el valor V.

Fig. 5



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.

Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 943 486 B2

## DESCRIPCIÓN

### **Método y sistema de triaje para atender a víctimas afectadas por una emergencia o catástrofe**

#### **Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere al campo de la medicina, en particular al campo de triaje para atender a víctimas afectadas por una emergencia o catástrofe. En particular, la presente invención se refiere a la monitorización y el guiado para la ayuda en la clasificación y catalogación de triajes, así como en el seguimiento de la distribución y localización de  
10 pacientes de acuerdo con la urgencia de su atención, en situaciones de emergencia o catástrofe.

#### **Antecedentes a la invención**

El triaje (también conocido como trillaje o cribado) es un protocolo o método de intervención que funciona para seleccionar y clasificar pacientes o víctimas de emergencias y catástrofes  
15 según sus necesidades médicas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el triaje como un sistema que permite clasificar a los pacientes en grupos de prioridad de atención médica de acuerdo con su estado de salud y los recursos disponibles. Dichos sistemas de clasificación y priorización de la atención permiten maximizar el número de vidas salvadas con los recursos disponibles. Se aplica a todos los pacientes que acuden al servicio de  
20 urgencias de los hospitales o centros de salud, pero también en situaciones de emergencias y catástrofes (por ejemplo, accidentes o desastres).

En situaciones de emergencias y catástrofes, la atención a las víctimas recae en diversos equipos y profesionales que no siempre disponen de los conocimientos, herramientas y  
25 tiempo para evaluar el estado de las víctimas y priorizar su evacuación y atención. Esta falta de evaluación del estado de las víctimas hace que en numerosas ocasiones sean derivadas a centros donde se produce saturación de víctimas, o en los que no disponen de la infraestructura necesaria para atender a ese tipo de víctimas. Por ejemplo, en situaciones en las que los equipos de asistencia sanitaria no son los primeros en llegar, sino que son otros  
30 colectivos – bomberos, policía – los que toman contacto en un primer momento con las víctimas, siendo en muchos casos su interacción con ellas muy delicada, ya que puede significar tanto salvar la vida gracias a una rápida actuación, como ocasionar secuelas debido a una mala movilización o actuación debido a la falta de conocimientos y recursos.

35 Otro factor clave en la adecuada gestión de situaciones de emergencias y catástrofes es la localización, comunicación y evaluación de las víctimas, especialmente aquellas con

diversidad funcional. La dificultad en el establecimiento de canales de comunicación con las víctimas dificulta la gestión del evento y la evaluación, incrementando el número de recursos y el tiempo necesarios para la evacuación. Según la OMS, en una situación de emergencia, las personas (víctimas) con discapacidad son más vulnerables cuando ocurre una emergencia o un conflicto y el impacto que estas situaciones puede tener en su salud es mucho mayor que en las personas (víctimas) sin discapacidad. Desde el año 2013, la OMS a través de diferentes foros como *“Las personas con discapacidad y los desastres, una conversación que no es tan obvia”* lleva reclamando que los sistemas de preparación para emergencias no están diseñados para que las personas con discapacidades puedan sobrevivir a un desastre cuando son víctimas de la misma. En un estudio que se realizó por la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR), se concluye que los problemas en un proceso de emergencia para las víctimas con discapacidad son la dificultad para oír (39%), para ver (54%), para comunicarse (45%); y la falta de ayuda por otras personas para seguir la ruta de evacuación apropiada (13%).

Es más, muchos métodos de triaje no tienen en cuenta las condiciones ambientales que se suelen encontrar en las zonas de emergencia o desastre (tales como la presencia de humo, la visibilidad limitada, obstrucciones en las salidas de escape). Dichas condiciones ambientales pueden afectar la logística del método de triaje que se debe implementar (por ejemplo, la ruta usada para evacuar una víctima dada y trasladarle al centro sanitario más cercano, desde el lugar donde se haya producido la emergencia o catástrofe).

Todos estos factores puedan afectar la supervivencia de cada víctima (o al menos empeorar su pronóstico), además de suponer altos costes socioeconómicos para los servicios médicos.

Así, el problema de la presente invención es proporcionar un método y sistema de triaje, que evalúe las prioridades de atención de cada víctima, priorizando sus posibilidades de supervivencia, de acuerdo con sus necesidades terapéuticas (por ejemplo, su estado de discapacidad) y los recursos disponibles. Además, el problema de la invención es proporcionar un método y sistema de triaje de fácil implementación, que no tiene efectos adversos para las víctimas, y que permite:

- anticipar la gravedad de la situación antes de que lleguen los médicos, enfermeros y paramédicos a la zona de emergencia o catástrofe;
- distribuir los médicos, enfermeros y paramédicos a diferentes lugares de la zona de emergencia o catástrofe, según sus conocimientos médicos y según el número y estatus fisiológico de las víctimas, además de las condiciones ambientales, para así no poner a los

médicos, enfermeros y paramédicos en peligro, y asegurar que la respuesta médica es proporcional a las necesidades en todos los lugares de la zona de emergencia o catástrofe;

- asignar las víctimas a los centros sanitarios de la manera más eficiente, según el número y estatus fisiológico de cada víctima, el número y especialidad de los médicos, y los recursos disponibles en cada centro sanitario.

### **Descripción breve de la invención**

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un método de triaje automatizado para atender a víctimas afectadas por una emergencia o catástrofe, caracterizado por constar de las siguientes etapas:

(a) colocar y activar en al menos una víctima afectada por la emergencia o catástrofe, un dispositivo personal (DATi) que dispone de al menos un módulo que envía, en tiempo real, al menos una señal a un dispositivo de control central (DATc), donde cada señal codifica un valor de un parámetro fisiológico de dicha víctima,

(b) activar dicho dispositivo de control central (DATc) en la zona de la emergencia o catástrofe, donde dicho dispositivo de control central (DATc) comprende una base de datos y un módulo que recibe las señales enviadas por cada dispositivo personal (DATi), colocado y activado según el paso (a), y almacenar, en tiempo real, dicho valor del parámetro fisiológico codificado por dicha señal dentro de un conjunto de datos de dicha base de datos,

(c) calcular y actualizar en tiempo real, un valor V para dicha víctima por parte de dicho dispositivo de control central (DATc), basado en un modelo de clasificación multivariante generado de dicho valor de al menos un parámetro fisiológico de dicha víctima, almacenado en dicha base de datos, donde dicho modelo de clasificación multivariante es capaz de asignar cada víctima a uno de los siguientes grupos:

- Grupo R1: víctimas que necesitan reanimación;
- Grupo R2: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R3: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R4: víctimas que necesitan atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R5: víctimas que no necesitan atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe,

(d) determinar, y actualizar en tiempo real, la especialidad médica requerida por dicha víctima por parte del dispositivo de control central (DATc), usando el valor V calculado mediante el modelo de clasificación multivariante del paso (c), donde la especialidad médica

requerida por una víctima dada, con un valor  $V$  viene dada cuando dicho valor  $V$  de la víctima cae dentro:

- 5 - del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita reanimación, es aquella del grupo R1;
- del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R2;
- 10 - del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R3;
- del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R4; y
- 15 - del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que no necesita atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R5.

Además, en dicho primer aspecto, la presente invención también se refiere a un sistema de triaje automatizado para atender a víctimas afectadas por una emergencia o catástrofe, caracterizado por constar de:

- 25 (a) medios para colocar y activar en al menos una víctima afectada por la emergencia o catástrofe, un dispositivo personal (DATi) que dispone de al menos un módulo que envía, en tiempo real, al menos una señal a un dispositivo de control central (DATc), donde cada señal codifica un valor de un parámetro fisiológico de dicha víctima,
- (b) medios para activar dicho dispositivo de control central (DATc) en la zona de la emergencia o catástrofe, donde dicho dispositivo de control central (DATc) comprende una base de datos y un módulo que recibe las señales enviadas por cada dispositivo personal (DATi), colocado y activado según el paso (a), y almacenar, en tiempo real, dicho valor del parámetro fisiológico codificado por dicha señal dentro de un conjunto de datos de dicha base de datos,
- 30 (c) medios para calcular y actualizar en tiempo real, un valor  $V$  para dicha víctima por parte de dicho dispositivo de control central (DATc), basado en un modelo de clasificación multivariante generado de dicho valor de al menos un parámetro fisiológico de dicha víctima,
- 35 almacenado en dicha base de datos, donde dicho modelo de clasificación multivariante es capaz de asignar cada víctima a uno de los siguientes grupos:

- Grupo R1: víctimas que necesitan reanimación;
  - Grupo R2: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe;
  - 5 - Grupo R3: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
  - Grupo R4: víctimas que necesitan atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
  - Grupo R5: víctimas que no necesitan atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe,
- 10 (d) medios para determinar, y actualizar en tiempo real, la especialidad médica requerida por dicha víctima por parte del dispositivo de control central (DATc), usando el valor V calculado mediante el modelo de clasificación multivariante del paso (c), donde la especialidad médica requerida por una víctima dada con un valor V viene dada cuando dicho valor V de la víctima cae dentro:
- 15 - del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita reanimación, es aquella del grupo R1;
  - del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1
  - 20 hora a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R2;
  - del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R3;
  - del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 2
  - 25 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R4; y
  - del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que no necesita atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R5.

30

En un segundo aspecto, la presente invención también se refiere a un método de triaje automatizado para atender a víctimas afectadas por una emergencia o catástrofe, que permite la asignación al centro sanitario de dichas víctimas afectadas por dicha emergencia o catástrofe, caracterizado por constar de las siguientes etapas:

- (a) colocar y activar en al menos una víctima afectada por la emergencia o catástrofe, un dispositivo personal (DATi) que dispone de al menos un módulo que envía, en tiempo real, al menos una señal a un dispositivo de control central (DATc), donde cada señal codifica:
- un valor de un parámetro fisiológico de dicha víctima;
  - 5 - información sobre la geolocalización de dicha víctima; o
  - un valor de un parámetro ambiental;
- (b) activar dicho dispositivo de control central (DATc) en la zona de la emergencia o catástrofe, donde dicho dispositivo de control central (DATc) comprende una base de datos y un módulo que recibe las señales enviadas por cada dispositivo personal (DATi), colocado y
- 10 activado según el paso (a), y almacenar, en tiempo real:
- dicho valor del parámetro fisiológico codificado por dicha señal;
  - dicha información sobre la geolocalización codificada por dicha señal; o
  - dicho valor de un parámetro ambiental codificado por dicha señal,
- dentro de un conjunto de datos de dicha base de datos,
- 15 (c) calcular y actualizar en tiempo real, un valor  $V$  para dicha víctima por parte de dicho dispositivo de control central (DATc), basado en un modelo de clasificación multivariante generado de un valor de al menos un parámetro fisiológico y/o al menos un parámetro ambiental de dicha víctima, almacenado en dicha base de datos, donde dicho modelo de clasificación multivariante es capaz de asignar cada víctima a uno de los siguientes grupos:
- 20 - Grupo R1: víctimas que necesitan reanimación;
  - Grupo R2: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe;
  - Grupo R3: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
  - 25 - Grupo R4: víctimas que necesitan atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
  - Grupo R5: víctimas que no necesitan atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe,
- (d) determinar, y actualizar en tiempo real, la especialidad médica requerida por dicha
- 30 víctima por parte del dispositivo de control central (DATc), usando el valor  $V$  calculado mediante el modelo de clasificación multivariante del paso (c), donde la especialidad médica requerida por una víctima dada con un valor  $V$  viene dada cuando dicho valor  $V$  de la víctima cae dentro:
- del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación
  - 35 multivariante para una población de gente que necesita reanimación, es aquella del grupo R1;

- del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R2;
  - del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R3;
  - del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R4; y
  - del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que no necesita atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R5.
- (e) actualizar, en tiempo real, la ocupación en urgencias según la especialidad médica de cada centro sanitario dentro de un radio de  $X$  km desde la zona de la emergencia o catástrofe, donde  $X$  es un número entre 1 y 50 y donde el área geográfica de cobertura de cada centro sanitario capaz de tratar de una especialidad médica dada se determina, para un instante de tiempo dado, por un diagrama de Voronoi, según la franja horaria de dicha zona de la emergencia o catástrofe, usando la distancia Euclídea, donde para cada víctima afectada por la emergencia o catástrofe para quien se ha realizado el paso (a), se realiza el siguiente paso:
- (f) determinar, por parte del dispositivo de control central, la geolocalización de dicha víctima basada en la información sobre su geolocalización, y asignarle el centro sanitario registrado en la base de datos que es capaz de tratar la especialidad médica determinada como requerida por dicha víctima en el paso (d), donde dicho centro sanitario es aquél que tiene un área geográfica de cobertura en cuyo interior cae la geolocalización de dicha víctima, en el instante de tiempo de asignar dicha víctima a un centro sanitario.

En dicho segundo aspecto, la presente invención adicionalmente se refiere a un sistema de triaje automatizado para atender a víctimas afectadas por una emergencia o catástrofe, que permite la asignación al centro sanitario de dichas víctimas afectadas por dicha emergencia o catástrofe, caracterizado por constar de:

- (a) medios para colocar y activar en al menos una víctima afectada por la emergencia o catástrofe, un dispositivo personal (DATi) que dispone de al menos un módulo que envía, en tiempo real, al menos una señal a un dispositivo de control central (DATc), donde cada señal codifica:
- un valor de un parámetro fisiológico de dicha víctima;

- información sobre la geolocalización de dicha víctima; o
- un valor de un parámetro ambiental;

(b) medios para activar dicho dispositivo de control central (DATc) en la zona de la emergencia o catástrofe, donde dicho dispositivo de control central (DATc) comprende una base de datos y un módulo que recibe las señales enviadas por cada dispositivo personal (DATi), colocado y activado según el paso (a), y almacenar, en tiempo real:

- dicho valor del parámetro fisiológico codificado por dicha señal;
- dicha información sobre la geolocalización codificada por dicha señal; o
- dicho valor de un parámetro ambiental codificado por dicha señal,

dentro de un conjunto de datos de dicha base de datos,

(c) medios para calcular y actualizar en tiempo real, un valor  $V$  para dicha víctima por parte de dicho dispositivo de control central (DATc), basado en un modelo de clasificación multivariante generado de un valor de al menos un parámetro fisiológico y/o al menos un parámetro ambiental de dicha víctima, almacenado en dicha base de datos, donde dicho modelo de clasificación multivariante es capaz de asignar cada víctima a uno de los siguientes grupos:

- Grupo R1: víctimas que necesitan reanimación;
- Grupo R2: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R3: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R4: víctimas que necesitan atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R5: víctimas que no necesitan atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe,

(d) medios para determinar, y actualizar en tiempo real, la especialidad médica requerida por dicha víctima por parte del dispositivo de control central (DATc), usando el valor  $V$  calculado mediante el modelo de clasificación multivariante del paso (c), donde la especialidad médica requerida por una víctima dada con un valor  $V$  viene dada cuando dicho valor  $V$  de la víctima cae dentro:

- del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita reanimación, es aquella del grupo R1;
- del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R2;

- del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R3;
  - del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R4; y
  - del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que no necesita atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R5.
- 10 (e) medios para actualizar, en tiempo real, la ocupación en urgencias según la especialidad médica de cada centro sanitario dentro de un radio de  $X$  km desde la zona de la emergencia o catástrofe, donde  $X$  es un número entre 1 y 50 y donde el área geográfica de cobertura de cada centro sanitario capaz de tratar de una especialidad médica dada se determina, para un instante de tiempo dado, por un diagrama de Voronoi, según la franja
- 15 horaria de dicha zona de la emergencia o catástrofe usando la distancia Euclídea, donde para cada víctima afectada por la emergencia o catástrofe para quien se ha realizado el paso (a), se usan:
- (f) medios para determinar, por parte del dispositivo de control central, la geolocalización de dicha víctima basada en la información sobre su geolocalización, y asignarle el centro
- 20 sanitario registrado en la base de datos que es capaz de tratar la especialidad médica determinada como requerida por dicha víctima en el paso (d), donde dicho centro sanitario es aquél que tiene un área geográfica de cobertura en cuyo interior cae la geolocalización de dicha víctima, en el instante de tiempo de asignar dicha víctima a un centro sanitario.
- 25 Preferiblemente, dicho modelo de clasificación multivariante de dicho segundo aspecto se desarrolla al tener en cuenta distintas cohortes de población según el sexo y la edad por:
- (i) realizar paso (a) para cada persona de:
- una población de gente que necesita reanimación;
  - una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 hora a partir
- 30 de la emergencia o catástrofe;
- una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de una emergencia o catástrofe;
  - una población de gente que necesita atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de una emergencia o catástrofe; y
- 35 - una población de gente que no necesita atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe;

(ii) calcular un modelo de clasificación multivariante de al menos dos valores donde cada valor es o un valor de un parámetro fisiológico o un valor de un parámetro ambiental almacenado en dicha base de datos, y donde dicho modelo de clasificación multivariante asigna cada persona de una población dada a dicha población.

5

### Descripción de las figuras

**Fig. 1.** Diagrama de bloques general del procedimiento de triaje y guiado.

**Fig. 2.** Muestra una representación del despliegue del sistema para implementar el método de la presente invención en un espacio cuadrado abierto y diáfano (exterior), de los diferentes dispositivos individuales (DATi) desplegados en el área e instalados en las víctimas, así como el dispositivo de control central (DATc) con conexión con batería o conectado en una UVI ambulatoria para tener alimentación continua. Dentro de esta área, las balizas se detectan con intensidades configuradas entre 60 y 80 puntos de intensidad para localización de usuarios en un espacio exterior, que equivale de entre 1 a 2 metros de precisión (10 a 15 metros de la baliza). Además, las áreas acotadas por curvas indican el rango de visibilidad o cobertura de cada baliza, es decir, es el área desde donde un usuario puede ser localizado por la baliza.

**Fig. 3.** Muestra una representación del despliegue del sistema para implementar el método de la presente invención en un espacio cuadrado abierto y diáfano (interior), de los diferentes dispositivos individuales (DATi) desplegados en el área e instalados en las víctimas, así como el dispositivo de control central (DATc) conectado a la red eléctrica. Dentro de esta área, las balizas se detectan con intensidades configuradas entre 60 y 80 puntos de intensidad para localización de usuarios en el interior del edificio, que equivale a centímetros de precisión (12 a 16 cm). Además, las áreas acotadas por curvas indican el rango de visibilidad o cobertura de cada baliza, es decir, es el área desde donde un usuario puede ser localizado por la baliza.

**Fig. 4.** Muestra una realización de del dispositivo de control central (DATc, 1) de la invención, que tiene un medio de alimentación (2), que cuenta con un sistema de almacenamiento de energía (3) y un sistema de carga (4), un medio de comunicación (5), un medio de control (6), un medio de señalización e identificación (7), un medio de adquisición fisiológica (8), un medio de adquisición ambiental (9), medio para la monitorización del movimiento (10) y un sistema de aprendizaje que permitirá la clasificación automática de la información en la ayuda de toma de decisiones en base al resto de elementos (11). El dispositivo (1) está conectado a una línea a de alimentación eléctrica.

**Fig. 5.** Descripción de los módulos de una realización de del dispositivo individual (DATi 21) de la invención, que tiene un medio de alimentación de ultra bajo consumo (22), que cuenta con un sistema de almacenamiento de energía (23) y un sistema de carga (24), un medio de comunicación (25), un medio de adquisición fisiológica (26) y un medio de adquisición ambiental (27). El dispositivo (21) será conectado a los individuos de manera no invasiva, utilizando una pulsera con unos electrodos a modo de pegatina.

### **Descripción detallada de la invención**

La presente invención se refiere a un método de triaje automatizado para atender a víctimas afectadas por una emergencia o catástrofe. Además, la presente invención se refiere a un sistema de triaje automatizado para atender a víctimas afectadas por una emergencia o catástrofe. Así, el método y sistema de la presente invención ofrece un seguimiento y monitorización en tiempo real para ayudar (soportar, apoyar, asistir) a la clasificación de las víctimas en una emergencia. Esta clasificación se realiza en tiempo real en base al protocolo de triaje y la monitorización de variables fisiológicas, siendo aplicable al seguimiento post-emergencia tanto de los pacientes como de los propios equipos de intervención, que hayan sido expuestos a vulnerabilidades por la propia situación de emergencia. Dicha invención está dirigida fundamentalmente a gestionar situaciones de emergencia de modo accesible, uso no discriminatorio, autónomo y transparente, y además, resuelve la problemática explicada anteriormente mediante una red de dispositivos con inteligencia y capacidad de comunicaciones inalámbrica y no invasiva, denominados Dispositivo Auto-Triaje (DAT).

A los efectos de la presente invención el término “víctima” se refiere a un ser humano localizado en la zona de una emergencia o catástrofe cuando esta se ha producido. En contraste, el término “persona” se refiere a un ser humano que podría ser, pero no necesariamente es, la víctima de dicha emergencia o catástrofe (por ejemplo, una persona de un equipo de primera intervención que podría convertirse en víctima por inhalar humo en la zona de dicha emergencia o catástrofe). El término “gente” se usa para agrupar seres humanos de una población dada según la especialidad médica requerida por cada persona de dicha población. Así, por ejemplo, una persona puede ser una persona de la población de gente que necesitó reanimación usada para desarrollar un modelo de clasificación multivariante, y una víctima puede ser clasificada en dicha población de personas (o mejor dicho, la sub-población de víctimas de dicha población).

Dicho método de la presente invención consta de una etapa (a) de colocar y activar en al menos una víctima (preferiblemente cada víctima) afectada por la emergencia o catástrofe,

un dispositivo personal (DATi). Así, dicho sistema de la presente invención comprende medios para realizar la etapa (a). Dicho DATi dispone de al menos un módulo que envía, en tiempo real, al menos una señal a un dispositivo de control central (DATc), donde cada señal codifica un valor de un parámetro fisiológico de dicha víctima. En una realización preferida de la presente invención, cada señal codifica:

- un valor de un parámetro fisiológico; o
- información sobre la geolocalización de dicha víctima.

En una realización más preferida de la presente invención, cada señal codifica:

- un valor de un parámetro fisiológico;
- información sobre la geolocalización de dicha víctima; o
- un valor de un parámetro ambiental;

#### Parámetros fisiológicos:

El valor de un parámetro fisiológico (o variable fisiológica) comprende información fisiológica medida y actualizada en tiempo real. En una realización preferida del método y sistema de la presente invención, cada parámetro fisiológico se selecciona del grupo que consiste en: parámetros fisiológicos determinados por medir la bioimpedancia, parámetros fisiológicos determinados por medir el ritmo cardiaco, y parámetros fisiológicos determinados por medir movimientos. En una realización más preferida del método y sistema de la presente invención, los parámetros fisiológicos se seleccionan del grupo que consiste en: la saturación de oxígeno en la sangre de la víctima, el estado del sistema circulatorio de la víctima, el nivel de gasometría arterial y venosa de la víctima, la temperatura corporal de la víctima, el ritmo cardiaco de la víctima, el ritmo respiratorio de la víctima, la sudoración de la víctima y el desencadenamiento de convulsiones de la víctima.

Para medir cada parámetro fisiológico (o variable fisiológica) se utiliza preferiblemente:

- técnicas (medios) de medición de bioimpedancia;
- técnicas (medios) de medición del ritmo cardiaco; y/o
- técnicas (medios) de monitorización del movimiento.

Más preferiblemente, para medir cada parámetro fisiológico (o variable fisiológica) se utiliza:

- técnicas (medios) de medición de bioimpedancia (que incluye técnicas de medición del ritmo cardiaco); y/o
- técnicas (medios) de monitorización del movimiento.

*Monitorización de variables fisiológicas mediante técnicas de bioimpedancia:*

El conocimiento de las propiedades eléctricas de los tejidos es de gran interés en un amplio abanico de aplicaciones biomédicas. Específicamente, dichas propiedades eléctricas determinan el tipo de tejido, su estado fisiológico o, en la práctica clínica, permiten evaluar el posible efecto terapéutico de tratamientos o la emisión de un diagnóstico. La caracterización del comportamiento eléctrico pasivo de un tejido puede realizarse midiendo su impedancia (bioimpedancia), es decir, la oposición que presenta al paso de la corriente eléctrica alterna en un rango de frecuencias de interés. Dentro de la dispersión frecuencial  $\beta$  (kHz a MHz) se puede observar el mecanismo de carga/descarga de las membranas celulares (que poseen comportamiento capacitivo), a través de los medios intracelular y extracelular (con comportamiento resistivo – son soluciones electrolíticas –). La magnitud de la impedancia de un sistema biológico varía con la frecuencia (al aumentar la frecuencia se observa un aumento de la conductividad y una disminución de la permitividad. Dichos mecanismos reflejan cambios estructurales en las membranas, lo que puede resultar de relevancia clínica ya que proveen información valiosa relativa a la composición o estructura del sistema biológico bajo estudio. Por tanto, el conocimiento de las propiedades eléctricas de los sistemas biológicos permite determinar el tipo de tejido, su estado fisiológico o, en la práctica clínica, evaluar el posible efecto de tratamientos terapéuticos. En conclusión, se identifica para cumplir este requisito el uso de las potencialidades de las técnicas de medida de bioimpedancia, bioelectricidad y movimiento.

A diferencia de los sistemas de “sensado” convencionales, en la presente invención preferiblemente se usan las técnicas de bioimpedancia para permitir la monitorización, en tiempo real, de variables fisiológicas de forma no invasiva y sin necesidad de contar con conocimientos especializados (es decir, sin la necesidad de tener médicos, enfermeros o paramédicos en el lugar). Ciertamente, a través de la teoría de circuitos es posible proponer esquemas eléctricos que representen las propiedades eléctricas medidas y/o cambios fisiológicos en un sistema biológico, de forma rápida y precisa. En el contexto del método y del sistema de la presente invención, dichas técnicas son capaces de medir parámetros fisiológicos críticos (relativos a la anatomía, fisiología y patología de la víctima), tales como la saturación de oxígeno en sangre (por medios de espectroscopía de impedancia, EIS), el estado de la circulación (por medios de pletismografía de impedancia, IPG) o niveles de toxicidad y temperatura corporal (por medios de impedancia bioeléctrica, BIA). Incluso, la reconstrucción de imágenes médicas basadas en las propiedades eléctricas de sistemas biológicos, por medios de tomografía de impedancia eléctrica (EIT), resultaría de utilidad en la visualización anatómica, actividad fisiológica y diagnóstico.

*Monitorización de parámetros relacionados el ritmo cardíaco.*

Las medidas de bioimpedancia también permiten monitorizar el ritmo cardíaco, siendo una variable de especial interés en casos de extrema gravedad. Esta técnica, denominada bioimpedancia cardiográfica (ICG) o pletismografía de impedancia eléctrica transtorácica, se fundamenta en calcular los cambios del volumen sanguíneo de la región transtorácica (impedancia transtorácica). En el cuerpo humano, la impedancia corporal se modifica debido a variaciones en la circulación sanguínea, a su vez inducidas por alteraciones en el ritmo cardíaco. De hecho, la impedancia transtorácica está influenciada por las respiraciones, la circulación y el volumen sanguíneo en la región transtorácica. Por lo tanto, analizando el valor de la impedancia transtorácica, se puede evaluar la salud o estado del corazón a lo largo de un número de parámetros dinámicos en el contexto de los métodos y sistemas de triaje.

Por último, el uso de sensores de movimiento permite monitorizar el ritmo de respiración o el desencadenamiento de convulsiones. Para el filtrado de la señal de ECG se necesitaría un preprocesado de la señal para eliminar la línea base, artefactos de movimiento y la red eléctrica (en el caso de que algún dispositivo se conectará mediante este modo) mediante un filtrado morfológico de Baseline y un filtrado (Filt o FLIR). Para la detección de complejos QRS, existen los algoritmos de Holsinger Modificado, así como de Pan y Tompkins para la detección en tiempo real. Por último, para la extracción de características se usa la técnica de Análisis de Componentes Independientes (PCA) para definir las características del modelo para el posterior uso de algoritmos de Inteligencia Artificial. La PCA no se puede hacer en tiempo real a priori, pero sí se puede realizar de datos ya registrados para alimentar el sistema de aprendizaje automático y que el sistema detecte o consulte esos componentes directamente.

*Monitorización de la respiración y convulsiones mediante técnicas de monitorización del movimiento:*

El uso de acelerometría permite monitorizar el ritmo de respiración o el desencadenamiento de convulsiones. Se ha demostrado que acelerómetros emplazados en el torso permiten medir la inclinación y los cambios angulares durante la respiración, estimando la frecuencia respiratoria utilizando tecnologías de procesamiento de señal digital.

Dentro de este principio, se han publicado varios métodos para la estimación de la respiración utilizando diversas configuraciones y métodos de procesamiento de señal: acelerómetros biaxiales o métodos híbridos de análisis de componentes principales para estimar la frecuencia respiratoria durante posiciones estáticas. Por otra parte, estudios multicéntricos

han demostrado la capacidad de la acelerometría para detectar convulsiones tónico-clónicas con una alta sensibilidad (90%) y una baja tasa de falsas alarmas.

Así, en la realización preferida del método y sistema de la presente invención donde cada parámetro fisiológico se selecciona del grupo que consiste en: parámetros fisiológicos determinados por medir la bioimpedancia, parámetros fisiológicos determinados por medir el ritmo cardíaco, y parámetros fisiológicos determinados por medir movimientos, preferiblemente se mide:

- la bioimpedancia por medios de espectroscopía de impedancia (EIS), pletismografía de impedancia (IPG) o impedancia bioeléctrica (BIA);
- el ritmo cardíaco por medios de bioimpedancia cardiográfica (ICG) o pletismografía de impedancia eléctrica transtorácica (impedancia transtorácica).

Es más, en la realización más preferida del método y sistema de la presente invención donde los parámetros fisiológicos se seleccionan del grupo que consiste en: la saturación de oxígeno en la sangre de la víctima, el estado del sistema circulatorio de la víctima, el nivel de gasometría arterial y venosa de la víctima, la temperatura corporal de la víctima, el ritmo cardíaco de la víctima, el ritmo respiratorio de la víctima, la sudoración de la víctima y el desencadenamiento de convulsiones de la víctima, preferiblemente se mide:

- la saturación de oxígeno en la sangre de la víctima por medios de espectroscopía de impedancia (EIS);
- el estado del sistema circulatorio de la víctima por medios de pletismografía de impedancia (IPG);
- el nivel de gasometría arterial y venosa de la víctima, la temperatura corporal de la víctima, además la sudoración de la víctima, por medios de impedancia bioeléctrica (BIA);
- el ritmo cardíaco por medios de bioimpedancia cardiográfica (ICG) o pletismografía de impedancia eléctrica transtorácica (impedancia transtorácica);
- el ritmo respiratorio de la víctima, además el desencadenamiento de convulsiones de la víctima, por medios de acelerometría.

#### Geolocalización:

Cada DATi determina la geolocalización de la víctima a que está colocado en la zona de la emergencia. Información sobre la geolocalización de dicha víctima comprende las coordenadas geográficas (latitud, longitud) de la víctima, preferiblemente obtenidas mediante satélites y receptores GPS/GNSS, o las coordenadas de la triangulación de la víctima, preferiblemente obtenidas mediante un sistema de balizamiento que se puede montar en la

zona de la emergencia o catástrofe. Así, en una realización preferida del método y sistema de la presente invención, la geolocalización de cada víctima afectada por la emergencia o catástrofe, para quien se ha realizado el paso (a), se realiza mediante:

- un sistema de GPS/GNSS; y/o
- 5 - un sistema de balizamiento.

En el caso de que la emergencia o catástrofe sucede en el exterior (es decir, no dentro de un espacio confinado por paredes/techos) dicha información preferiblemente comprende coordenadas geográficas, y en el caso de que emergencia o catástrofe sucede en el interior dicha información preferiblemente comprende coordenadas de triangulación. Dicha  
10 información permite localizar la ubicación de cada víctima colocada con un DATi y, por lo tanto, crear rutas accesibles hacia dichas víctimas. Esta funcionalidad resulta muy útil en espacios de baja visibilidad. La localización de las víctimas permitirá conocer además su ubicación en la zona de emergencia o catástrofe respecto a posibles peligros ambientales (por ejemplo, fuego o humo), y así identificar la situación de las víctimas más vulnerables respecto  
15 a su entorno en el estado del triaje, bien por su estado fisiológico o por su condición auditiva, visual o motora.

En el caso de usar un sistema de balizamiento, las balizas se deben colocar en la zona de emergencia de manera que cada DATi y el DATc podía recibir señales de al menos dos  
20 balizas. Preferiblemente, se sitúan las balizas para que cada DATi o DATc está situada dentro de 20 metros, más preferiblemente 15 o 10 metros de al menos dos balizas. Preferiblemente, las balizas de localización se implementan con tecnologías inalámbricas como Bluetooth, LORAWAN o UWB (Ultra Wide Band). Dicha localización se podrá implementar de dos maneras:

- 25 - se hace un despliegue de balizas con alguna de las tecnologías inalámbricas que se menciona arriba; o
- a través de las balizas de los propios DATi, se utiliza el módulo de comunicación para medir la señal RSSI y que sirva para obtener una localización por aproximación. Cada uno de estos dispositivos tendrá un identificador único en la red

30

#### Parámetros ambientales:

El valor de un parámetro ambiental comprende información medida y actualizada en tiempo real sobre el entorno de la víctima en la zona de emergencia o catástrofe o incluso sobre el entorno de la zona de emergencia o catástrofe. Dichos parámetros ambientales son muy  
35 influyentes en el estado físico y mental de la víctima. En este sentido para la gestión de entornos inteligentes basados en el registro de parámetros ambientales, destacan como

medidas prioritarias la toxicidad del aire, temperatura o humedad. Preferiblemente cada parámetro ambiental se selecciona del grupo que consiste en: la toxicidad del aire, los agentes tóxicos nucleares, biológicos o químicos (NBQ), humo, temperatura ambiental, derivación de las unidades de atención sanitaria, y unidades de cuidados intensivos (UCI) disponibles (números, y su localización/proximidad). En una realización preferida del método y sistema de la presente invención, cada parámetro ambiental se selecciona del grupo que consiste en: la toxicidad del aire, la presencia de un agente tóxico nuclear, biológico o químico, la presencia de humo y la temperatura ambiental.

- 10 Parámetros ambientales y su gestión se suelen basar en IoT (Internet of Things). De hecho, existen dispositivos comerciales tales como Dräger X-am® 8000 para la adquisición/detección de gases tóxicos e inflamables, además de vapores y oxígeno. Estas soluciones no han sido definidas para triajes, pero resultan útiles por el envío de estos parámetros en operaciones de supervisión y control de la plataforma. Así, en la realización preferida del método y sistema de la presente invención donde cada parámetro ambiental se selecciona del grupo que consiste en: la toxicidad del aire, la presencia de un agente tóxico nuclear, biológico o químico (NBQ), la presencia de humo y la temperatura ambiental, preferiblemente se mide:
- la toxicidad del aire, la presencia de un agente tóxico nuclear, biológico o químico (NBQ), la presencia de humo por medios de un dispositivo comercial como Dräger X-am® 8000; y
  - la temperatura ambiental se mide por un termómetro.

En una realización preferible, los dispositivos DATi se colocan y activan en los pacientes de manera no invasiva mediante adhesivos o pulseras en las víctimas de la emergencia, así como en los propios equipos de intervención, en la muñeca o tronco. Preferiblemente, los dispositivos DATi se colocan en los pacientes a través de unos electrodos adhesivos superficiales (comprendidos en técnicas de medición de bioimpedancia, de medición del ritmo cardíaco, o de monitorización del movimiento) con la siguiente configuración. En uno de los extremos del brazo los electrodos se colocan como una pulsera emisora, en el pecho, y las partes distales de las cuatro extremidades se colocan sensores de movimiento basados en acelerometría y electrodos adhesivos superficiales para la monitorización de biopotenciales, saturación parcial de oxígeno, temperatura corporal y sudoración, y en el otro extremo del brazo, así como en las extremidades inferiores, 3 pegatinas electrodos que realizarán la adquisición de valores de movilidad muscular utilizando medidas de bioimpedancia. Dicha técnica permite aplicar metodologías relativas a su fundamento de aplicación como la pletismografía, cardiografía y tomografía, las cuales resultan de utilidad en la visualización

anat6mica, actividad fisiol6gica y diagn6stico. Esto permite detectar cambios, de forma no invasiva, de ox6geno, ritmo cardiaco o niveles de toxicidad.

5 Cada dispositivo DATi interactúa para enviar se±ales que codifican informaci3n al dispositivo DATc mientras est3 en la zona de la emergencia. Cuando los usuarios son trasladados, los DATi enviarán la informaci3n a un servidor de procesamiento en la nube con conectividad compatible con DATi. Este protocolo de comunicaci3n permite interactuar con la infraestructura y con los usuarios y gestores, de modo automatizado y transparente, para localizar, guiar y avisar de posibles alarmas y dar instrucciones precisas y adaptadas para actuar en las distintas situaciones de emergencia posibles. A trav3s de un mapa conceptual 10 permitir3 tener localizados a las v6ctimas de la emergencia, as3 como de los operadores de la intervenci3n. Su uso es universal y no discriminatorio, v3lido tambi3n para personas (v6ctimas) con diversidad funcional.

15 Adem3s, con el objetivo de facilitar la comunicaci3n y la posible falta de cobertura entre los dispositivos de los usuarios que se encuentren en un determinado edificio, el sistema permite que a trav3s de la aplicaci3n m3vil de los usuarios y la comunicaci3n inal3mbrica, ya sea de corto o largo alcance, de los mismos dispositivos de los usuarios se pueda utilizar, en el caso de que los usuarios lo tengan activado, para reenviar la informaci3n y la ruta de evacuaci3n 20 entre los usuarios del edificio, y que esta informaci3n pueda llegar al personal de seguridad y autoprotecci3n.

Dicho m3todo de la presente invenci3n tambi3n consta de una etapa (b) de activar dicho dispositivo de control central (DATc) en la zona de la emergencia o cat3strofe, donde dicho dispositivo de control central (DATc) comprende una base de datos y un m3dulo que recibe las se±ales enviadas por cada dispositivo personal (DATi) colocado y activado seg3n el paso (a), y almacenar, en tiempo real, dicho valor del par3metro fisiol6gico codificado por dicha se±al dentro de un conjunto de datos de dicha base de datos. Preferiblemente dicho DATc se activa dentro de un radio de Z m de al menos una de las v6ctimas (y por tanto, dicho DATc 30 se activa dentro de un radio de Z m de al menos un DATi), donde Z es un valor elegido entre 1 y 500 metros, m3s preferiblemente entre 1 y 200 m. As3, dicho sistema de la presente invenci3n tambi3n comprende medios para realizar la etapa (b).

Adem3s, dicho m3todo de la presente invenci3n consta de una etapa (c) de calcular y 35 actualizar en tiempo real, un valor V para dicha v6ctima, por parte de dicho dispositivo de control central (DATc), basado en un modelo de clasificaci3n multivariante generado de un

valor de al menos un parámetro fisiológico de dicha víctima almacenado en dicha base de datos, donde dicho modelo de clasificación multivariante es capaz de asignar cada víctima en uno de los siguientes grupos:

- Grupo R1: víctimas que necesitan reanimación;
- 5 - Grupo R2: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R3: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R4: víctimas que necesitan atención médica dentro de 2 a 4 horas a  
10 partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R5: víctimas que no necesitan atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe.

Así, dicho sistema de la presente invención también comprende medios para realizar la etapa (c).

15 Asimismo, dicho método de la presente invención consta de una etapa (d) de determinar, y actualizar en tiempo real, la especialidad médica requerida por dicha víctima por parte del dispositivo de control central (DATc) usando el valor V calculado mediante el modelo de clasificación multivariante del paso (c), donde la especialidad médica requerida por una  
20 víctima dada con un valor V viene dada cuando dicho valor V de la víctima cae dentro:

- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita reanimación, es aquella del grupo R1;
- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación  
25 multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R2;
- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R3;
- 30 - del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R4; y
- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que no necesita atención médica antes de  
35 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R5.

Así, dicho sistema de la presente invención también consta de medios para realizar la etapa (d).

5 En caso de no recibir datos de un DATi colocado y activado, la víctima en que dicho DATi está colocada se asume estar en un estado de urgencia vital, y así será clasificada como R1.

Así, dicho dispositivo de control central (DATc) comprende al menos:

- un módulo que recibe cada señal enviada en tiempo real por cada dispositivo personal (DATi) colocado y activado según el paso (a);
- 10 - una base de datos que almacena en tiempo real la información/el valor codificado por dicha señal,
- al menos un producto de programa informático para al menos:
  - (i) calcular y actualizar en tiempo real, un valor V para dicha víctima basado en un modelo de clasificación multivariante; y
  - 15 (ii) determinar, y actualizar en tiempo real, la especialidad médica requerida por dicha víctima usando dicho valor V.

En una realización preferida, el dispositivo automático para triaje (DATc) usado en el método y sistema de la presente invención comprende un medio de alimentación de energía, un medio de comunicación, un medio de control, un medio de señalización e identificación, un medio de adquisición (módulo que recibe las señales enviadas por cada DATi), y un medio de sistema de aprendizaje automático (que comprende dicha base de datos), además de dicho producto de programa informático que se menciona anteriormente (que adicionalmente controla el resto de los componentes del DATc), que se describen a continuación:

- a) un medio de alimentación de energía, que en situaciones normales provea al dispositivo de la energía necesaria para su funcionamiento y para la carga y mantenimiento de la alimentación alternativa, que proveería de energía al dispositivo en caso de caída de la red eléctrica y que respete la autonomía de funcionamiento para poder cumplir con la normativa de dispositivos o aparatos para situaciones de emergencia. En una realización preferente de la invención este sistema alternativo comprende de un sistema de almacenamiento de energía y su sistema de carga. Este sistema de almacenamiento consta de una o varias baterías. Cualquier tecnología de batería, incluyendo las de estado sólido o "thin film" y el almacenamiento de energía en supercondensadores o "ultracapacitors", es aplicable al dispositivo. En otra realización preferente puede disponerse de medios adicionales de carga del sistema de almacenamiento independientes de la red eléctrica, como placas solares, captadores de energía proveniente de la radiación electromagnética, del

movimiento, de la energía térmica o cualquier otro medio de los denominados de "energy harvesting".

b) un medio de comunicación mediante el cual el dispositivo DATc se comunica con los otros dispositivos similares (DATi y, en una realización preferida, al menos otro DATc) que forman la red del sistema, con los usuarios del lugar donde está desplegado, con los servicios de emergencia, seguridad y protección civil. En una realización preferida de la invención, el medio de comunicación puede ser medios de comunicación inalámbrica de corto y largo alcance como Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi, NFC, RFID, 3G, 4G, 5G, *etc*, medios de comunicación cableados dedicados o bien medios de comunicación por portadora a través de la propia red eléctrica. La comunicación del DATc con los usuarios (usuario final, gestor, unidades de seguridad o autoprotección y servicios de emergencias, seguridad y protección civil) puede realizarse a través de cualquier tipo de dispositivo o terminal móvil que tenga comunicaciones inalámbricas y cualquier sistema operativo, (smartphones, tablets, teléfonos, "gafas tecnológicas", "relojes con sistemas de comunicación inalámbrica", *etc.*) o con cualquier dispositivo dotado de medios de comunicación cableados dedicados, incluyendo medios de comunicación por portadora a través de la propia red eléctrica.

c) un medio de control encargado de gestionar los modos de funcionamiento o estados y la información suministrada en cada uno de esos modos, en función de las señales y comandos o instrucciones que recibe, y que de acuerdo con las realizaciones particulares de la invención puede ser un microcontrolador, un microprocesador, una FPGA, un DSP y/o ASIC. Los modos de funcionamiento posibles son los de situación normal, situación de emergencia y dispositivo fuera de servicio. En una realización preferente de la invención, la información suministrada se corresponde con la presencia o no de alimentación de la red eléctrica, del nivel de carga medida de la alimentación alternativa y del modo de funcionamiento de dispositivo fuera de servicio. Esta información se indicará tanto mediante señales luminosas incorporadas al dispositivo, tipo LED o similar, como mediante información enviada al sistema de monitorización y gestión, a través del medio de comunicación. Además, los dispositivos proveen información acerca de su disposición y localización, basada en el lugar en el que se encuentran (edificio), planta, coordenada geográfica (longitud, latitud) o de triangulación (X,Y,Z) relativa a su ubicación y modo de funcionamiento o estado (normal/emergencia/fuera de servicio).

d) un medio de señalización e identificación, enfocado por un lado al cumplimiento de la normativa vigente para dispositivos de uso en situaciones de emergencia y, por otro lado, enfocado a labores de mantenimiento y gestión del despliegue de dispositivos en el lugar. En una realización preferente de la invención, este medio comprende identificación de modo inalámbrico, y también, etiquetas de radiofrecuencia, tipo RFID y NFC, en cualquier de las

modalidades activas y pasivas, códigos de barras y códigos bidimensionales, tipo QR-Code, que permiten identificar y gestionar la funcionalidad de cada dispositivo. La información mediante señales luminosas proporcionada por el medio de control y descrita en el punto anterior se puede considerar también como señalización. La carcasa o envoltente asegurará la visibilidad del dispositivo en la oscuridad o en condiciones de baja luminosidad, mediante materiales fluorescentes o similares.

e) un medio de adquisición (módulo que recibe las señales enviadas por cada DATi) de los valores de los parámetros ambientales y fisiológicos recibidos por los DATis. En una realización preferente de la invención, este medio estará orientado a adquirir los parámetros que se mencionan anteriormente. La carcasa o envoltente del DATi asegurará la medición de estos parámetros. El sistema será escalable y configurable, con la posibilidad de incluir nuevos sensores que permitan medir otros parámetros que puedan resultar relevantes.

f) un medio de sistema de aprendizaje automático. El sistema de aprendizaje automático tendrá como base de conocimiento un dataset (conjunto largo de datos) de medidas de pacientes anotadas por un experto clínico, utilizando la base de datos existente de valores de parámetros fisiológicas y valores de todas aquellas variables relevantes para el diagnóstico en el triaje. En una realización preferida, los parámetros de entrada comprenden las patologías susceptibles de medir en los triajes: patologías cardíacas, respiratorias y de movilidad. Cada una de estas instancias serán evaluadas manualmente por un experto clínico anotando la fase del triaje en la que se encuentra. Este dataset (conjunto largo de datos) se construirá previamente al desarrollo del sistema de aprendizaje automático y servirá tanto para entrenar como para evaluar el modelo de aprendizaje. Además, dicho dataset servirá para evaluar objetivamente el rendimiento del sistema y poder depurar sus funciones. El dataset (conjunto largo de datos) además estará continuamente alimentado con nuevas instancias que aparezcan en el futuro y el modelo de aprendizaje refinado con el objetivo de obtener una mejora continua y un sistema cada vez más eficaz. Cuando el sistema de aprendizaje automático haya sido desarrollado, podrá analizar nuevas instancias de un paciente en un momento determinado y podrá clasificar en qué fase del triaje se encuentra.

El dispositivo DATi tiene el mismo diseño e implementación que el DATc pero no tiene incluido el medio de sistema de aprendizaje ni el módulo de control. En el medio de adquisición ambiental y fisiológica es donde se adquieren las señales relevantes y donde se trata esa información para ser enviada a los DATc. A continuación, se describe con mayor profundidad este medio:

a) Medio de adquisición de valores de parámetros fisiológicos y, en una realización preferida, valores de parámetros ambientales (incluyendo de las unidades de atención

sanitaria disponibles). En una realización preferida, los parámetros fisiológicos registrados de cada individuo son: electrocardiograma, movilidad de extremidades superiores, movilidad de extremidades inferiores, saturación de oxígeno y temperatura corporal, y los parámetros ambientales son: toxicidad del aire, agentes tóxicos derivados de NBQ, humo, temperatura ambiental, derivación de las unidades de atención sanitaria, UCI disponibles (número, 5 localización/proximidad).

Para el filtrado de la señal de ECG se usa un preprocesado de la señal para eliminar la línea base, artefactos de movimiento y la red eléctrica se podría hacer mediante un filtrado 10 morfológico de Baseline y un filtrado FiltFilt. Sin embargo, como no se dispone de toda la señal y se quiere que sea en tiempo real, se utiliza un filtro IIR que ofrece resultados aceptables para el contexto de esta patente con distorsiones de fase mínimas. Para la detección de complejos QRS se utilizan los algoritmos de Holsinger Modificado y de Pan y Tompkins para la detección en tiempo real. Para la extracción de características se usa la 15 técnica de Análisis de Componentes Independientes (PCA) para definir las características del modelo para el posterior uso de algoritmos de Inteligencia Artificial. La PCA no se puede hacer en tiempo real a priori, pero sí se puede realizar de datos ya registrados para alimentar el sistema de aprendizaje automático y que el sistema detecte o consulte esos componentes directamente.

20 Para el filtrado de la saturación de oxígeno se realiza un filtro paso bajo para eliminar el ruido que introduce el sensor.

Por último, todo dispositivo de evacuación y emergencia tiene que cumplir con unos requisitos 25 básicos de autonomía y señalización de carga. Por tanto, el dispositivo de nodo central (DATc) propuesto está alimentado desde la red eléctrica y con una alimentación alternativa que funcione en caso de caída de la red eléctrica, a semejanza de lo indicado en la normativa relacionada con el alumbrado de emergencia, Instrucción Técnica Complementaria de Baja Tensión 28 (ITC\_BT\_28) del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT, Real 30 Decreto 842/2002, de 2 de agosto).

Este sistema y sus dispositivos serán de ultra bajo consumo con gran capacidad de autonomía, mínimo 15 días.

35 En los pasos (c) y (d) del método de la presente invención, se realizan cálculos. En el paso (c), se calcula un valor  $V$  para la víctima usando un modelo de clasificación multivariante

generado de dicho valor de al menos un parámetro fisiológico de dicha víctima, almacenado en dicha base de datos. En una realización más preferida, dicho valor V generado por dicho modelo de clasificación multivariante es un valor normalizado.

5 Dicho modelo de clasificación multivariante es capaz de asignar una víctima en uno de los grupos R1 a R5, dependiendo del rango de valores dentro de que el valor V cae. En particular, dicho modelo de clasificación multivariante es capaz de asignar cada víctima a uno de los siguientes grupos:

- Grupo R1: víctimas que necesitan reanimación;
- 10 - Grupo R2: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R3: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R4: víctimas que necesitan atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la  
15 emergencia o catástrofe;
- Grupo R5: víctimas que no necesitan atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe.

Así, en el paso (d) se determina, y actualiza en tiempo real, la especialidad médica requerida por dicha víctima por parte del dispositivo de control central (DATc), usando el valor V  
20 calculado mediante el modelo de clasificación multivariante del paso (c), donde la especialidad médica requerida por una dada víctima dada, con un valor V viene dada cuando dicho valor V de la víctima cae dentro:

- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita reanimación, es aquella del grupo R1;
- 25 - del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R2;
- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas  
30 a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R3;
- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R4; y
- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación  
35 multivariante para una población de gente que no necesita atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R5.

Preferiblemente, dicho modelo de clasificación multivariante se genera de al menos dos valores, donde cada valor es un valor de un parámetro fisiológico de dicha víctima almacenado en dicha base de datos. Así, en una realización preferida del método y sistema de la presente invención, dicho modelo de clasificación multivariante se desarrolla al tener en cuenta distintas cohortes de población, según el sexo y la edad, por:

- 5
- (i) realizar paso (a) para cada persona de:
    - una población de gente que necesita reanimación;
    - una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe;
    - 10 - una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de una emergencia o catástrofe;
    - una población de gente que necesita atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de una emergencia o catástrofe; y
    - una población de gente que no necesita atención médica antes de 4
    - 15 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
  - (ii) calcular un modelo de clasificación multivariante de al menos dos valores, donde cada valor es un valor de un parámetro fisiológico de dicha víctima almacenado en dicha base de datos, y donde dicho modelo de clasificación multivariante asigna cada persona de una población dada a dicha población.

20

En otra realización preferida del método y sistema de la presente invención,

- (I) cada señal enviada por dicho módulo al dispositivo de control central (DATc), en tiempo real en el paso (a) y guardado en dicha base de datos, codifica:
  - un valor de un parámetro fisiológico;
  - 25 - información sobre la geolocalización de dicha víctima; o
  - un valor de un parámetro ambiental;
- (II) el dispositivo de control central, en tiempo real en el paso (b), almacena:
  - dicho valor del parámetro fisiológico codificado por dicha señal;
  - dicha información sobre la geolocalización codificada por dicha señal; o
  - 30 - dicho valor de un parámetro ambiental codificado por dicha señal;
- (III) el modelo de clasificación multivariante asigna una víctima a una población dada de víctimas según los parámetros ambientales y/o fisiológicos almacenados en dicha base de datos. En tales circunstancias, dicho modelo de clasificación multivariante se genera de al menos dos valores, donde cada valor es o un valor de un parámetro fisiológico o un valor de
- 35 un parámetro ambiental de dicha víctima almacenado en dicha base de datos. Así, en una realización más preferida del método y sistema de la presente invención, dicho modelo de

clasificación multivariante se desarrolla al tener en cuenta distintas cohortes de población según el sexo y la edad por:

- (i) realizar paso (a) para cada persona de:
- una población de gente que necesita reanimación;
  - 5 - una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe;
  - una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de una emergencia o catástrofe;
  - 10 - una población de gente que necesita atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de una emergencia o catástrofe; y
  - una población de gente que no necesita atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
- (ii) calcular un modelo de clasificación multivariante de al menos dos valores donde cada valor es o un valor de un parámetro fisiológico o un valor de un parámetro ambiental de dicha víctima almacenado en dicha base de datos, y donde dicho modelo de clasificación multivariante asigna cada persona de una población dada a dicha población.
- 15

Importante es que cada parámetro (por ejemplo, fisiológico y/o ambiental) cuyo valor se obtiene en el paso (a) para enviar codificado en una señal al DATc, es lo mismo usado en el paso (c) para calcular el valor (V). En una realización especialmente preferida, cada parámetro cuyo valor se obtiene en el paso (a) para una víctima dada también es un parámetro cuyo valor se obtiene para todas las víctimas de la misma emergencia o catástrofe. Así, si se usa el valor del parámetro de ritmo cardiaco para calcular el valor (V) en el paso (c) para una víctima dada, sería especialmente preferida que el valor (V) de todas las víctimas de la misma emergencia o catástrofe también se calcula usando el valor del parámetro de ritmo cardiaco particular a cada víctima.

20

25

En una realización preferida del método de la presente invención, dicho método adicionalmente es para (es decir, permite) la asignación, al centro sanitario, de dichas víctimas afectadas por la emergencia o catástrofe, donde:

30

- (A) cada señal enviada por dicho módulo al dispositivo de control central (DATc) en tiempo real en el paso (a), codifica:
- un valor de un parámetro fisiológico; o
  - 35 - información sobre la geolocalización de dicha víctima;
- (B) el dispositivo de control central, en tiempo real en el paso (b), almacena,

- dicho valor del parámetro fisiológico codificado por dicha señal; o
- dicha información sobre la geolocalización codificada por dicha señal,

dentro de dicho conjunto de datos de dicha base de datos,

para lo cual dicho método adicionalmente comprende las siguientes etapas:

5 (e) actualizar, en tiempo real, la ocupación en urgencias según la especialidad médica de cada centro sanitario dentro de un radio de X km desde la zona de la emergencia o catástrofe, donde X es un número entre 0,5 y 1000 y donde el área geográfica de cobertura de cada centro sanitario capaz de tratar de una especialidad médica dada se determina, para un instante de tiempo dado, por un diagrama de Voronoi, según la franja horaria de dicha zona de la emergencia o catástrofe usando la distancia Euclídea, donde para cada víctima afectada por la emergencia o catástrofe para quien se ha realizado el paso (a), se realiza el siguiente paso:

10 (f) determinar, por parte del dispositivo de control central, la geolocalización de dicha víctima basada en la información sobre su geolocalización, y asignarle el centro sanitario registrado en la base de datos que es capaz de tratar la especialidad médica determinada como requerida por dicha víctima en el paso (d), donde dicho centro sanitario es aquél que tiene un área geográfica de cobertura en cuyo interior cae la geolocalización de dicha víctima, en el instante de tiempo de asignar dicha víctima a un centro sanitario.

20 En una realización más preferida del método de la presente invención para la asignación al centro sanitario de las víctimas afectadas por la emergencia o catástrofe, la asignación de cada víctima, para quien se ha realizado el paso (d), al centro sanitario más cercano se establece mediante la resolución de un modelo de programación matemática multicriterio, basado en al menos los siguientes criterios:

25 - Distancia al centro hospitalario;

- Área de especialización;

- Ocupación de la urgencia; y

- La especialidad médica requerida por dicha víctima, determinada en el paso

30 (d).

En una realización aún más preferida del método de la presente invención para la asignación al centro sanitario de las víctimas afectadas por la emergencia o catástrofe, dicho método adicionalmente es para trasladar cada víctima al centro sanitario al que estaba asignada en el paso (f), donde la ruta usada para sacar dicha víctima de dicha zona de la emergencia o catástrofe se establece mediante un algoritmo de triangulación que permitirá determinar la

ubicación relativa con respecto al DATc, donde se emplearán medias de intensidad de las señales de las balizas próximas a las balizas empleadas para la triangulación entre las DATi y DATc. En una realización mucha más preferida, la generación de la ruta de salida (18) de cada víctima se realiza aplicando un algoritmo Dijkstra y medias de intensidad utilizando filtros  
5 MA (Moving Average).

En una realización del método de la presente invención para la asignación al centro sanitario de las víctimas afectadas por la emergencia o catástrofe, X es un número entre 1 y 100. Preferiblemente, X es un número entre 1 y 50, más preferiblemente un número entre 0,5 y 35.  
10

En una realización del sistema de la presente invención, los medios para llevar a cabo las etapas del método de la presente invención [por ejemplo, determinar un valor de un parámetro fisiológico en el paso (a), o calcular y actualizar, en tiempo real, un valor V para dicha víctima basado en un modelo de clasificación multivariante en el paso (c)], comprenden al menos un  
15 producto de programa informático. Es decir, en una realización del sistema de la presente invención, los DATi comprenden al menos un producto de programa informático. De forma análoga, en una realización de cada uno de los sistemas de la presente invención, los DATc comprenden al menos un producto de programa informático.

20 En la presente invención, un producto de programa informático puede incluir un medio de almacenamiento legible por ordenador (o medios) que tiene instrucciones de programa legibles por ordenador para hacer que un procesador lleve a cabo aspectos de la presente invención.

25 El medio de almacenamiento legible por ordenador puede ser un dispositivo físico que puede retener y almacenar instrucciones para su uso por un dispositivo de ejecución de instrucciones. El medio de almacenamiento legible por ordenador puede incluir, entre otros, un dispositivo de almacenamiento electrónico, un dispositivo de almacenamiento magnético, un dispositivo de almacenamiento óptico, un dispositivo de almacenamiento electromagnético,  
30 un dispositivo de almacenamiento de semiconductores o cualquier combinación adecuada de los anteriores. Una lista no exhaustiva de ejemplos más específicos del medio de almacenamiento legible por computadora incluye lo siguiente: un disquete de computadora portátil, un disco duro, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una lectura programable y borrable. solo memoria (EPROM o memoria Flash), una  
35 memoria estática de acceso aleatorio (SRAM), un disco compacto portátil de memoria de solo lectura (CD-ROM), un disco versátil digital (DVD), una tarjeta de memoria, un disquete, un

dispositivo codificado tal como tarjetas perforadas o estructuras en relieve en una ranura que tiene instrucciones grabadas en el mismo, y cualquier combinación adecuada de los anteriores.

5 Las instrucciones del programa legible por computadora descritas en este documento se pueden descargar a los respectivos dispositivos informáticos o de procesamiento desde un medio de almacenamiento legible por computadora o a una computadora externa o dispositivo de almacenamiento externo a través de una red, por ejemplo, Internet, una red de área local (LAN), una red de área amplia (WAN) y/o una red inalámbrica. La red puede comprender  
10 cables de transmisión de cobre, fibras de transmisión óptica, transmisión inalámbrica, enrutadores, cortafuegos, conmutadores, ordenadores de puerta de enlace y/o servidores de borde. Una tarjeta adaptadora de red o interfaz de red en cada dispositivo informático/de procesamiento recibe instrucciones de programa legibles por ordenador desde la red y envía las instrucciones de programa legibles por ordenador para su almacenamiento en un medio  
15 de almacenamiento legible por ordenador dentro del dispositivo informático/de procesamiento respectivo.

Las instrucciones del programa legibles por computadora para llevar a cabo las operaciones o etapas del método de la presente invención pueden ser instrucciones de ensamblador,  
20 instrucciones de arquitectura de conjunto de instrucciones (ISA), instrucciones de máquina, instrucciones dependientes de la máquina, microcódigo, instrucciones de firmware, datos de configuración de estado o código fuente u objeto. código escrito en cualquier combinación de uno o más lenguajes de programación, incluido un lenguaje de programación orientado a objetos como Smalltalk, C ++ o similares, y lenguajes de programación procedimentales  
25 convencionales, como el lenguaje de programación "C" o lenguajes de programación similares. Las instrucciones del programa legibles por computadora pueden ejecutarse completamente en el DATi y/o el DATc, como un paquete de software independiente, en parte en el DATi y/o el DATc y en parte en una computadora o servidor remoto, o completamente en un computadora o servidor remoto. En el último escenario, la computadora o servidor  
30 remoto puede estar conectada al DATi y/o DATc a través de cualquier tipo de red, incluida una red de área local (LAN) o una red de área amplia (WAN), o la conexión puede realizarse a una computadora externa (por ejemplo, a través de Internet utilizando un proveedor de servicios de Internet). En algunas realizaciones, los circuitos electrónicos que incluyen, por ejemplo, circuitos lógicos programables, matrices de puertas programables en campo (FPGA)  
35 o matrices lógicas programables (PLA) pueden ejecutar las instrucciones del programa legibles por computadora utilizando información de estado de las instrucciones del programa

legibles por computadora para personalizar los circuitos electrónicos, con el fin de realizar aspectos de la presente invención.

Los aspectos de la presente invención se describen en este documento con referencia a 5 ilustraciones de diagrama de flujo (**Fig. 1**) y/o diagramas de bloques (**Fig. 4, 5**) de métodos o sistemas de acuerdo con realizaciones y/o etapas de la invención. Se entenderá que cada bloque cuadrado o en forma de diamante de las ilustraciones del diagrama de flujo y/o 10 diagramas de bloques, y combinaciones de bloques en las ilustraciones del diagrama de flujo y/o diagramas de bloques, puede implementarse mediante técnicas de medición de parámetros fisiológicos, técnicas de geolocalización, y/o técnicas de medición de parámetros ambientales, o instrucciones de programa legibles por computadora, o combinaciones. del mismo.

Estas instrucciones de programa legibles por computadora se pueden proporcionar a un 15 procesador de una computadora de propósito general, computadora de propósito especial u otro aparato de procesamiento de datos programable para producir una máquina, de modo que las instrucciones, que se ejecutan a través del procesador de la computadora u otros datos programables aparato de procesamiento, crear medios para implementar las funciones/actos especificados en el diagrama de flujo y/o bloque o bloques del diagrama de 20 bloques. Estas instrucciones de programa legibles por computadora también se pueden almacenar en un medio de almacenamiento legible por computadora que puede dirigir una computadora, una aplicación de procesamiento de datos programable

En la presente invención, el tiempo real se refiere a pasos de tiempo definidos por una 25 duración máxima. Preferiblemente, dicha duración máxima es de 60 segundos, más preferiblemente de 10 segundos, aún más preferiblemente de 1 segundo, mucho más preferiblemente de 0,1 segundo. Por ejemplo, si el tiempo real se refiera a pasos de tiempo definidos por una duración máxima de 10 segundos, cuando el módulo del DATi envía, en tiempo real, una señal que codifica un valor de un parámetro fisiológico de dicha víctima al 30 DATc, el máximo tiempo entre sucesivas emisiones (envíos) de dicha señal sería 10 segundos. Si, entre sucesivas emisiones de la señal, el valor de dicho parámetro fisiológico se haya cambiado (debido, por ejemplo, a un cambio en condición médica de la víctima), la información codificada en dicha señal se actualiza. Así, por enviar en tiempo real, al menos una señal, dicho DATi actualiza cada valor o la información que se envía codificado en cada 35 señal. Se toma nota que el tiempo real a que se refiere en cada paso consta de pasos de tiempo definidos por una duración máxima que es preferiblemente la misma para todos los

pasos de la presente invención. Sin embargo, dicha duración máxima (de, por ejemplo, el tiempo real del envío de la señal que codifica un valor o información) puede ser diferente de la duración máxima del paso de tiempo entre las actualizaciones de dicho valor o dicha información.

5

En el siguiente se describe de manera ilustrativa (con referencia a la Fig. 1 cuando relevante) el sistema y los pasos del método de la invención que se pueden poner en marcha cuando sucede una emergencia o catástrofe.

10 Una vez que se produce la situación de emergencia, el sistema pasa al funcionamiento en “emergencia”. En la activación pueden intervenir diferentes agentes, propios del lugar o agentes externos de seguridad, para que el sistema entre inmediatamente en modo de “emergencia”.

15 A la zona de emergencia o catástrofe, ámbito de uso de la invención, acudirán los equipos de primera intervención. Estos equipos se distribuirán entre las diferentes víctimas o personas afectadas por la emergencia o catástrofe, colocando los DATi (Fig. 1, punto 4) y si fuese necesario, el sistema de balizamiento (Fig. 1, punto 3). Este sistema empieza a monitorizar a los diferentes usuarios (víctimas y personas/equipos de primera intervención), así como sus  
20 puntos de localización (ubicación relativa al emplazamiento). El sistema de monitorización para los equipos de supervisión activa el sistema de guiado y emergencia accesible, formado por la red de dispositivos (Fig. 1, punto 15).

El sistema clasificador, denominado Sistema de Aprendizaje, toma las decisiones sobre el  
25 estado de cada víctima (bien sea propio del lugar de la emergencia o catástrofe, o un agente externo como una persona de un equipo de primera intervención) en base a parámetros fisiológicos y, opcionalmente, ambientales, y de las capacidades de atención sanitaria disponibles.

30 El DATc se encarga de centralizar la información recibida por los DATi en el emplazamiento de la emergencia. *In situ* a la emergencia, o una vez que las víctimas son trasladadas a los centros sanitarios pertinentes, éstos envían la información a través de las comunicaciones móviles (por ejemplo, de sus Smartphones) para que tengan el historial de evolución del usuario. De esta forma se establece una comunicación sin necesidades de instalar una  
35 infraestructura adicional.

Los parámetros que se registran en la base de datos se recogen, de manera ejemplificada, en la siguiente Tabla 1. Se describe en la parte inferior lo que significan los acrónimos. En la tabla se indican las referencias entre las sub-tablas que existen para poder comunicar la información. Los parámetros NN se deberán completar de manera obligatoria, mientras que el resto se podrá completar *in situ* a la emergencia o catástrofe, mediante la presente invención o desde el centro sanitario.

**Tabla 1:** Ejemplos de parámetros que se registran en la base de datos

Baliza DATi	Parámetros fisiológicos	Parámetros ambientales	Información de la víctima	Centro sanitario	Atención
Referencia con la tabla Paciente	Referencia con la tabla Paciente		Referencia con la tabla Paciente, parámetro localización	Referencia con la tabla Atención	
Id_Baliza – PI	Id_Fisiológico - PI	Id_Ambiental : PI	Id_Paciente: PI	Id_Centro: PI	Id_paciente: PI
Código	Id_Paciente	Toxicidad	Id_Baliza: NN	Nombre	Centro
Fecha	Id_Baliza	NBQ	Edad	Localización	Especialización
Estado	Bioimpedancia	Humo	Sexo	Notas	Ocupación
Localización GPS	Circulación	Temperatura	Fecha: NN		Fecha: NN
	Arterial	Fecha: NN			
	Venoso				
	Temperatura				
	Ritmo cardíaco				
	Respiración				
	Sudoración				
	Convulsiones				
	Fecha: NN				

PI: Primary Key, NN: Parámetro No nulo.

5

A continuación, se describen ejemplos de la manera en la que, preferiblemente, se recogerán esos datos.

- Electrocardiograma, por ejemplo, mediante técnicas de bioimpedancia.

- Ritmo de respiración, por ejemplo, mediante acelerómetros puestos sobre el tronco.
- Movilidad de los segmentos corporales, por ejemplo, mediante acelerómetros puestos sobre la muñeca.
- Saturación de oxígeno, por ejemplo, mediante técnicas de bioimpedancia.
- 5 - Temperatura corporal, por ejemplo, mediante técnicas de bioimpedancia.
- Sudoración

Parámetros ambientales:

- Toxicidad del aire, por ejemplo, mediante sensores comerciales.
- Agentes tóxicos derivados de NBQ, por ejemplo, mediante sensores comerciales.
- 10 - Temperatura ambiental, por ejemplo, mediante sensores comerciales.

Infraestructuras de atención sanitaria:

- números de UCIs disponibles.
- Localización/proximidad de las UCIs.

15 Preferiblemente, el método y el sistema visualizan recomendaciones para etiquetar a las personas del emplazamiento, en particular víctimas de la emergencia y al propio equipo de primera intervención. Los DATi permiten ayudar a la identificación de la marca de triaje y envían información de cada persona de manera automática gracias al Sistema de Aprendizaje. En una realización, se incluye la técnica del algoritmo SHORT [*Emergencias*  
20 (2005) 17:169-175], que permite incluir información de observación directa. La manera de incorporarlo serían instrucciones al equipo que llega a atender la emergencia – en caso de que fuera no sanitario – de tal modo que a la vez que le pone la pulsera del DATi, le evalúa, por ejemplo, la consciencia, que introduce en la interfaz de la pulsera para mejorar la evaluación del estado del paciente. De este modo será el clínico, o el personal de seguridad  
25 de la intervención autorizado para ello, el que se apoye en esta información ofrecida por el sistema para identificar el estado de la fase del triaje. Por lo tanto, las diferentes fases de triaje que el sistema puede recomendar, y que tienen que validarse por un clínico, son:

- Fase 1: reanimación/urgencia vital

Para víctimas que necesitan reanimación (=Grupo R1)

30 Descripción: Condición de la salud extrema que amenaza la vida del paciente.

Tiempo de atención: Requiere intervención médica inmediata.

- Fase 2: emergencia

Para víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe (=Grupo R2)

35 Descripción: Situación de alto riesgo que representa potencial amenaza del estado de salud.

Tiempo de atención: Debe recibir una atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe.

- Fase 3: urgencia

5 Para víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe (=Grupo R3)

Descripción: Condición aguda, no amenazante de la vida. Requiere consulta médica no inmediata.

Tiempo de atención: Debe recibir una atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe.

- 10 - Fase 4: urgencia menor

Para víctimas que necesitan atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe (=Grupo R4)

Descripción: Condición de salud que puede ser aguda, pero no compromete al estado general del paciente y no representa un riesgo evidente.

15 Tiempo de atención: Debe recibir una atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe.

- Fase 5: no urgente

Para víctimas que no necesitan atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe (=Grupo R5)

20 Descripción: Condición clínica relacionada con problemas agudos o crónicos sin evidencia de deterioro que comprometa el estado general del paciente. No representa un riesgo evidente para la vida.

Tiempo de atención: Cita para consulta externa.

25 El sistema se completa con un sistema de monitorización remota que permite el seguimiento, actualización de la información contenida en las balizas y control, tanto en situaciones normales como en situaciones de emergencias. El sistema consta de un clasificador para identificar el estado de cada víctima en función de la información registrada por el DATi que sigue el protocolo y normativa de triaje:

- 30 - Fase 1 (reanimación/urgencia vital): rojo.
- Fase 2 (emergencia): naranja.
- Fase 3 (urgencia): amarillo.
- Fase 4 (urgencia menor): verde.
- Fase 5 (no urgente): azul

35

Además, el sistema informa al interfaz de usuario de primera intervención de los puntos geolocalizados de cada individuo (víctima y persona, como personal de primera intervención) mediante técnicas de visualización, preferiblemente en dispositivos inalámbricos tales como móviles o tablets, y mapas GIS. Estos puntos geolocalizados para una mayor rapidez se preferiblemente visualizarán con diferente código de colores, según los colores asignados a las Fases 1 a 5 de triaje, arriba, de manera que el personal de intervención es guiado por el sistema hacia el lugar de cada víctima según su fase de triaje, por la ruta de disponible más cercana. Cada DATi determina la localización de la víctima a que está colocado en la zona de la emergencia. Además, permite acceder a la información del resultado del Sistema de Aprendizaje en tiempo real junto con la información del Sistema de Adquisición para facilitar su trabajo, sin problemas de comunicaciones orales, de lenguaje, *etc.* con el individuo geolocalizado en la zona de emergencia. Es decir, si ponemos el ejemplo de un ciudadano que no habla el idioma del agente de intervención, por motivos de comprensión cognitivos o que por la propia situación física no se pueda comunicar.

Por lo tanto, una vez localizado el usuario (Fig. 1, punto 16), se notifica al personal de primera intervención el tipo de etiqueta de triaje sugerida y toda la información de interés relativa a dicha situación junto con la ruta de evacuación/transporte del individuo (Fig. 1, punto 19). Esta notificación preferiblemente se realiza a través de su dispositivo móvil, que recibirá e interpretará la información de modo adecuado, mediante una aplicación móvil, o bien, si el dispositivo inalámbrico del usuario no dispone de esa aplicación móvil el sistema enviará un paquete de información completo para interpretar y notificar al usuario, y si fuera necesario, instalar dicha aplicación.

En ese instante, además, se envía esa información a una “base de datos para emergencia” cifrada y respetando las normas de privacidad. Esa información podrá ser utilizada por entidades interesadas en este tipo de situaciones (servicios autoprotección, entidades de seguridad de los edificios en los que estén instaladas y servicios de emergencias, seguridad y protección civil) para poder monitorizar la posición de los usuarios en una situación de emergencia, y si fuera necesario, incrementar el personal de auxilio sabiendo la información en tiempo real de su localización.

A continuación, gracias a la información procesada por el servidor de monitorización, el sistema o el método envía a un dispositivo del personal de intervención las instrucciones de la ruta a la entidad clínica (centro sanitario) más cercano acorde al tipo de evaluación del triaje. En una realización específica, se ofrecen diferentes alternativas al centro sanitario más

cercano, pero el sistema o el método, respectivamente, tendrá conocimiento en todo momento de la ubicación del usuario (víctima) (Fig. 1, punto 23), mediante las técnicas de localización utilizadas en la misma acción del punto 16 de la Fig.1:

- En caso afirmativo, se actualiza la posición del punto de localización del usuario (Fig. 1, punto 23), y enviando también en paralelo su localización a la “base de datos para emergencia”.
- En caso contrario, se comprueba si el usuario desactivó su ubicación (Fig. 1, punto 27), en ese caso, se detiene el procedimiento (Fig. 1, punto 28). Si no la desactivó, es que se ha perdido, y por lo tanto hay que recalcular la nueva coordenada utilizando el mismo algoritmo de localización, y enviando de nuevo la información como en el punto 19 de la Fig. 1.

Por último, se comprueba si el usuario ha llegado al centro clínico o centros que el sistema ha recomendado, si el traslado a la entidad clínica pertinente se ha realizado, si ha sido a otro centro el sistema tendrá que notificarlo para que se conozca el estado y la ubicación de las víctimas en todo momento (Fig. 1, caja de decisión más baja):

- En caso afirmativo, se notificará al usuario y al personal de intervención que el proceso ha finalizado (Fig. 1, puntos 26 y 28) de traslado, y se quedaría inactivo el proceso de adquisición fisiológica utilizando técnicas de bioimpedancia, ya que el propio hospital seguirá sus propios protocolos.
- En caso negativo, se comprueba de nuevo si desactivó manualmente la localización (Fig. 1, punto 27), en ese caso, se detiene el procedimiento (Fig. 1, punto 28). Si no desactivo la ruta, es que se ha perdido, y por lo tanto hay que recalcular la posición utilizando el mismo algoritmo y enviando de nuevo la información como en el punto 19 de la Fig. 1.

Otro punto a señalar es que durante la intervención y traslado de usuarios (víctimas) se indicará en modo emergencia la localización o proximidad de unidades o centros clínicos que pueden atender al individuo que se está trasladando. Además, se realizará la categorización y etiquetado para el dataset, permitiendo obtener un corpus inexistente a día de hoy para modelos de clasificación en triajes.

## Ejemplos

Cuando se produce una emergencia o catástrofe, el primer equipo de asistencia sin conocimientos médicos debe en primer lugar, desplegar el sistema de la invención que

permita ejecutar un método para localizar, establecer una ruta de rescate y priorizar el desplazamiento de las víctimas a los centros médicos de atención idóneos para la atención de cada víctima, en función de la categorización que el sistema asigna a cada víctima en base a sus parámetros fisiológicos y gravedad de su localización.

5

Los primeros pasos del procedimiento de triaje de las víctimas en la zona donde se ha producido la emergencia o catástrofe siempre comprenden de la colocación y activación de dos elementos fundamentales: un dispositivo personal (DATi) en cada una de las víctimas, y un dispositivo automático de control central de triaje (DATc), mientras los últimos pasos siempre comprenden el procesamiento de los datos obtenidos por los DATi y enviados a dicho DATi. Sin embargo, dependiendo de si la emergencia o catástrofe sucede en un espacio abierto (exterior), sin zonas con muros o techos, o en un espacio confinado, con muros o techos (edificio u otro espacio interior), la geolocalización de las víctimas se puede realizar de manera diferente, como mostrado con los siguientes ejemplos.

15

### **Ejemplo 1: Emergencia o catástrofe producida en un espacio exterior**

Se simuló una emergencia (terremoto) en un espacio abierto, cuadrado y diáfano (exterior), sin zonas con muros o techos, donde:

- 20 - cada "víctima" de dicha emergencia era simulada por un maniquí, con un total de 50 víctimas;
- el personal de intervención enumeraron 5 personas físicas;
- los parámetros fisiológicos de cada víctima (maniquí), y los parámetros ambientales en la zona más próxima a cada víctima eran simulados, en particular por valores del ritmo
- 25 cardíaco y de movilidad de extremidades en el caso de parámetros fisiológicos simulados, y por valores de la temperatura ambiente y la toxicidad del aire en el caso de parámetros ambientales;
- cada centro sanitario (5 en total, dentro de un radio de 35 km de la emergencia) era simulado de manera virtual; y
- 30 - los datos sobre la geolocalización, área de especialización y ocupación de la urgencia de cada centro sanitario eran simulados.

El personal de intervención colocó los dispositivos de la presente intervención en cada víctima del siguiente modo. Por un lado, una parte del equipo colocó y activó en cada una de las

35 víctimas (que han sido identificadas visualmente o mediante la identificación de señales emitidas desde terminales que porten), un dispositivo personal (DATi, Fig. 5), de acuerdo con

el paso (a) del método de la presente invención, que adquirió parámetros fisiológicos, parámetros ambientales e información sobre la geolocalización de la misma. Por ser una emergencia en un espacio abierto (exterior), la geolocalización de cada víctima afectada por dicha emergencia pudiera haber sido realizado mediante o complementada por un sistema de GPS/GNSS. Sin embargo, para coherencia con el Ejemplo 2, dicha geolocalización se realizó con un sistema de balizas (BAL) (Fig. 2) para la localización mediante triangulación de las señales provenientes de los dispositivos personales (DATi) y el dispositivo central (DATc). En este ejemplo, dicho DATc (DAT principal) era situada <25 m de cada DATi y cada baliza.

Los dispositivos personales (DATi) que los servicios de emergencia colocaron en las víctimas, se “activaron” a través de un módulo de comunicaciones interno (aunque en caso de una emergencia o catástrofe no simulado, se activan nada más entrar en contacto con la piel de la víctima), y a través de dicho módulo de comunicaciones interno, se envían señales al dispositivo de control central (DATc), en tiempo real (actualizado cada 5 segundos). Pada una víctima dada, cada señal codificó la siguiente información:

- un valor de un parámetro fisiológico de dicha víctima, como se define arriba.
- información sobre la geolocalización de dicha víctima; o
- un valor de un parámetro ambiental, como se define arriba.

Toda esta información codificada de las víctimas se almacenó en datasets en la memoria de dispositivo de control central (DATc). Es decir, el DATc recogió dichas señales y, por tanto, dichos datos, y los centralizó.

El dispositivo de control central (DATc, Fig. 4) disponía de un medio propio de alimentación de energía, aislado de una red eléctrica en baja tensión existente en la zona, además de un sistema de almacenamiento basado en supercondensadores, que sirva de apoyo frente a fallos del medio propio de alimentación de energía. Además de lo anterior, el dispositivo DATc disponía de un medio de comunicación que permita conectarse inalámbricamente, con los DATi dentro de la zona de emergencia (y, en caso de una emergencia o catástrofe no simulado, con los integrantes de cualquier servicio de emergencia, seguridad, protección civil o servicios de atención médica), a través de un sistema de comunicación inalámbrica 4G que tenía cobertura en la zona donde la emergencia “sucedió”.

Tanto el dispositivo de control central (DATc) como los dispositivos personales (DATi) disponían de un medio de señalización para que estos dispositivos sean visibles cuando existan condiciones de baja luminosidad u oscuridad. Adicionalmente, ambos tipos de dispositivos, central (DATc) y personal (DATi), tenían un módulo de identificación en

proximidad mediante un módulo de comunicación inalámbrico, tipo RFID y NFC, en cualquiera de las modalidades activas y pasivas.

5 El dispositivo de control central (DATc) usado comprendía internamente un sistema electrónico, principalmente un microcontrolador, que integra una base de datos y un módulo de aprendizaje automático que ejecuta un programa informático y una base de datos. Una vez recibidos los primeros señales de al menos un DATi, dicho programa informático se encargó de realizar en tiempo real el control de los pasos (c) y (d) del método de triaje de esta invención, y fundamentalmente la ejecución de un modelo de clasificación multivariante para  
10 asignar para cada víctima, en tiempo real, un valor de su gravedad, V, en base a los parámetros fisiológicos y/o ambientales en el triaje y, en tiempo real, determinar y actualizar la especialidad médica requerida para cada víctima usando su valor V. La base de datos se encargó de almacenar toda la información y cálculos intermedios necesarios.

15 El programa informático clasificó cada víctima en uno de los siguientes grupos:

- Grupo R1: víctimas que necesitan reanimación;
- Grupo R2: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R3: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la  
20 emergencia o catástrofe;
- Grupo R4: víctimas que necesitan atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R5: víctimas que no necesitan atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe,

25 El programa informático también determinó, en tiempo real, la especialidad médica requerida por dicha víctima por parte del dispositivo de control central (DATc) usando el valor V calculado, donde la especialidad médica requerida por una víctima dada con un valor V que cae dentro:

- 30 - del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita reanimación, era aquella del grupo R1;
- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 hora a  
35 partir de la emergencia o catástrofe, era aquella del grupo R2;

- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe, era aquella del grupo R3;
- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, era aquella del grupo R4; y
- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que no necesita atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, era aquella del grupo R5.

10

Por último, en tiempo real, el dispositivo de control central (DATc) se encargará de asignar a cada víctima, el centro sanitario registrado en la base de datos del DATc, cuya distancia Euclídea a la víctima era más pequeña y contaba con un área de especialización y tenía disponibilidad de la urgencia (factores indicativos de tener técnicos para atender a ese tipo de víctima).

15

El dispositivo de control central (DATc) se encargó de representar, en tiempo real, en los dispositivos personales del equipo de emergencia, sanitario o no, un diagrama donde se establece la ruta a cada víctima y su ruta de evacuación, además se indique el grupo de prioridad en su atención y el centro sanitario al que debe trasladarse cada una de las víctimas de esa emergencia.

20

Una vez repetida la simulación (con cambios a los valores de los parámetros fisiológicos, los parámetros ambientales, y la información sobre la geolocalización de las víctimas, además con cambios al área de especialización y ocupación de la urgencia de cada centro sanitario), el módulo de aprendizaje automático de la unidad de control central (DATc), mediante los dataset en tiempo real recibidos durante la emergencia (dataset actual) y un dataset de emergencias anteriores (dataset histórico), permitía que el sistema de triaje se entrena y cada vez sea más eficaz asignar el valor de gravedad "V" a cada víctima, mejorando asimismo la rapidez y precisión de los triajes de las víctimas.

30

Y por último, el dispositivo control central (DATc), se encargó, a través de su módulo de comunicaciones, de enviar toda la información recogida de los DATi a un servidor remoto en la nube, que permitiría que varios DATc trabajen de forma coordinada y asimismo, que el dataset histórico de emergencia pueda ser usado en el proceso de aprendizaje y de ejecución de cualquier dispositivo control central (DATc) activo en ese momento..

35

**Ejemplo 2: Emergencia o catástrofe producida en un edificio u otro espacio interior**

Se simuló una emergencia (terremoto) en un espacio confinado y diáfano (edificio universitario), con muros y techos, de la misma manera que en el Ejemplo 1. Dicho espacio es un emplazamiento de 1 planta, espacio diáfano de 250 m<sup>2</sup> en total, donde:

- cada planta tendría una estructura como la representada en la Figura 3.
- el espacio está separado en dos alas: el ala derecha y el ala izquierda de 125 m<sup>2</sup> cada una, cada una con 2 salidas de emergencia respetando la normativa en términos de distancia y disponibilidad.
- la Figura 3 corresponde a un ejemplo de instalación de la presente invención, y dentro del emplazamiento y distribuido el DATi, representado en la Fig. 4, además, en el ala derecha de la planta del dispositivo DATc representado de la Fig. 5.

Sin embargo, por ser una emergencia en un espacio interior, la geolocalización de cada víctima (en este ejemplo, cada) afectada por dicha emergencia se realizó exclusivamente mediante un sistema de balizas (BAL) para la localización mediante triangulación de las señales provenientes de los dispositivos personales (DATi) y el dispositivo central (DATc). Además, el dispositivo control central (DATc) se alimentó a través de la conexión del módulo de alimentación a la red eléctrica de baja tensión del edificio o espacio cerrado.

Así, mientras que el personal de intervención colocó los dispositivos de la presente intervención en cada víctima, también instalaron las balizas en dicho edificio (ver Fig. 3) de manera que cada DATi y el DATc podía recibir señales de al menos dos balizas y así establecer la geolocalización de cada víctima.

Aunque posible en caso de una emergencia o catástrofe no simulado, la calidad de las comunicaciones entre el dispositivo de control central (DATc) con los servicios externos de emergencia, seguridad, protección civil o servicios de atención médica, se podría intentar mejorar a través de las redes cableadas del edificio o espacio cerrado.

**Ejemplo 3: Tiempo estimado de triaje automatizado con DATc y DATi**

A continuación, se muestra el cálculo relacionado con el tiempo invertido en evacuar una víctima del espacio interior definido en el Ejemplo 2, siguiendo la ruta de evacuación establecida en la misma para evacuación de dicha víctima.

Partiendo de lo anterior, se elaboró la siguiente fórmula con el objetivo de obtener el Tiempo de Evacuación (TE) y traslado de una víctima desde la zona de emergencia o catástrofe:

$$TE = TD + TA + TC + TDAT + TPE + TI \text{ (Ecuación 1)}$$

5

donde

- TD es el tiempo de detección de la alarma,
- TA es el tiempo de la puesta en marcha de la alarma,
- TC es el tiempo de confirmación,
- 10 - TDAT es el tiempo de clasificación para la fase de triaje en función de los datos procesados
- TPE es el tiempo propio de evacuación.
- TI es el tiempo de incertidumbre relacionado con parámetros de pérdida de víctimas o bloque de salidas,

15

Nota explicativa de estos parámetros:

Para TD se parte de la siguiente base, en una situación de emergencia o catástrofe la activación de modo manual (personal de seguridad no sanitario, que de modo visual deba  
20 identificar la situación) podría ser de unos 10 minutos. En cambio, podría ser de 1" o menos en el caso de que en el edificio disponga de una central de alarma automatizada (no usado al realizar este ejemplo).

La medida TA es subjetiva al tipo de edificio y mecanismo de seguridad del mismo, y se basará  
25 en el protocolo definido por los sistemas de autoprotección, en el ejemplo se ha definido como 15", aunque dicha alarma no se usó.

Con respecto a TC se considera un tiempo de retardo en la confirmación de 15".

30 La medida TDAT se calcula que sea automática en menos de 2.30". 2" de muestreo, 15" de procesamiento, 15" de envío de respuesta al interfaz del jefe de la intervención de la emergencia y envío simultáneo al personal con interfaces de visualización del recorrido del triaje.

35 Tanto TPE como TI, que se explican de modo particular en los siguientes párrafos, varían en función del perfil del usuario y del sistema de evacuación instalado.

2.1 Tiempo estimado sin el sistema de la presente invención:

2.1.1 En el caso de una víctima sin discapacidad y sin el sistema de la presente invención, teniendo en cuenta una alarma con central automatizada (el mejor de los casos), para el emplazamiento de ejemplo y usando la fórmula de la Ecuación (Ecuación 1), el valor TE era de:

- La velocidad recorrida en cualquier punto del emplazamiento de la Fig. 3 hacia otro punto que se estima de: un metro por segundo y un desplazamiento en vertical de 8 escaleras.
- Teniendo en cuenta esta velocidad, los metros que se deben recorrer desde el punto más alejado de la Fig. 3 hasta salir del edificio y con los valores  $TD=1'$ ,  $TA=15''$  y  $TC=15''$  explicados anteriormente, se ha hecho la siguiente estimación para TE partiendo de la Ecuación (Ecuación 1):

$$TE = 1' + 15'' + 15'' + 2,01'' + 2,30'' + TI \rightarrow TE = 5'36'' + TI$$

Sobre el valor TI (Tiempo de Incertidumbre), se tenía en cuenta que el valor TE puede ver alterado por TI si:

- El personal de intervención no conoce la instalación, si sufre algún tipo de crisis, o si existe algún impedimento físico durante el recorrido.
- Por ejemplo, contemplando que al menos una salida puede quedar bloqueada por el propio incidente, el usuario obligatoriamente deberá utilizar otra salida, aunque esto suponga un mayor recorrido de evacuación. Incluso, en el peor de los casos, puede que se haya dispuesto a acudir a la más próxima y que, por lo tanto, tenga que deshacer el camino sumando a este tiempo el camino a la otra salida de emergencia disponible.
- Esto significaría que tendría que tardar al menos el doble del camino estimado TPE, quedan  $TI = 2 * TPE$ . Así TE era calculado del siguiente modo:

$$\begin{aligned} TE &= 1' + 15'' + 15'' + TPE + TI, \\ TE &= 1' + 15'' + 15'' + 2,30'' + TPE + 2 * TPE, \\ TE &= 1' + 15'' + 15'' + 2,01'' + 2 * 2,01'' + 2,30'' \rightarrow TE = 9'63'' \end{aligned}$$

Por lo tanto, una víctima sin discapacidad tardaría unos 9'33'', más de la doble recomendada para salir del emplazamiento debido al TI, quedando, además, a expensas de la información

de megafonía o del personal de seguridad para conocer la salida de emergencia no bloqueada.

2.1.2 En el caso de una víctima con discapacidad (física, sensorial o cognitiva) y sin el sistema de la presente invención, teniendo en cuenta una alarma con central automatizada (el mejor de los casos), para el emplazamiento y usando la fórmula de la Ecuación (Ecuación 1), partiendo de la base de la no autonomía en sistemas ajenos a la presente invención, se identifica el valor TED como el valor TE para víctimas con discapacidad y será de:

$$10 \quad \text{TED} = \text{TE} + \text{Tiempo\_Dr} + \text{Tiempo\_Servicios\_Seguridad\_Externos}$$

donde:

- TED es el tiempo invertido para la evacuación de una víctima con discapacidad,
- TE es el tiempo de evacuación sin más atributos obtenido de la ecuación del ejemplo anterior (TE=7'33" en el peor de los casos),
- Tiempo\_dr es el tiempo invertido en el aviso sobre la localización del usuario con discapacidad (mínimo estimado 30"-1' desde el punto de la persona encargada de la información de la evacuación hasta el punto más alejado en el emplazamiento del ejemplo),
- Tempo\_servicios\_seguridad\_Externo es el tiempo que puede tardar en llegar los servicios de evacuación externos una persona que se encuentre con problemas de orientación, por su discapacidad o movilidad reducida, que no haya recibido la información en tiempo y forma. Se estima entre 5-20 minutos hasta llegar al usuario en cuestión.

25

El resultado, en el peor de los casos, por tanto era:

$$\text{TED} = 7'33" + 1' + 15' = 25' 33".$$

30

2.2 Tiempo estimado con el sistema de la presente invención:

Nota explicativa: el sistema de la presente invención puede programarse para programar la ruta de traslado de emergencia más cercana, en conexión con el sistema de detección.

Para este planteamiento utilizaremos las variables: TEG1 como el tiempo TE invertido con el presente sistema; mientras que TEG2 es el tiempo TE invertido con el presente sistema de localización y monitorización en triajes para víctimas con discapacidad.

35

2.2.1 En el caso de una víctima sin discapacidad y CON el sistema de la presente invención, teniendo en cuenta una alarma con central automatizada (el mejor de los casos), para el edificio EDIFICIO\_DII y usando la fórmula de la Ecuación (Ecuación 1), el valor TE era de:

5 
$$TEG1 = 1' + 15'' + 15'' + 2,01'', TEG = 3'36''$$

2.2.2 En el caso de una víctima CON discapacidad y CON el sistema de la presente invención, teniendo en cuenta una alarma con central automatizada (el mejor de los casos), para el edificio EDIFICIO\_DII y usando la fórmula de la Ecuación (Ecuación 1), el valor TE era de:

10

$$TEG2 = TEG1$$

En resumen, teniendo en cuenta el tiempo de monitorización y traslado de la Ecuación 1, analizando los valores obtenidos para TE, TED sin el sistema de la presente invención, se puede concluir que la presente invención permitiría, de un modo más autónomo y con una reducción de tiempo de un 84%, la evacuación y traslado a centros sanitarios, de todas las víctimas afectadas por situaciones de emergencia o catástrofe.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de triaje automatizado para atender a víctimas afectadas por una emergencia o catástrofe, caracterizado por constar de las siguientes etapas:
- 5
- (a) colocar y activar en al menos una víctima afectada por la emergencia o catástrofe, un dispositivo personal (DATi) que dispone de al menos un módulo que envía, en tiempo real, al menos una señal a un dispositivo de control central (DATc), donde cada señal codifica un valor de un parámetro fisiológico de dicha víctima,
- 10
- (b) activar dicho dispositivo de control central (DATc) en la zona de la emergencia o catástrofe, donde dicho dispositivo de control central (DATc) comprende una base de datos y un módulo que recibe las señales enviadas por cada dispositivo personal (DATi), colocado y activado según el paso (a), y almacenar, en tiempo real, dicho valor del parámetro fisiológico codificado por dicha señal dentro de un conjunto de datos de dicha base de datos,
- 15
- (c) calcular y actualizar en tiempo real, un valor V para dicha víctima por parte de dicho dispositivo de control central (DATc), basado en un modelo de clasificación multivariante generado de un valor de al menos un parámetro fisiológico de dicha víctima, cuantificado mediante una medición de la impedancia y/o mediante una monitorización del movimiento, en particular de la presencia de convulsiones, valor que es almacenado en dicha base de datos, donde dicho modelo de clasificación multivariante es capaz de asignar cada víctima a uno de los siguientes grupos:
- 20
- Grupo R1: víctimas que necesitan reanimación;
  - Grupo R2: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe;
  - Grupo R3: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
  - Grupo R4: víctimas que necesitan atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
  - Grupo R5: víctimas que no necesitan atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe,
- 25
- 30
- (d) determinar, y actualizar en tiempo real, la especialidad médica requerida por dicha víctima por parte del dispositivo de control central (DATc), usando el valor V calculado mediante el modelo de clasificación multivariante del paso (c),
- 35

donde la especialidad médica requerida por una víctima dada con un valor V viene dada cuando dicho valor V de la víctima cae dentro:

- 5 - del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita reanimación, es aquella del grupo R1;
- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R2;
- 10 - del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R3;
- del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R4; y
- 15 - del rango de valores de V calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que no necesita atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquella del grupo R5.

2. El método según la reivindicación 1, donde dicho método adicionalmente permite la asignación, al centro sanitario, de dichas víctimas afectadas por la emergencia o catástrofe, donde:

- 25 (A) cada señal enviada por dicho módulo al dispositivo de control central (DATc) en tiempo real en el paso (a), codifica:
  - un valor de un parámetro fisiológico; o
  - información sobre la geolocalización de dicha víctima;
- 30 (B) el dispositivo de control central, en tiempo real en el paso (b), almacena,
  - dicho valor del parámetro fisiológico codificado por dicha señal; o
  - dicha información sobre la geolocalización codificada por dicha señal, dentro de dicho conjunto de datos de dicha base de datos, para lo cual dicho método adicionalmente comprende las siguientes etapas:
- 35 (e) actualizar, en tiempo real, la ocupación en urgencias según la especialidad médica de cada centro sanitario dentro de un radio de X km desde la zona de la emergencia o catástrofe, donde X es un número entre 0,5 y 1000 y

donde el área geográfica de cobertura de cada centro sanitario capaz de tratar de una especialidad médica dada, se determina, para un instante de tiempo dado, por un diagrama de Voronoi, según la franja horaria de dicha zona de la emergencia o catástrofe, usando la distancia Euclídea, donde para cada víctima

5 afectada por la emergencia o catástrofe para quien se ha realizado el paso (a), se realiza el siguiente paso:

(f) determinar, por parte del dispositivo de control central, la geolocalización de dicha víctima basada en la información sobre su geolocalización, y asignarle el centro sanitario registrado en la base de datos que es capaz de tratar la

10 especialidad médica determinada como requerida por dicha víctima en el paso (d), donde dicho centro sanitario es aquél que tiene un área geográfica de cobertura en cuyo interior cae la geolocalización de dicha víctima, en el instante de tiempo de asignar dicha víctima a un centro sanitario.

15 3. El método según la reivindicación 2, donde la geolocalización de cada víctima afectada por la emergencia o catástrofe, para quien se ha realizado el paso (a), se realiza mediante:

- un sistema de GPS/GNSS; y/o
- un sistema de balizamiento.

20 4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el parámetro fisiológico se determina también por medir el ritmo cardiaco.

5. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde los parámetros

25 fisiológicos se seleccionan del grupo que consiste en: la saturación de oxígeno en la sangre de la víctima, el estado del sistema circulatorio de la víctima, el nivel de gasometría arterial y venosa de la víctima, la temperatura corporal de la víctima, el ritmo cardiaco de la víctima, el ritmo respiratorio de la víctima, la sudoración de la víctima y el desencadenamiento de convulsiones de la víctima.

30 6. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde dicho modelo de clasificación multivariante se desarrolla al tener en cuenta distintas cohortes de población según el sexo y la edad por:

(i) realizar el paso (a) para cada persona de:

- una población de gente que necesita reanimación;
  - una población de gente que necesita atención médica dentro de
- 35 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe;

- una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de una emergencia o catástrofe;
  - una población de gente que necesita atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de una emergencia o catástrofe; y
  - una población de gente que no necesita atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
- (ii) calcular un modelo de clasificación multivariante de al menos dos valores, donde cada valor es un valor de un parámetro fisiológico de dicha víctima almacenado en dicha base de datos, y donde dicho modelo de clasificación multivariante asigna cada persona de una población dada a dicha población.
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde:
- (I) cada señal enviada por dicho módulo al dispositivo de control central (DATc), en tiempo real en el paso (a) y guardada en dicha base de datos, codifica:
    - un valor de un parámetro fisiológico;
    - información sobre la geolocalización de dicha víctima; o
    - un valor de un parámetro ambiental;
  - (II) el dispositivo de control central, en tiempo real en el paso (b), almacena:
    - dicho valor del parámetro fisiológico codificado por dicha señal;
    - dicha información sobre la geolocalización codificada por dicha señal; o
    - dicho valor de un parámetro ambiental codificado por dicha señal;
  - (III) el modelo de clasificación multivariante asigna una víctima a una población dada de víctimas según los parámetros ambientales y/o fisiológicos almacenados en dicha base de datos.
8. El método según la reivindicación 7, donde dicho modelo de clasificación multivariante se desarrolla al tener en cuenta distintas cohortes de población según el sexo y la edad por:
- (i) realizar el paso (a) para cada persona de:
    - una población de gente que necesita reanimación;
    - una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe;
    - una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de una emergencia o catástrofe;

- una población de gente que necesita atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de una emergencia o catástrofe; y
- una población de gente que no necesita atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe;

5 (ii) calcular un modelo de clasificación multivariante de al menos dos valores donde cada valor es o un valor de un parámetro fisiológico o un valor de un parámetro ambiental de dicha víctima almacenado en dicha base de datos, y donde dicho modelo de clasificación multivariante asigna cada persona de una población dada a dicha población.

10

9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 7 y 8, donde cada parámetro ambiental se selecciona del grupo que consiste en: la toxicidad del aire, la presencia de un agente tóxico nuclear, biológico o químico, la presencia de humo y la temperatura ambiental.

15

10. El método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, donde la asignación de dicha víctima, para quien se ha realizado el paso (d), al centro sanitario más cercano se establece mediante la resolución de un modelo de programación matemática multicriterio, basado en al menos los siguientes criterios:

20

- Distancia al centro hospitalario;
- Área de especialización;
- Ocupación de la urgencia; y
- La especialidad médica requerida por dicha víctima, determinada en el paso (d).

25

11. El método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 10, que adicionalmente es un método para trasladar dicha víctima al centro sanitario al que estaba asignada en el paso (f), donde la ruta usada para sacar dicha víctima de dicha zona de la emergencia o catástrofe se establece mediante un algoritmo de triangulación que permitirá determinar la ubicación relativa con respecto al dispositivo de control central (DATc), donde se emplearán medias de intensidad de las señales de las balizas próximas a las balizas empleadas para la triangulación entre los dispositivos personales (DATi) y el dispositivo de control central (DATc).

30

12. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, donde X es un número entre 1 y 100.

35

13. Un sistema de triaje automatizado para atender a víctimas afectadas por una emergencia o catástrofe, caracterizado por constar de:

5 (a) medios para colocar y activar en al menos una víctima afectada por la emergencia o catástrofe, un dispositivo personal (DATi) que dispone de al menos un módulo que envía, en tiempo real, al menos una señal a un dispositivo de control central (DATc), donde cada señal codifica un valor de un parámetro fisiológico de dicha víctima,

10 (b) medios para activar dicho dispositivo de control central (DATc) en la zona de la emergencia o catástrofe, donde dicho dispositivo de control central (DATc) comprende una base de datos y un módulo que recibe las señales enviadas por cada dispositivo personal (DATi), colocado y activado según el paso (a), y almacenar, en tiempo real, dicho valor del parámetro fisiológico codificado por dicha señal dentro de un conjunto de datos de dicha base de datos,

15 (c) medios para calcular y actualizar en tiempo real, un valor V para dicha víctima por parte de dicho dispositivo de control central (DATc), basado en un modelo de clasificación multivariante generado de dicho valor de al menos un parámetro fisiológico de dicha víctima, cuantificado mediante una medición de la impedancia y/o mediante una monitorización del movimiento, en particular de la presencia de convulsiones, valor que es almacenado en dicha base de datos, donde dicho modelo de clasificación multivariante es capaz de asignar cada víctima a uno de los siguientes grupos:

- Grupo R1: víctimas que necesitan reanimación;
- Grupo R2: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe;
- 25 - Grupo R3: víctimas que necesitan atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R4: víctimas que necesitan atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe;
- Grupo R5: víctimas que no necesitan atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe,

30 (d) medios para determinar, y actualizar en tiempo real, la especialidad médica requerida por dicha víctima por parte del dispositivo de control central (DATc), usando el valor V calculado mediante el modelo de clasificación multivariante del paso (c), donde la especialidad médica requerida por una víctima dada con un valor V viene dada cuando dicho valor V de la víctima cae dentro:

35

- del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita reanimación, es aquélla del grupo R1;
- 5 - del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 hora a partir de la emergencia o catástrofe, es aquélla del grupo R2;
- 10 - del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 1 a 2 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquélla del grupo R3;
- del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que necesita atención médica dentro de 2 a 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquélla del grupo R4; y
- 15 - del rango de valores de  $V$  calculados mediante dicho modelo de clasificación multivariante para una población de gente que no necesita atención médica antes de 4 horas a partir de la emergencia o catástrofe, es aquélla del grupo R5.

20

14. El sistema según la reivindicación 13, donde dicho sistema adicionalmente permite la asignación al centro sanitario de dichas víctimas afectadas por la emergencia o catástrofe, donde:

- (A) cada señal enviada por dicho módulo al dispositivo de control central (DATc) en tiempo real en el paso (a), codifica:
  - un valor de un parámetro fisiológico; o
  - información sobre la geolocalización de dicha víctima;
- (B) el dispositivo de control central, en tiempo real en el paso (b), almacena,
  - dicho valor del parámetro fisiológico codificado por dicha señal; o
  - 30 - dicha información sobre la geolocalización codificada por dicha señal, dentro de dicho conjunto de datos de dicha base de datos, para lo cual dicho sistema adicionalmente comprende:
    - (e) medios para actualizar, en tiempo real, la ocupación en urgencias según la especialidad médica de cada centro sanitario dentro de un radio de  $X$  km desde la zona de la emergencia o catástrofe, donde  $X$  es un número entre 0,5 y 1000 y donde el área geográfica de cobertura de cada centro sanitario capaz de tratar de una especialidad médica dada se determina, para un instante de tiempo

35

dado, por un diagrama de Voronoi, según la franja horaria de dicha zona de la emergencia o catástrofe usando la distancia Euclídea, donde para cada víctima afectada por la emergencia o catástrofe para quien se ha realizado el paso (a), se usan:

5 (f) medios para determinar, por parte del dispositivo de control central (DATc), la geolocalización de dicha víctima basada en la información sobre su geolocalización, y asignarle el centro sanitario registrado en la base de datos que es capaz de tratar la especialidad médica determinada como requerida por dicha víctima en el paso (d), donde dicho centro sanitario es aquél que tiene un  
10 área geográfica de cobertura en cuyo interior cae la geolocalización de dicha víctima, en el instante de tiempo de asignar dicha víctima a un centro sanitario.

15. El sistema según las reivindicaciones 13 y 14, donde:

(i) los medios para  
15 - calcular y actualizar en tiempo real, un valor V para dicha víctima  
- determinar, y actualizar en tiempo real, la especialidad médica requerida por dicha víctima

comprenden al menos un producto de programa informático que incluye el uso de algoritmos de Inteligencia Artificial y de aprendizaje automático;

20 (ii) los medios para colocar y activar en al menos una víctima afectada por la emergencia o catástrofe, un dispositivo personal (DATi) comprenden:

- medios de medición de bioimpedancia, seleccionados, entre otros, del grupo que consiste en: espectrometría de impedancia (EIS), pletismografía de impedancia (IPG) y impedancia bioeléctrica (BIA);  
25

- medios de medición del ritmo cardiaco, seleccionados, entre otros, del grupo que consiste en: bioimpedancia cardiográfica (ICG) y pletismografía de impedancia eléctrica transtorácica (impedancia transtorácica); y/o

30 - medios de monitorización del movimiento, preferentemente incluyendo el uso de acelerómetros emplazados en el torso de las víctimas;

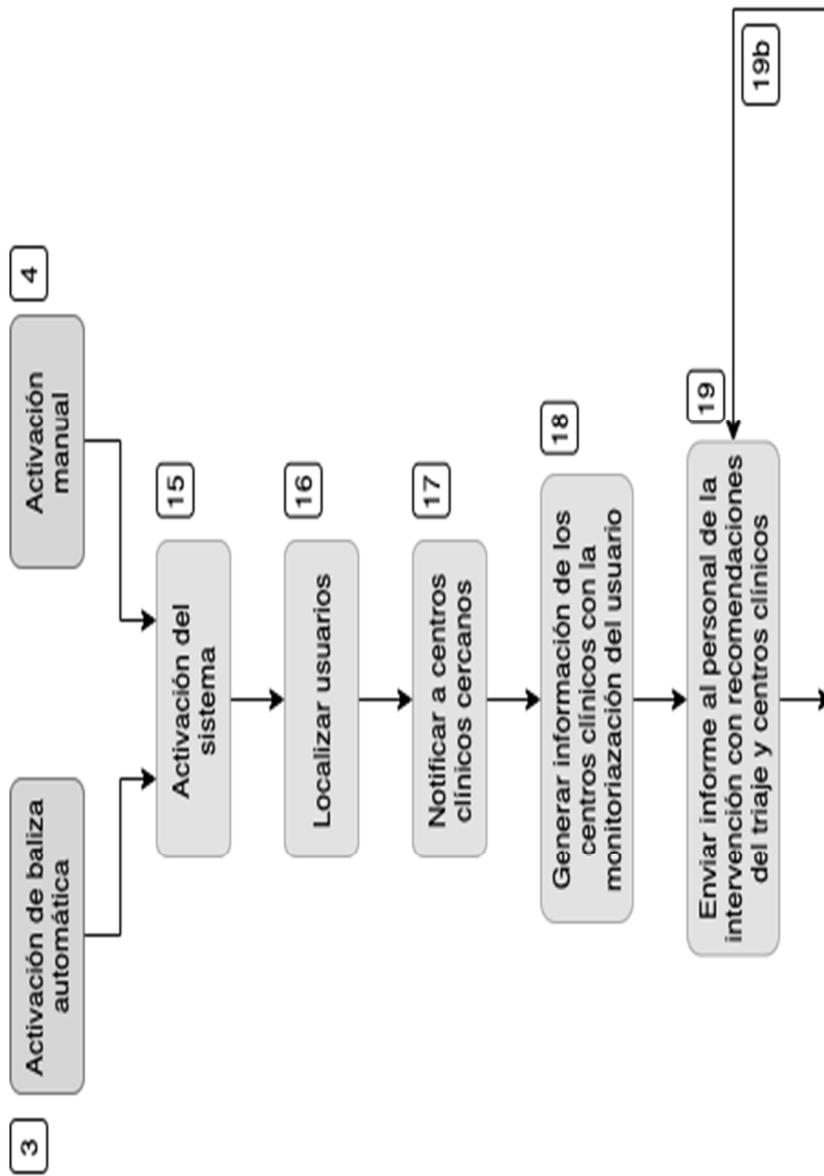
(iii) los medios para activar dicho dispositivo de control central (DATc) en la zona de la emergencia o catástrofe, y almacenar, en tiempo real, dicho valor del parámetro fisiológico codificado por dicha señal, comprenden:  
35

- un módulo que recibe cada señal;

- una base de datos que almacena en tiempo real el valor codificado por dicha señal.

Fig. 1

A.



a 22 (Fig. 1B)

Fig. 1 (cont.)

B.

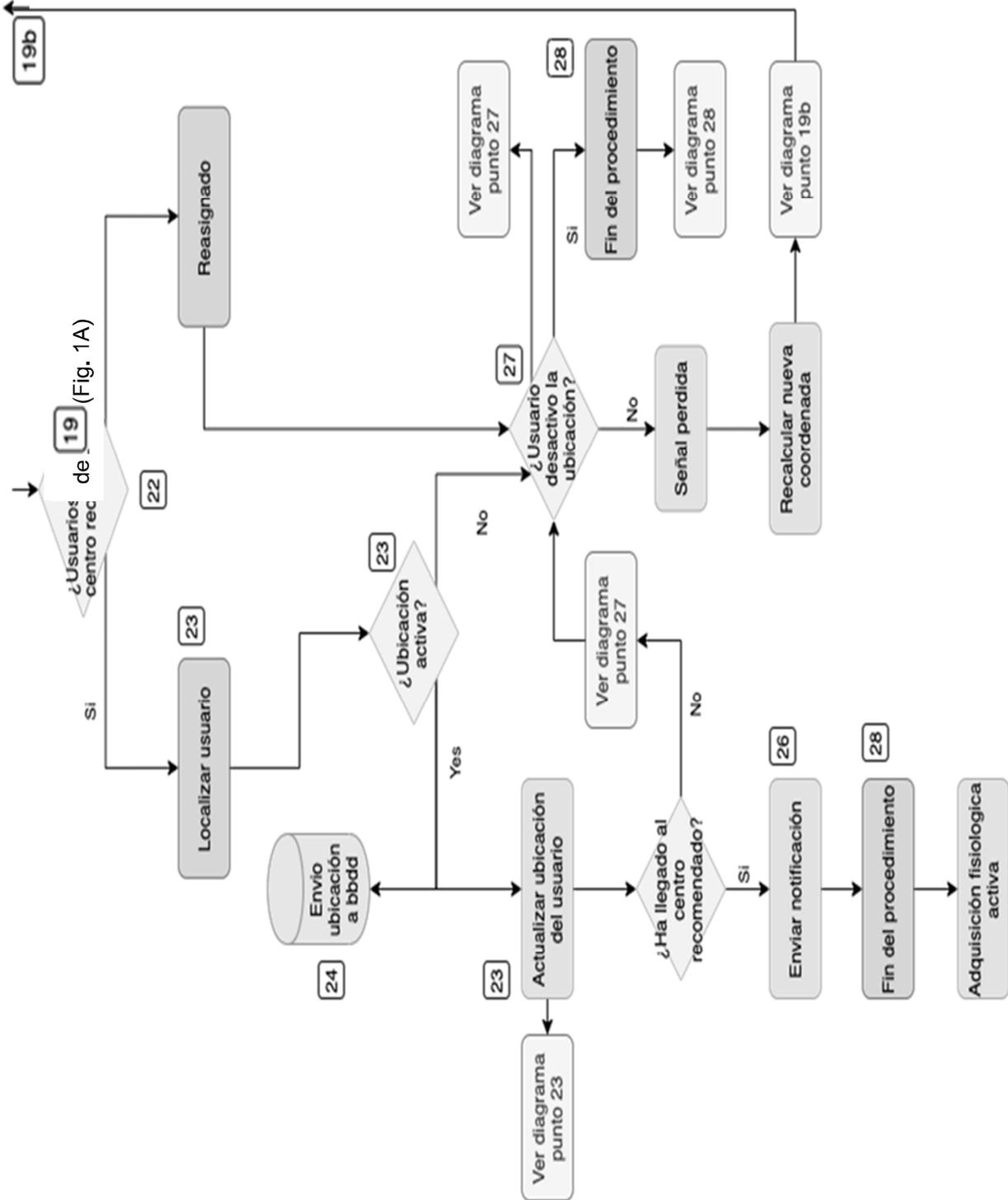


Fig. 2

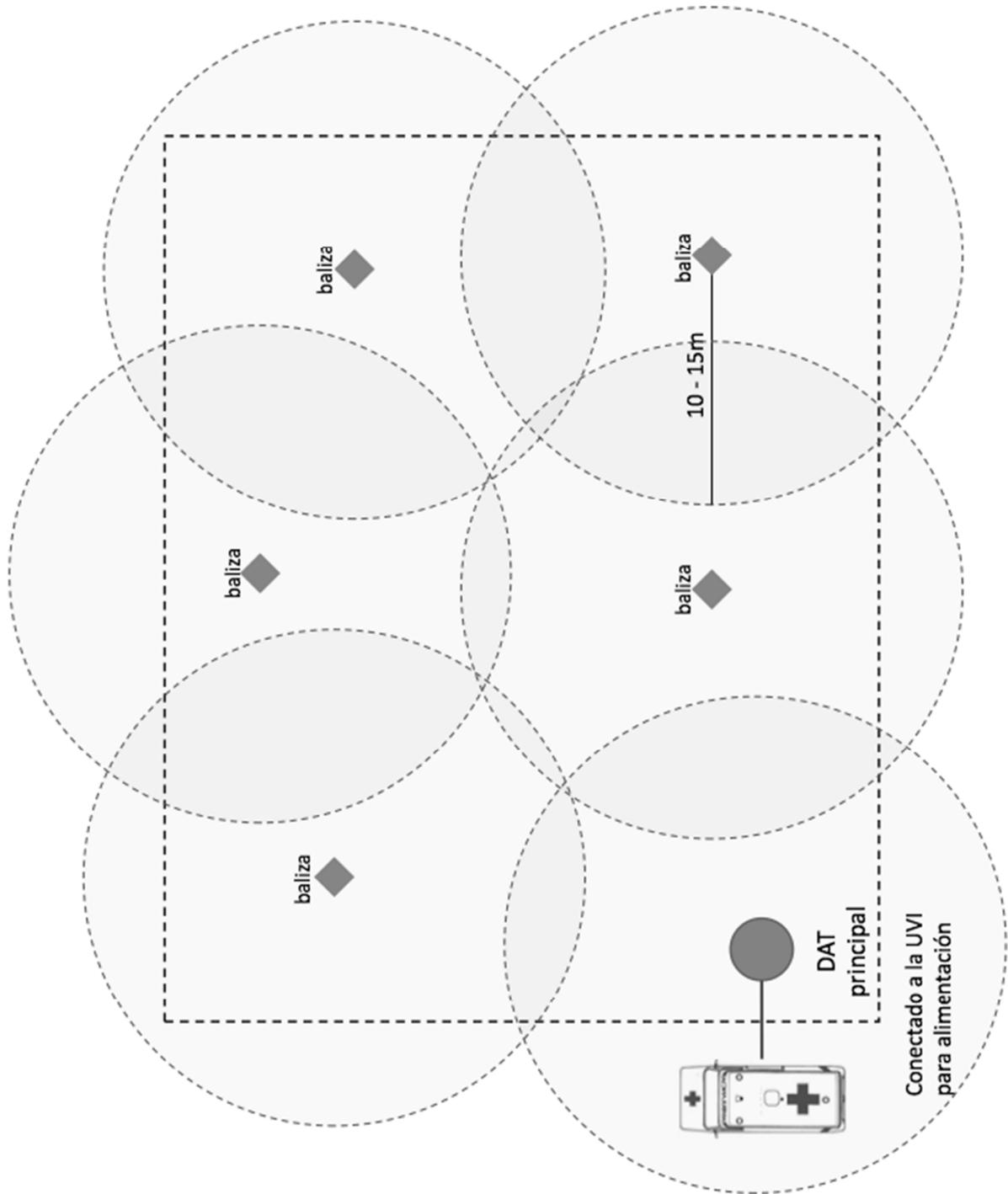


Fig. 3

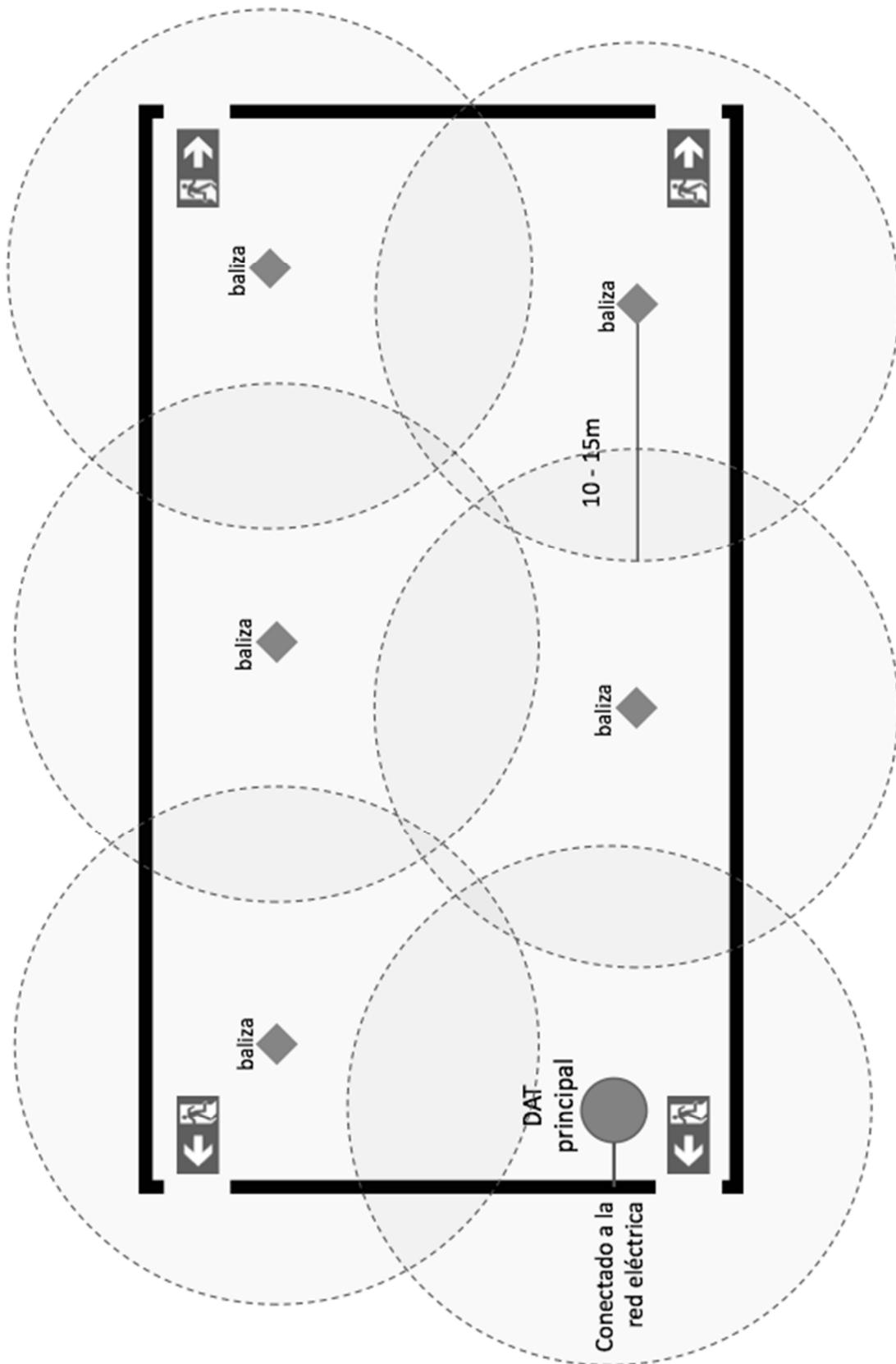


Fig. 4



Fig. 5

