



ISBN: 978-99961-39-85-7 (Impreso)
ISBN: 978-99961-39-94-9 (E-Book)

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA EL ACCESO A LA INFORMACIÓN DE UNA CENTRAL DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES INTEGRANDO HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS HETEROGÉNEAS E IoT EN BENEFICIO SECTOR SALUD PÚBLICA

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:
ING. MANUEL DE JESÚS GÁMEZ LÓPEZ

DOCENTE COINVESTIGADOR:
ING. OSCAR ARMANDO SÁNCHEZ SANTOS

TÉCNICO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS
ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL MEGATEC ZACATECOLUCA

ENERO 2022



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA





ISBN: 978-99961-39-85-7 (Impreso)
ISBN: 978-99961-39-94-9 (E-Book)

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA EL ACCESO A LA INFORMACIÓN DE UNA CENTRAL DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES INTEGRANDO HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS HETEROGÉNEAS E IoT EN BENEFICIO SECTOR SALUD PÚBLICA

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:
ING. MANUEL DE JESÚS GÁMEZ LÓPEZ

DOCENTE COINVESTIGADOR:
ING. OSCAR ARMANDO SÁNCHEZ SANTOS

TÉCNICO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS
ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL MEGATEC ZACATECOLUCA

ENERO 2022



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA



Rectora

Licda. Ely Escolar SantoDomingo

Vicerrector Académico

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrectora Técnica Administrativa

Inga. Frineé Violeta Castillo

Director de Investigación y Proyección Social

Ing. Mario W. Montes Arias

Dirección de Investigación y Proyección Social

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo
Inga. Ingrid Janeth Ulloa de Posada
Sra. Edith Aracely Cardoza de González

Director Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca

Ing. Christian Antonio Guevara Orantes

610.285

G192e Gámez López, Manuel de Jesús, 1984 -

slv Estudio de factibilidad técnica para el acceso a la información de una Central de Monitoreo de signos vitales integrando herramientas informáticas heterogéneas e IOT [recurso electrónico] : en beneficio sector salud pública / Manuel de Jesús Gámez López, Óscar Armando Sánchez Santos. -- 1ª ed. -- Santa Tecla, La Libertad, El Salv. : ITCA Editores, 2022.

1 recurso electrónico, (44 p. : il. col. ; 28 cm.)

Datos electrónicos: (1 archivo, formato pdf, 10 Mb). – <http://www.itca.edu.sv/produccion-academica/>.

ISBN :978-99961-39-85-7 (Impreso)

ISBN :978-99961-39-94-9 (E-Book, pdf)

1. Sistemas de comunicación en medicina – Automatización. 2. Signos vitales – Equipo. 3. Procesamiento electrónico de datos. I. Sánchez Santos, Oscar Armando, 1984- coaut. II. Título.

Autor

Ing. Manuel de Jesús Gámez López

Co Autor

Ing. Óscar Armando Sánchez Santos

Año 2022

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica, el sector empresarial y la sociedad, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial
Compartir Igual
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE
Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América
Sitio Web: www.itca.edu.sv
TEL: (503)2132-7423

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
2.2.	ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA.....	5
2.3.	JUSTIFICACIÓN	6
3.	OBJETIVOS.....	7
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	7
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4.	HIPÓTESIS.....	7
5.	MARCO TEÓRICO.....	7
5.1.	HL7 HEALTH LEVEL SEVEN	7
5.2.	CARACTERÍSTICAS DEL SERVIDOR DE LA CMS.....	15
5.3.	CARACTERÍSTICAS DE MONITORES DE PACIENTES.....	15
5.4.	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA - SENSORES BIOMÉTRICOS	15
5.5.	OTROS DISPOSITIVOS BIOMÉDICOS - SIMULADOR.....	17
5.6.	SOFTWARE CMS Y PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN.....	17
5.7.	RED LAN CMS.....	18
5.8.	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA RED - ACCESO LOCAL Y REMOTO	19
5.9.	SOFTWARES UTILIZADOS	21
5.10.	PARÁMETROS FISIOLÓGICOS.....	23
5.11.	CONSIDERACIONES DE USO.....	23
6.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	24
6.1.	MATRIZ OPERACIONAL DE LA METODOLOGÍA	25
7.	RESULTADOS	28
7.1.	DISEÑO DE LA BASE DE DATOS	28
7.2.	ACCESO DESDE DISPOSITIVOS INTELIGENTES Y APLICACIONES DE ACCESO REMOTO	30
7.3.	ANÁLISIS ECONÓMICO - PRESUPUESTO	31
7.4.	SISTEMA BASE DE COMUNICACIÓN.	37
8.	CONCLUSIONES.....	37
9.	RECOMENDACIONES.....	38
10.	GLOSARIO.....	38
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
12.	ANEXOS.....	40
12.1.	ANEXO 1. MONITOR IMEC 15.....	40
12.2.	ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS	43

1. INTRODUCCIÓN

La implementación de la tecnología en los diferentes sectores es un elemento clave para transformar la forma de realizar cualquier actividad cotidiana, sin embargo, su adopción en las diferentes actividades y procesos del sector público, privado y la misma sociedad en general no termina de comprender que este fenómeno tecnológico es el primer paso clave para el crecimiento y la mejora continua de las organizaciones en general, este hecho hará la diferencia en relación a como actualmente se están realizando las cosas. La transformación digital de los diferentes sectores permitirá optimizar el acceso a la información, hacer más eficiente los procesos y por ende la toma de decisiones oportunas para obtener mejores resultados consecuentemente.

El sector Salud Pública es el foco de este estudio y se centra en buscar alternativas para el acceso a la información de signos vitales de los pacientes, por medio de la integración de herramientas informáticas heterogéneas en una Central de Monitoreo Especializada CMS en la medición de signos vitales, objeto de estudio de este trabajo.

Actualmente, la información que se procesa de los pacientes se puede visualizar únicamente estando frente a los monitores de cada cama y desde el monitor que utiliza el servidor de la Central de Monitoreo, el cual se encuentra localizado a distancia de los pacientes.

Esta investigación se centró en identificar las herramientas, conocimientos, habilidades, experiencias, métodos y procedimientos requeridos para el desarrollo e implementación de un sistema optimizado para el monitoreo de signos vitales, aplicado en el Centro de Monitoreo de un hospital. Dicho sistema de monitoreo opera en una red Local Área Network, LAN, la cual permite un área de alcance limitada para el acceso y visualización de la información médica de los pacientes a los especialistas de turno.

El objetivo de este proyecto es conocer y describir las variables que intervienen e influyen en dichos procesos, así como detallar los componentes, las configuraciones y las formas de operación y comunicación de los diferentes dispositivos del sistema. Se estudió el tipo de red que se utiliza, el sistema gestor de base de datos, la base de datos, los monitores de pacientes, configuraciones de red, sistema operativo del servidor, software de la Central de Monitoreo CM, signos vitales monitoreados, protocolos de comunicación, costos, entre otros.

Fue posible obtener el acceso al servidor y monitores de pacientes para intervenirlos, realizar el estudio aplicado y a través de la instalación y configuración de herramientas de software de terceros en el servidor, se logró tener el monitoreo de los signos vitales de los pacientes en dispositivos móviles inteligentes con acceso a Internet, haciendo una réplica de pantalla. Esta opción fue posible, sin obtener un acceso directo a la base de datos de la Central de Monitoreo.

En una etapa posterior de esta investigación, se desarrollará un sistema de comunicación, las herramientas informáticas y su integración con el sistema de la Central de Monitoreo para optimizar el acceso a la información de los signos vitales de los pacientes de manera integrada. De esa forma se brindarán alternativas para aprovechar al máximo los recursos de la Central de Monitoreo sin incurrir en grandes inversiones económicas para la adquisición de licencias de software, asegurando el acceso remoto en tiempo real a información clínica oportuna y precisa.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En El Salvador se cuenta con centros hospitalarios públicos con recursos tecnológicos especializados en la medición de signos vitales de pacientes a través de Central Monitoring Systems CMS o Sistemas de Central de Monitoreo. Sin embargo, en investigación de campo se observó que dicho recurso tecnológico no está siendo aprovechado a toda su capacidad, es decir, no se está explotando su uso y utilidad en el área de la atención sanitaria. La forma de llevar los registros de los pacientes y la medición de los signos vitales se sigue realizando de manera manual en varios de los sitios visitados y el acceso a la información que se procesa de los pacientes está limitada a visualizar únicamente las pantallas de los diferentes equipos biomédicos especializados por cama, así como el monitor que utiliza el servidor de la Central de Monitoreo. Por lo que se hace necesario y oportuno que a través de la investigación aplicada se propongan alternativas para optimizar el acceso a dicha información para sacar el máximo aprovechamiento del recurso. El factor económico, así como la falta de capacitación del personal médico para la adopción y uso de la tecnología, no permiten aprovechar toda la capacidad de los equipos de monitoreo de signos vitales de pacientes.

2.2. ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA

La innovación es el motor de los avances tecnológicos. Esta afirmación se base en investigaciones realizados por J. Schumpeter quien resalta que “el desarrollo económico está motivado por la innovación, por medio de un proceso dinámico en el cual nuevas tecnologías sustituyen a las antiguas”. La industria de la tecnología en salud ha comprendido este fenómeno, en efecto, los dispositivos médicos se han convertido en un negocio que presenta dinámicas de crecimiento notorias a nivel mundial. El área de la tecnología biomédica ha evolucionado de forma acelerada durante las últimas décadas, situación que ha mejorado la calidad de los servicios de salud, al ofrecer diferentes soluciones y tratamientos para las enfermedades, transformando a las instituciones de salud en espacios sofisticados en tecnología.

La convergencia de disciplinas como la nanotecnología, la biología, los sistemas de información, el internet de las cosas y la inteligencia artificial continuarán impulsando aún más la innovación de estos sistemas convirtiéndolos en una poderosa herramienta para el desarrollo de la salud humana. Si bien, la biomédica ha tenido un desarrollo impresionante a nivel mundial, en el país falta potencializar mucho la investigación técnica científica que busque beneficios en costos y procedimientos seguros, eficientes y rápidos, tanto en diagnóstico como en tratamiento y rehabilitación, según la propia necesidad y de los avances de la aplicación de la medicina en la región, que va vinculada a la gran demanda de salud que afecta fuertemente indicadores clínicos, y para ello no solo con querer desde la cátedra es suficiente si no existe interés del sector privado y gubernamental. A nivel mundial se tienen fuertes aportes tecnológicos basados en el enfoque de esta investigación. A continuación, se menciona algunas de estas:

- **Dispositivos vestibles o llevables (Wearables).** Wearable hace referencia al conjunto de aparatos y dispositivos electrónicos que se incorporan en alguna parte de nuestro cuerpo interactuando de forma continua con el usuario y con otros dispositivos con la finalidad de realizar alguna función concreta. Relojes inteligentes o smartwatches, zapatillas de deportes con GPS incorporado y pulseras que controlan nuestro estado de salud son ejemplos entre otros muchos de este género tecnológico presente en nuestras vidas.

- **Estación de Monitoreo Central Acuity.** Capacidad para monitorear hasta 60 pacientes en tiempo real. Mapa personalizado de la unidad de cuidados muestra el estado y la ubicación de cada paciente. Capacidad de copia de seguridad de CPU en tiempo real (opcional). Varias estaciones centrales Acuity en red para la revisión de datos de pacientes global. Esta opera en una red 802.11a exclusiva o en una red 802.11 a/b/g compartida, para enviar los datos del paciente a los sistemas de RME, a dispositivos portátiles o de forma remota para obtener acceso inmediato.
- **Sistema de Monitoreo Central BeneVision.** Permite que los profesionales de la salud reciban alarmas en sus dispositivos mediante SmartPage sin importar en dónde estén, para generar reportes, hacer prescripciones y estar al tanto de los signos vitales. Esto permite que la reacción ante cualquier cambio en el estado de salud de los pacientes sea rápida y oportuna para tomar las medidas necesarias.

2.3. JUSTIFICACIÓN

La escasez de información sobre cómo integrar otras herramientas informáticas que permitan optimizar el acceso a la información con sistemas ya fabricados o existentes (Central de Monitoreo/CMS) y en uso en los centros hospitalarios públicos, requiere del compromiso y colaboración de la ciencia e investigación aplicada para apoyar a dicho sector en brindar alternativas económicas que les permita integrar la tecnología en sus procesos para brindar un servicio de mayor calidad a sus clientes (pacientes).

Además, dada la experiencia que se obtuvo a raíz de la investigación realizada en 2019, en la cual se desarrolló un prototipo o dispositivo electrónico biomédico con la capacidad tecnológica de comunicación necesaria para proporcionar información clínica de pacientes vía red, logrando con ello el objetivo principal de optimizar el acceso a la información clínica de pacientes. Se partió de dicha premisa para su estudio en esta etapa y en una etapa posterior la integración e implementación de dichas herramientas informáticas con la Central de Monitoreo.

Por otro lado, en la investigación de campo realizada para la búsqueda del asociado del proyecto, se identificó que los equipos médicos (monitores especializados para la medición de signos vitales) operan en áreas limitadas para su acceso a los parámetros médicos, el especialista solo puede ver la información estando frente a la pantalla del equipo biomédico. Por último, se encontró que, en ciertos centros hospitalarios públicos del país ya cuentan con centrales de monitoreo, observando que su funcionalidad está igualmente que, en el caso anterior, limitada para su uso en un área limitada de alcance, establecido por una red LAN.

Se determina que, tanto los equipos médicos especializados como una Central de Monitoreo (conjunto de monitores y el servidor) no cuentan con las funcionalidades descritas y buscadas en esta investigación. Por otro lado, se contó con el centro hospitalario que posee la Central de Monitoreo, lo cual permite a esta investigación ser más factible de realizar, además de requerir menos inversión económica para su ejecución, ya que será aplicada directamente sobre el CMS en uso en el área de neonatos. Por último, se obtuvo de parte del aliado estratégico la autorización y el acceso para realizar el estudio aplicado y además se espera de parte del centro hospitalario la implementación en otra etapa de los resultados generados de este trabajo.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- a) Realizar un estudio de factibilidad técnica y económica aplicado en la Central de Monitoreo de pacientes para optimizar el acceso a la información y la calidad del servicio en atención sanitaria por medio de la integración de herramientas informáticas heterogéneas e IoT.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar los componentes físicos y lógicos que conforman un sistema de monitoreo de pacientes para optimizar el acceso a la información.
- b) Preparar el servidor de la CMS para obtener acceso desde el exterior y visualizar la información de los pacientes a través de dispositivos móviles inteligentes.
- c) Obtener el diseño de la base de datos de la CMS.

4. HIPÓTESIS

¿Es factible técnica y económicamente la implementación de un sistema optimizado para el acceso a la información clínica que se procesa en un centro de monitoreo de pacientes, por medio de la integración de herramientas informáticas heterogéneas para mejorar la calidad del servicio de la atención sanitaria y eficientizar el proceso en hospitales públicos?

5. MARCO TEÓRICO

El sistema central de monitorización Hypervisor VI o CMS dispone de un potente sistema de software y de componentes informáticos de alto rendimiento. Construye una red de monitorización conectando los monitores y los transmisores telemétricos o sensores. Al recopilar, procesar, analizar y emitir información proveniente de estos monitores y transmisores telemétricos, el CMS puede realizar la monitorización centralizada de muchos pacientes de manera que aumente la eficiencia y calidad de los trabajos de monitorización.

El sistema central de monitorización CMS, está pensado para realizar la monitorización centralizada de información referente a constantes vitales desde varios monitores o transmisores telemétricos en hospitales o instituciones médicas. No está destinado al uso doméstico.

5.1. HL7 HEALTH LEVEL SEVEN

Health Level Seven significa «**Nivel de Aplicación en Salud**» y se refiere a los protocolos y estándares para intercambiar información entre aplicaciones de salud. La mayoría de los profesionales de sistemas de información en el ámbito de la sanidad reconocen HL7 como un estándar de interoperabilidad.

Sin embargo, hay más detrás de HL7. Realmente es un conjunto de estándares que toma el nombre de la organización que los define.

HL7 es el acrónimo de Health Level Seven Internacional. Una organización sin ánimo de lucro dedicada a proporcionar estándares para la interoperabilidad en el ámbito de salud. HL7 Internacional fue fundada en 1987, y desde 1994 está acreditada por ISO (International Organization for Standardization) y por ANSI (American National Standards Institute).

La organización cuenta con el apoyo de más de 1.600 miembros de más de 50 países, incluyendo 500 miembros corporativos que representan a proveedores de atención médica, actores gubernamentales, pagadores, compañías farmacéuticas, vendedores / proveedores y empresas de consultoría.



Fig. 1: Estándar HL7.

Aunque pueda parecer que se está hablando de la séptima versión de un protocolo que se llama HL, no es así. No hay un HL5 ni un HL6. El nombre HL7 tiene origen, por un lado, del dominio de Salud (en inglés Health), y por otro, el nivel siete (en inglés Level Seven).

El modelo de referencia OSI (ISO/IEC 7498-1) define siete niveles para protocolos de red. Cada uno de ellos especifica los protocolos que deben utilizarse en dicha capa.

HL7 es un conjunto de estándares para el nivel de aplicación. Es decir, se define sobre el nivel 7 de OSI por tratarse específicamente de un protocolo de intercambio de datos en dicho nivel.

El nivel 7 ofrece a las aplicaciones la posibilidad de acceder a los protocolos de las capas inferiores, y define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos.

Estrategias de HL7 para la interoperabilidad en el ámbito de la sanidad.

La organización Health Level Seven International agrupa sus estándares en siete grandes categorías de referencia. En la primera de ellas, Estándares primarios, se incluyen los más populares para integraciones de sistemas e interoperabilidad, los más utilizados y demandados en el ámbito de la sanidad. Desde su fundación, la organización HL7 ha seguido tres estrategias principales de estandarización para el intercambio de información en sanidad. Por orden cronológico estas tres estrategias se materializan en los tres estándares más importantes de la organización: HL7 v.2, HL7 v.3 y FHIR. Se conoce comúnmente como «mensajería HL7» por estar basada en el intercambio de «mensajes» de estructura definida. Este estándar ha ido evolucionando desde su aparición en 1986 hasta la versión más actual, HL7 v.2.8. Aún en la actualidad sigue siendo el más utilizado en el mundo de las TIC en sanidad.



Fig. 2: Pila OSI.

Estándares Primarios de HL7®	HL7® v.2	El estándar HL7 v.2.x es el que se conoce comúnmente como mensajería HL7, al estar basado en mensajes, y se puede decir que es el estándar de sanidad mas utilizado del mundo.
	HL7® v.3	HL7 v.3 es un conjunto de especificaciones basadas en el Modelo de Información de Referencia (RIM) de HL7 que abarca una implementación completa.
	CDA® R2	CDA (Clinical Document Architecture) es el estándar de marcado de documentos que especifica la estructura y la semántica de documentos clínicos.
	C-CDA® R2	La guía de implementación CDA Consolidado (C-CDA) contiene una biblioteca de plantillas de CDA, que armoniza el trabajo previo de organizaciones como HL7, IHE y HITSP.
	HL7 FHIR®	HL7 FHIR es un estándar de interoperabilidad creado para facilitar el intercambio de información clínica, y que combina las características de HL7 v2, HL7 v3 y CDA basándose en tecnología REST.
	CCOW	CCOW (Context Management Specification) es un estándar tanto de programación interna de aplicaciones como para la infraestructura del entorno de tiempo de ejecución, que busca la integración a nivel de uso.

Fig. 3: Estándares primarios HL7.

Se trata de un conjunto de estándares ad hoc para cada necesidad y cada localización. Dispone de cierta flexibilidad para pactar entre partes implicadas, esta es su gran ventaja en cuanto a facilidad de implementación. Esta flexibilidad también supone un inconveniente si se va a considerar como estándar, ya que deja muchos aspectos a la negociación entre ambas partes. Por otro lado, y a la vez, también tiene cierta rigidez en cuanto a la estructura de los mensajes, que a veces dificulta el pacto entre partes, que deben incluir información no relevante para sus propósitos.

Se podría decir que HL7 v2 supuso una ruptura tecnológica en el ámbito de las TIC en sanidad, convirtiéndose en un estándar real. Se puede decir que todo proveedor de TIC para salud fue adaptando sus sistemas antiguos a este estándar. Uno de los motivos que le ha hecho fuerte como estándar para interoperabilidad en sanidad ha sido permitir conectar varios sistemas y dispositivos a partir de los eventos que van sucediendo. De hecho, su origen está en ASTM, un protocolo para el intercambio de información entre dispositivos clínicos.

¿Cómo son los mensajes HL7 v2?

Un mensaje HL7 es una estructura jerárquica de segmentos y campos, asociada a un evento disparador que lo desencadena.

Lo que estandariza HL7 v2 es:

- La estructura de los mensajes.
- La codificación de los mensajes.
- Los eventos que generan la información y son disparadores de estos mensajes.

Respecto a la codificación, a lo largo del tiempo ha habido dos sistemas para la codificación de mensajería: ER7 y XML.

Formato ER7

Es muy característico, y consiste en una estructura de líneas de texto con pipes y gorritos separando los campos de información. Por ejemplo:

```
MSH|^~\&|HIS|HOSPITAL|BBANK|EXTERNO|20190429090131||ACK^^ACK|12345679|P|2.5  
MSA|AR|123456  
ERR|PID^1^16^103&Table value not found&HL70357
```

Fig. 4: Formato ER7.

Formato XML

Fue una evolución posterior para eliminar algunas limitaciones del formato ER7, con unas reglas de codificación de documento XML. El mismo mensaje, con la misma información que el ejemplo anterior en ER7, pero en este caso, en XML, tendría el siguiente aspecto:

```

1 <ACK
2   xmlns="urn:h17-org:v2xml"
3   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
4   xsi:schemaLocation="urn:h17-org:v2xml ACK.xsd"
5 <MSH>
6   <MSH.1>|</MSH.1>
7   <MSH.2>^~\&lt;/MSH.2>
8   <MSH.3>
9     <HD.1>HIS</HD.1>
10  </MSH.3>
11  <MSH.4>
12    <HD.1>HOSPITAL</HD.1>
13  </MSH.4>
14  <MSH.5>
15    <HD.1>BBANK</HD.1>
16  </MSH.5>
17  <MSH.6>
18    <HD.1>EXTERNO</HD.1>
19  </MSH.6>
20  <MSH.7>
21    <TS.1>20190429090131</TS.1>
22  </MSH.7>
23  <MSH.9>
24    <MSG.1>ACK</MSG.1>
25    <MSG.3>ACK</MSG.3>
26  </MSH.9>
27  <MSH.10>12345679</MSH.10>
28  <MSH.11>
29    <PT.1>P</PT.1>
30  </MSH.11>
31  <MSH.12>
32    <VID.1>2.5</VID.1>
33  </MSH.12>
34 </MSH>
35 <MSA>
36   <MSA.1>AR</MSA.1>
37   <MSA.2>123456</MSA.2>
38 </MSA>
39 <ERR>
40   <ERR.1>
41     <ELD.1>PID</ELD.1>
42     <ELD.2>1</ELD.2>
43     <ELD.3>16</ELD.3>
44     <ELD.4>
45       <CE.1>103</CE.1>
46       <CE.2>Table value not found</CE.2>
47       <CE.3>HL70357</CE.3>
48     </ELD.4>
49   </ERR.1>
50 </ERR>
51 </ACK>

```

Fig. 5: Formato XML.

Ventajas e inconvenientes de HL7 v2

Este estándar permitió conectar sistemas informáticos con dispositivos dentro del mismo hospital, o sistemas de distintos hospitales, e incluso entre organizaciones.

El objetivo de elaborar un estándar era precisamente eliminar todas esas conexiones ad hoc entre los sistemas que conviven en el ecosistema TIC de la sanidad. En lugar de elaborar conexiones a medida entre los sistemas, elaborar un estándar al que todos se adapten, permitiendo reutilización del desarrollo interoperable. Su mayor fortaleza a día de hoy es que sigue siendo el estándar más utilizado en sanidad.

Entre los problemas que tiene este estándar, y que han dado lugar a la creación de otros, como HL7 v3 y HL7 FHIR, es que es bastante estricto en cuanto a la estructura. Los mensajes tienen definida una estructura por estándar, y en ocasiones dentro de esa estructura puede haber carencias de información para los propósitos de una integración o exceso.

En el caso del exceso de información, cuando son campos obligatorios, es necesario, para cumplir el estándar, rellenarlos con información no útil. Cuando tenemos defecto de información, HL7 con el tiempo proporcionó unos segmentos personalizados, denominados segmentos Z.

En estos segmentos se personaliza la información necesaria para la integración, y que no se incluye en el estándar.

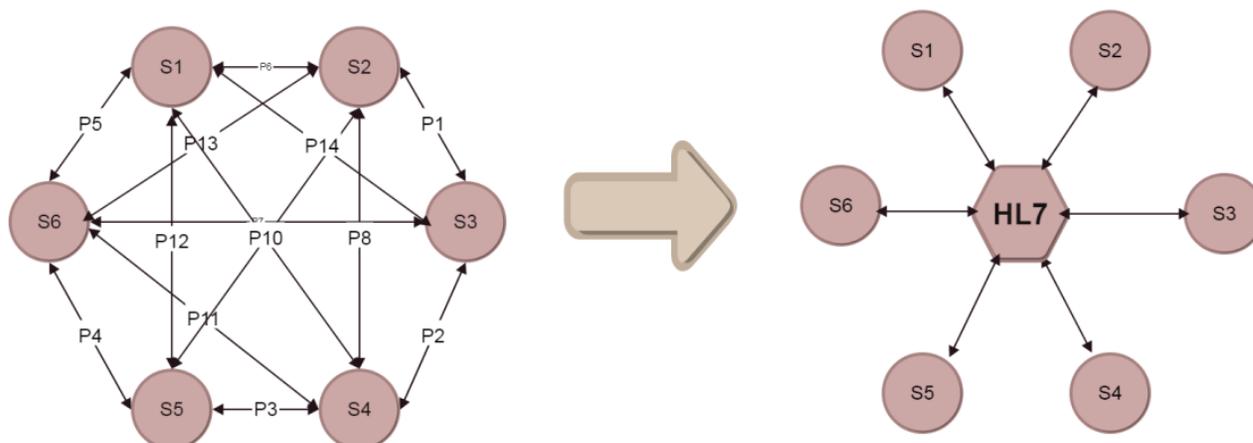


Fig. 6: HL7, interoperabilidad.

HL7 v.3

Aunque el nombre es similar, y parece que sea una versión posterior de la anterior estrategia, no es así. No es una evolución de los mensajes de HL7 v2, sino que es completamente distinto. Es una nueva familia de estándares que incluye un modelo de referencia común como base, a nivel de mensaje y de ámbito.

Intenta solventar los problemas de la mensajería versión 2, respecto a lo poco flexible, que terminaba provocando que una integración necesitara de segmentos Z, personalizados. Esto hacía a HL7 v2 pobre como estándar. No podía reflejar cualquier escenario de interoperabilidad, y esto es lo que se intenta resolver en v3. Además, incorpora evoluciones tecnológicas como estar basado en la programación orientada a objetos, y especificado en UML. Se basa en XML como formato canónico, aquí ER7 desaparece, e incorpora terminologías internacionales.

Este enfoque parte de un modelo genérico, básico y común de referencia, conocido como Modelo de Información de Referencia (RIM). Este modelo será común para todos los estándares, y define unas clases básicas y genéricas, que deberían valer para cualquier escenario de interoperabilidad. A partir de esas clases se podrán construir mensajes o documentos concretos.

Dentro de este grupo de estándares v3 también se considera el estándar para el intercambio de documentos de información clínica HL7 CDA.

El modelo de información de referencia (RIM) en HL7 v3 está construido sobre 6 clases fundamentales, 4 de ellas son la base:

- Act: un acto, según el estándar, es el registro de algo que está sucediendo, ha sucedido, o puede suceder en el futuro.
- Rol: responsabilidad o papel que puede jugar una entidad.
- Entity: un ente o entidad, documento, objeto de negocio o cosa física que puede participar en un acto jugando un rol.
- Participation: la involucración de un rol en un acto.

Otras:

- Rol relacionado: con la asociación entre dos roles.
- Acto relacionado: con la asociación entre dos actos.

La relación entre las clases se podría resumir en que, en todo **acto**, hay **entidades** que **participan** jugando algún **rol**. El más novedoso y actualmente más promocionado por la organización HL7 es FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources). Se empezó a trabajar en este estándar en el año 2011, con la intención de resolver los problemas que se encontraron en V2 y V3. Sin embargo, hasta diciembre de 2018 no se ha publicado la primera versión normativa de FHIR, y ha sido en su Release 4.

Si bien V2 fue un éxito, tecnológicamente estaba anticuado, y era necesario una renovación para incorporar las nuevas tendencias. Por otro lado, V3, como se ha mencionado, era más avanzado, pero demasiado complejo, y no tuvo éxito. El objetivo principal de FHIR es facilitar el intercambio de información clínica, e intenta combinar lo mejor de sus dos predecesores. Para ello busca facilitar la implementación y actualizar tecnológicamente la obsolescencia de la versión v2.

Para conseguir estos objetivos, HL7 pone las especificaciones de HL7 FHIR a dominio público, gratuitas y sin restricciones. Se pueden encontrar en la página del estándar FHIR.

FHIR se basa en el concepto de Recursos (Resources), y se desarrolla sobre arquitectura REST, en HTTP, con una filosofía cliente-servidor.

El servidor ofrece acceso a los recursos a un cliente REST, permitiendo consultar o modificar dichos recursos a través de peticiones HTTP.

Las peticiones HTTP a través del verbo, al estilo de REST, indicarán el tipo de operación que se pretende hacer sobre el recurso concreto. A continuación, se describen los verbos.

- GET: para obtener un recurso, normalmente a través de un identificador. Por ejemplo, para solicitar información de un paciente con identificador 4721 podría realizarse la llamada GET.
- POST: para crear un recurso nuevo en el servidor.
- PUT: para actualizar el estado de un recurso ya existente.
- DELETE: para eliminar el recurso.

Desde su concepción, FHIR está diseñado para la interoperabilidad y define una API REST para el intercambio, manipulación y búsqueda de recursos. Mediante esta API es posible crear, modificar, eliminar y buscar los recursos.

Por ejemplo, para crear o registrar un paciente, se tendría que crear el recurso y enviarlo mediante una petición POST al endpoint REST correspondiente:

POST HTTPS://PATH-SERVIDOR/PATIENT

Para solicitar un paciente, se debe utilizar una petición GET:

GET HTTPS://PATH-SERVIDOR/PATIENT/{ID}

Un recurso FHIR consta de cuatro partes:

1. Un apartado de Metadatos, que incluirá la identificación del recurso.
2. Una parte narrativa, legible por humanos.
3. Una parte para añadir extensiones, con URL a su definición.
4. Datos estructurados, con el contenido estándar del recurso.

Los datos se intercambian tanto en formato JSON como en XML.

FHIR trabaja con dos tipos de datos: Primitivos y Complejos. Los tipos de datos primitivos son aquellos directamente representables en XML o JSON, como cadenas de texto, números, fechas, etc. Mientras que los tipos de datos complejos son estructuras de mayor complejidad, y están definidos como recursos FHIR.

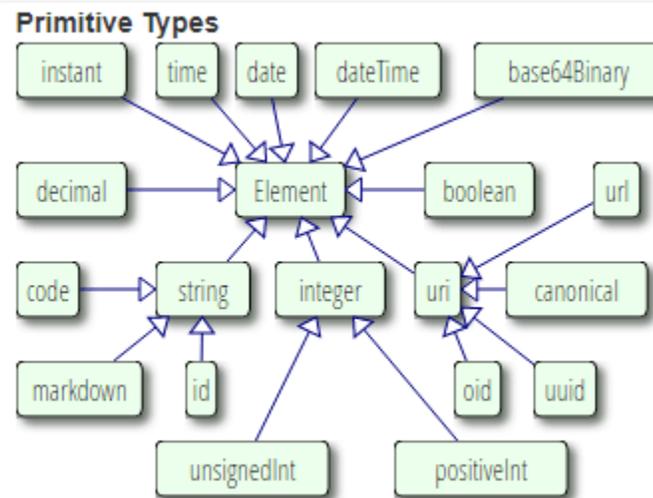


Fig. 7: Datos primitivos FHIR.

FHIR se centra en los siguientes 4 puntos.

1. Facilitar la implementación, y superar así el problema de HL7 v3.
2. Flexibilidad y adaptabilidad, y superar así lo inflexible de HL7 v2.
3. Enfocarse en la comunicación de información clínica entre sistemas, que es la materialización real de la necesidad clínica.
4. Actualización tecnológica de la que carecía HL7 v2: Basarse en los estándares web: XML, JSON, Oauth y REST.

El hecho de que en FHIR se utilicen tecnologías existentes, principalmente REST, JSON, XML, y que sea de dominio público; ha despertado gran interés en el ámbito de la salud. Ya cuenta con el soporte de grandes proyectos y empresas, como por ejemplo el Proyecto Argonaut: Accenture, Apple, Cerner, Mayo Clinic, Epic, etc. Cualquier nuevo proyecto de software para sanidad debe llevar algo de FHIR.

Ventajas de FHIR

- Sencillo de entender conceptualmente.
- Basado en arquitectura tecnológica ya conocida, lo que sumado a la anterior hace que tenga una curva de aprendizaje muy atractiva.
- Especificaciones de dominio público, libres y gratuitas.
- Hay multitud de recursos disponibles para implementadores.

En resumen, los recursos representan conceptos de la realidad clínica, como pacientes, pruebas, citas, etc. Y como la arquitectura tecnológica de FHIR no es más que REST, la curva de aprendizaje del estándar se reduce a los conceptos de recursos.

5.2. CARACTERÍSTICAS DEL SERVIDOR DE LA CMS

El servidor del CMS es un computador común corriendo el sistema operativo de Microsoft Windows. Entre sus principales características se pueden mencionar:

- 1- Case o gabinete marca HP.
- 2- Disco duro mecánico (HDD) de capacidad 500 GB.
- 3- Posee un procesador i5-6500 CPU 3.20 GHZ.
- 4- Memora RAM de 4 GB.
- 5- Sistema operativo Windows 7 Profesional de 32 bit.

5.3. CARACTERÍSTICAS DE MONITORES DE PACIENTES

A estos monitores se conectan los pacientes por medio de los sensores biométricos. Para mayor detalle refiérase a la Tabla 3 Parámetros Fisiológicos.

5.4. INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA - SENSORES BIOMÉTRICOS

Tabla 1. Sensores biométricos que utilizan los monitores de pacientes.

Descripción	Modelo	Tipo de Interfaz (Puerto)	Dato que censa	Sensor
<p>Sensor ECG. El Sensor para electrocardiograma (ECG) mide la actividad eléctrica del corazón y la muestra en el monitor del paciente como una forma de onda y un número, se mide en mA x mm/s.</p>	iMEC 15	Conector para ECG.	Electrocardiograma.	

Descripción	Modelo	Tipo de Interfaz (Puerto)	Dato que censa	Sensor
<p>Sensor para Temperatura. Diferencia de temperatura corporal a través de un termostato calibrado electrónicamente, se mide en grados.</p>	iMEC 15	Conector para espiga tipo monofásica para termostato	Temperatura corporal.	
<p>Sensor para Saturación de O2 en la sangre. Diferencia de Absorción de luz roja e infrarroja en frecuencias concretas, esta diferencia traduce la cantidad de O2 en torrente sanguíneo, se mide en porcentaje.</p>	iMEC 15	Conector para SPO2.	SPO2, Saturación Parcial del Oxígeno.	
<p>Sensor para PNI/PANI. Diferencia de presión arterial a través de una manga insufladora conectada a un presostato calibrado electrónicamente, se mide en mmHg.</p>	iMEC 15	Conector para Manga PANI.	PNI/PANI, Presión arterial no invasiva.	
<p>Sensor para Frecuencia Cardíaca. Relación de datos de sensores ECG o SPO2 con los latidos del corazón por minuto. Se mide en BPM.</p>	iMEC 15	Conector para Frecuencia Cardíaca.	Frecuencia Cardíaca.	

Descripción	Modelo	Tipo de Interfaz (Puerto)	Dato que censa	Sensor
Sensor para Respiración. Relación de datos y comparación de frecuencia respiratoria a través de señal ECG, se mide en RPM.	iMEC 15	Conector para Resp.	Frecuencia Respiratoria.	

5.5. OTROS DISPOSITIVOS BIOMÉDICOS - SIMULADOR

Tabla 2. Herramienta de simulación de constantes vitales.

Marca	Modelo	Tipo de Interfaz (Puerto)	Dato que genera.	
Bio Tek	ECG Plus	Conector para ECG.	Simula los datos de un paciente y sirve para comparar lo censado por el monitor de signos vitales y verificar.	

5.6. SOFTWARE CMS Y PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

El servidor está conformado por una serie de herramientas informáticas que permiten al sistema estar operando, entre las principales se pueden mencionar:

- Software de base de datos denominado MySQL Community Server.** Es una herramienta que permite gestionar las bases de datos MySQL que utiliza el sistema de la Central de Monitoreo por medio de la consola o terminal de Windows. Fue necesario gestionar las credenciales de acceso para la administración de las bases de datos. Este paso es crucial para esta etapa de la investigación, ya que de esta manera se logra acceder al contenido de las base de datos y por supuesto conociendo dicha información abre puertas para poder integrar otras herramientas informáticas interconectadas a dicha fuente de datos, permitiendo pasar de esta manera a la próxima etapa de esta investigación que tiene como principal objetivo el acceso a la información

de los pacientes por medio del uso de dispositivos inteligentes con acceso a Internet y desde cualquier geolocalización, teniendo como desarrollo una plataforma web y una aplicación móvil (App) para uso exclusivo del personal autorizado en dicho centro hospitalario.

- **El software del Sistema Central de Monitoreo o CMS.** La herramienta informática viene de fábrica con los monitores y el servidor de la Central de Monitoreo, esta herramienta es la responsable de gestionar los datos que se procesan de los pacientes y a la vez de mostrar dicha información en el monitor del servidor a través de DASHBOARDS y otros elementos pictóricos que permiten hacer más fácil la lectura e interpretación de los datos.
- **Base de datos MySQL.** Se encontró que la Central de Monitoreo trabaja con dos bases de dato. En esta etapa del proyecto aún no se ha realizado un análisis a detalle de los diseños, contenidos y la referencia que emite cada monitor por cama para que el sistema mantenga la coherencia de los datos por monitor y/o paciente, entre otros. Se avanzó hasta el hecho de identificar los nombres del base de datos, su ubicación en el servidor y se generaron los diseños de las mismas a partir de los ficheros. Esto último sin conocer las credenciales de acceso para la administración de la base de datos MySQL. Está pendiente de saber dicha información.
- **Protocolo de comunicación HL7.**

5.7. RED LAN CMS

Una LAN o Local Area Network es una red de comunicación entre ordenadores situados en el mismo edificio o en edificios cercanos, de forma que permite a sus usuarios y/o equipos el intercambio de datos y la compartición de recursos.

Para el caso específico del CMS se ha implementado una arquitectura de red cliente servidor, siendo los clientes los monitores de pacientes y el servidor el ordenador que alberga las aplicaciones y la base de datos donde se almacena la información de los pacientes. Además, a través de su pantalla en un Dashboard se puede visualizar la información de los parámetros fisiológicos de los pacientes, entre otros.

La CMS tiene capacidad para poder conectar un máximo de 64 monitores (64 pacientes), los cuales a su vez pueden tomar muestras de las siguientes variables fisiológicas: temperatura corporal, saturación parcial del oxígeno (Spo2), respiración (Resp), presión sanguínea o arterial no invasiva (PNI/PANI) y frecuencia cardiaca.

La Central de Monitoreo actualmente está operando con un total de 8 monitores en el centro hospitalario.

A continuación, en la Fig. 8, se muestra el diagrama de bloque de la red CMS.

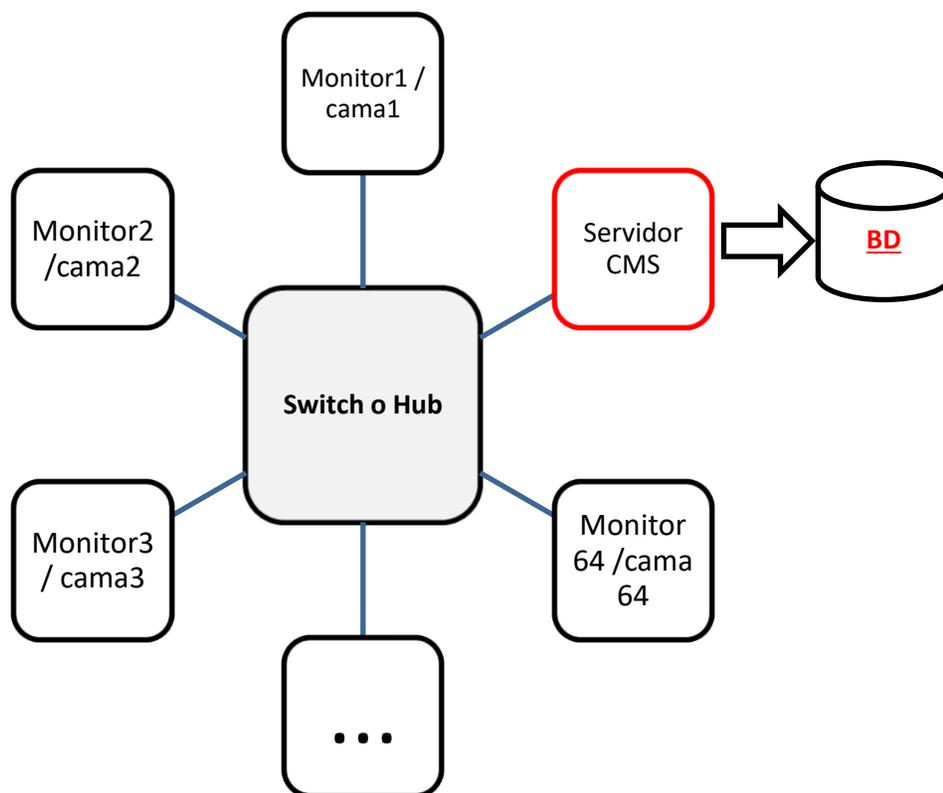


Fig. 8: Diagrama de bloques, topología de red estrella CMS.

5.8. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA RED - ACCESO LOCAL Y REMOTO

En los esquemas de las figuras 9 y 10 se puede apreciar cómo sería la interconexión de todos los componentes físicos y lógicos integrados para efectuar un monitoreo a nivel local y remoto respectivamente. La Central de Monitoreo permite además que la red puede montarse, por medios guiados y no guiados (alámbrica e inalámbricamente respectivamente), al realizar el montaje de la red por medio de un AP o Router sería posible unir a la red dispositivos que solo manejan red WiFi, como, por ejemplo: Smartphone y Tablet. Por otro lado, en la Fig. 10, se puede apreciar la implementación de la red para el sistema de monitoreo de pacientes con conectividad a Internet. El objetivo de esta investigación es implementar el esquema de la Fig. 10. con todas las herramientas informáticas de la CMS y las que se desarrollaran para escalar y optimizar el monitoreo de los pacientes, tanto de forma local como remota, esto en su totalidad para la segunda etapa de esta investigación, en caso de superarse las dificultades encontradas en esta etapa. Para mayor información acerca de las dificultades encontradas, refiérase al apartado resultados, identificación de las dificultades y retos que surgen en el proceso.

Para la implementación de la red WiFi con conectividad a Internet (Fig. 10), fue necesario realizar gestiones con el departamento de TIC del centro hospitalario para que se asignara una dirección IP pública al servidor, la cual permitiera habilitar el acceso a Internet, y, de esta manera establecer conexión desde el exterior con el mismo. En este proceso de cambio de parámetros de red al servidor se hace necesario también asignar nuevas IP a los monitores de pacientes, con el objetivo de mantener la comunicación cliente servidor. En esta etapa, se logró avanzar hasta obtener de parte del departamento de TIC los nuevos parámetros de red, tanto para el servidor como para los equipos clientes. Resta proceder con la asignación de las IP a los equipos y posteriormente verificar lo siguiente.

- Que se mantenga la comunicación fluida y estable entre los clientes y el servidor de la CMS.
- Que se habilite el acceso a Internet al servidor por medio de la nueva configuración de red.
- Que se pueda acceder desde el exterior al servidor por medio de la dirección IP pública asignada, VPN y aplicaciones de control remoto.

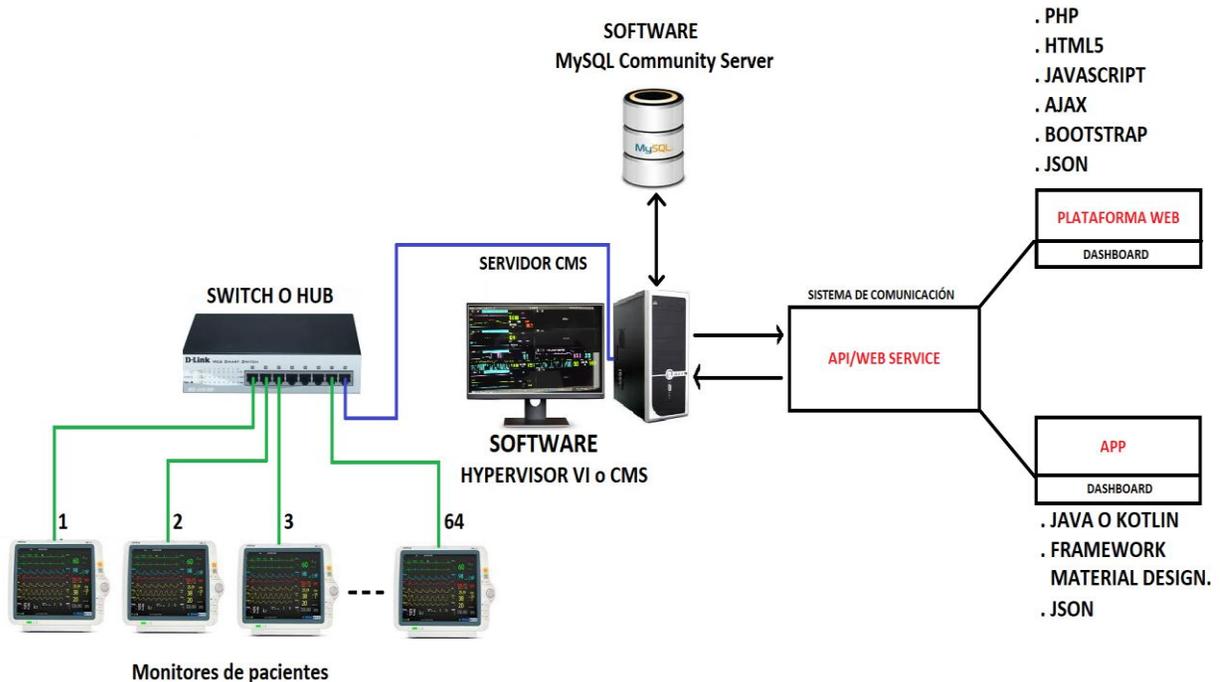


Fig. 9: Esquema representativo de la red para el sistema con un acceso local.

Descripción de los componentes del esquema.

1. **Monitores de pacientes.** Los monitores de parámetros fisiológicos, también denominados monitores de pacientes o de cabecera, son equipos electrónicos que miden, recogen y muestran información sobre los signos vitales de un paciente sometido a una vigilancia continua.
2. **Switch.** Es un dispositivo que permite que la conexión de computadoras y periféricos a la red para que puedan comunicarse entre sí y con otras redes. Switch es una palabra en inglés usada en el área de informática para referirse al controlador de interconexión entre varios dispositivos.
3. **Hub.** El término inglés hub puede traducirse al español como intercambiador, centro logístico o punto de conexión, concentrador o nodo. Sirve para interconectar los dispositivos a la red.
4. **Router o AP.** Un Router o enrutador es un dispositivo que permite interconectar diferentes tipos de equipos que funcionan en el marco de una red ya sea por cable o inalámbricamente utilizando como lenguaje de comunicación las direcciones IP. En sí, es un dispositivo de Hardware que permite la interconexión de ordenadores en red.
5. **Servidor CMS.** Es un aparato informático que almacena, distribuye y suministra información. Los servidores funcionan basándose en el modelo "cliente-servidor". El cliente puede ser tanto un ordenador como una aplicación que requiere información del servidor para funcionar.

6. **Software del Servidor.** Los softwares con los que opera la Central de Monitoreo de pacientes son principalmente dos: Healthcare within reach y MySQL Community Server para la base de datos. Por un lado, el software que muestra el Dashboard con la información que brindan los monitores de pacientes y, por otro lado, MySQL Community Server es el que permite administrar las bases de datos MySQL.
7. **Sistema de comunicación (API o Web Service).**
 - a. API: Una API o interfaz de programación de aplicaciones es un conjunto de definiciones y protocolos que se usa para diseñar e integrar el software de las aplicaciones.
 - b. WEB SERVICE: Un web service es una vía de intercomunicación e interoperabilidad entre máquinas conectadas en Red. En el mundo de Internet se han popularizado enormemente, ya se trate de web services públicos o privados.
8. **Plataforma Web.** Es un sistema informático para ejecutar en ambiente web, el cual está conformado por un conjunto de ficheros electrónicos que muestran el contenido o información que se desea publicar. Esta herramienta podrá ser accedida desde cualquier dispositivo inteligente con acceso a Internet por medio de una navegadora web.
9. **App.** Programa o conjunto de programas informáticos que realizan un trabajo específico, diseñado para el beneficio del usuario final. Esta aplicación será creada para ejecutar en dispositivos con sistema operativo Android (Smartphone y Tablet).

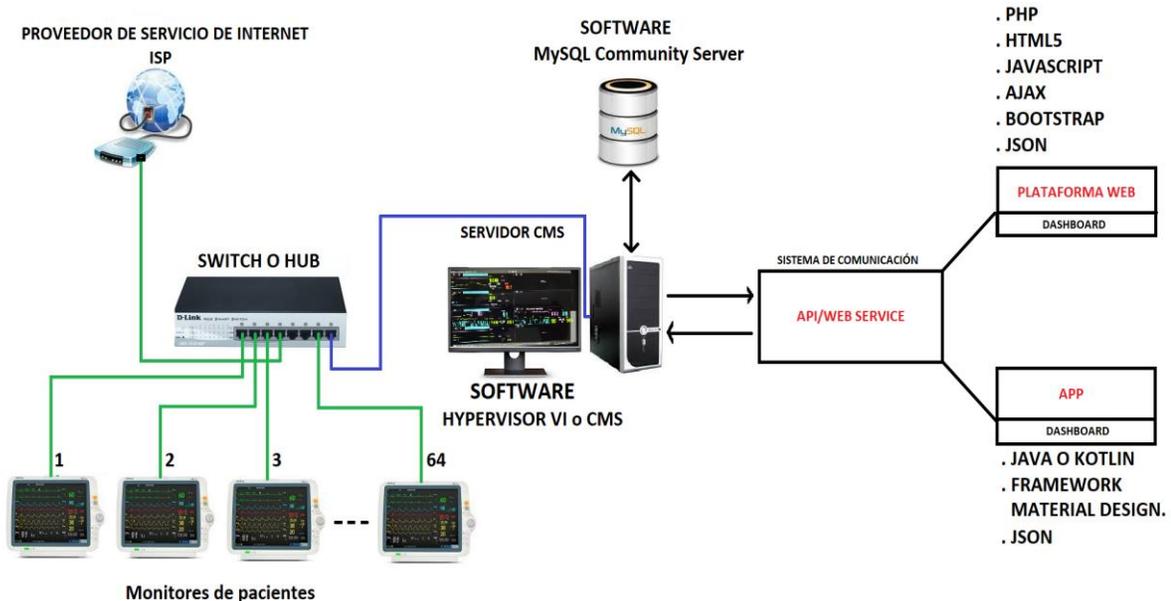


Fig. 10: Esquema representativo de la red para el sistema con acceso local y remoto.

5.9. SOFTWARES UTILIZADOS

- **XAMPP.** Es un paquete de instalación independiente de plataforma, software libre, que consiste principalmente en el sistema de gestión de bases de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguajes de script: PHP y Perl.

- **MySQL.** Es un sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado bajo licencia dual (Licencia pública general/Licencia comercial por Oracle Corporation) y está considerada como la base de datos de código abierto más popular del mundo en general junto a Oracle y Microsoft SQL Server.
- **PHP.** Es un lenguaje de programación que permite el desarrollo web o aplicaciones web dinámicas, el cual es apto para incrustar con HTML. Este lenguaje de programación será el utilizado para el desarrollo de la plataforma web.
- **HTML5.** Es un estándar que sirve como referencia del software que conecta con la elaboración de páginas web en sus diferentes versiones, define una estructura básica y un código (denominado HTML) para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, vídeos, juegos, entre otros.
- **Javascript.** Es un lenguaje ligero, interpretado y orientado a objetos con funciones de primera clase, y mejor conocido como el lenguaje de programación para las páginas Web, pero también se utiliza en muchos entornos que no son de navegador. Es el lenguaje de programación que se puede usar para añadir características interactivas al sitio web. Por ejemplo: juegos, eventos que ocurren cuando los botones son presionados o los datos son introducidos en los formularios, efectos de estilo dinámicos, animación, y mucho más.
- **Java.** Es un lenguaje de programación y una plataforma informática, Java es rápido, seguro y fiable. Desde portátiles hasta centros de datos, desde consolas para juegos hasta súper computadoras, desde teléfonos móviles hasta Internet utilizan Java. Este lenguaje de programación será el utilizado para el desarrollo de la App.
- **MySQL Community Edition.** Es una versión de descarga gratuita de la base de datos de código abierto más popular del mundo que cuenta con el apoyo de una comunidad activa de desarrolladores y entusiastas del código abierto.
- **Framework Bootstrap.** Es un framework front-end utilizado para desarrollar aplicaciones web y sitios mobile first, o sea, con un layout que se adapta a la pantalla del dispositivo utilizado por el usuario.
- **Radmin VPN.** Es un producto gratuito y fácil de utilizar para crear una red privada virtual (VPN, por sus siglas en inglés). El programa permite a los usuarios establecer una conexión segura entre ordenadores a través de Internet como si estuvieran conectados por LAN.
- **Hamachi.** Es un sistema VPN de administración centralizada que consiste en un clúster servidor administrado por el vendedor del sistema y el software cliente, el cual es instalado en los ordenadores de los usuarios. Cada cliente establece y mantiene una conexión de control con el Cluster servidor. Hamachi es un software de virtualización de redes que permite emular una red local (LAN) a los dispositivos conectados por WAN. Dicho de otra manera, con Hamachi se puede generar una red local, aunque los dispositivos se encuentren en distintos lugares repartidos por el mundo. Para ello, Hamachi hace uso de redes privadas virtuales (VPN), que básicamente se basa en la utilización de canales privados extremo a extremo para no tener que pasar por muchos de los saltos que dan las conexiones sin VPN. Esto se traduce en una mayor privacidad y seguridad, entre otras cosas.
- **Teamviewer.** Es una solución todo en uno de acceso remoto rápido y seguro a ordenadores y redes, que ofrece toda una serie de potentes funciones de acceso remoto que facilitan el control remoto, permiten celebrar reuniones y proveer un servicio de asistencia técnica en la nube.

- **AnyDesk.** El software de escritorio remoto de alto rendimiento, permite compartir el escritorio sin latencia, un control remoto estable y una transmisión de datos rápida y segura entre dispositivos.
- **RDP (Remote Desktop Protocol).** Utilizado para habilitar múltiples sesiones de escritorio remoto (RDP) concurrentes en Windows 7.

5.10. PARÁMETROS FISIOLÓGICOS

Cada monitor de paciente por medio de los sensores biométricos puede tomar muestras de las siguientes variables.

Tabla 3. Parámetros fisiológicos.

Parámetros fisiológicos	Umbral normal (estable)	Umbral bajo (inestable)	Umbral alto (inestable)
TEMPERATURA	35 a 37 °C	32.0°C	>=39.0°C
SPO2	98%	90%	100%
RESP	16-20 RPM	8 RPM	39 RPM
PNI/PANI	120/80 mmHg	60 mmHg	140 mmHg
Frecuencia Cardíaca	70 LPM	60 LPM	140 LPM

5.11. CONSIDERACIONES DE USO

- Este dispositivo está destinado a personal médico y de enfermería cualificado para su uso en los lugares especificados. Ninguna persona que carezca de la autorización y la formación necesaria debe utilizar el aparato.
- Las curvas, parámetros fisiológicos y alarmas mostradas en la pantalla del CMS son exclusivamente para referencia del médico y no se pueden usar directamente como base del tratamiento clínico.
- Si alguno de los valores mostrados en la pantalla del CMS es anómalo o cuestionable, determine en primer lugar los signos vitales del paciente mediante un método alternativo y, a continuación, verifique que el CMS y el transmisor telemétrico estén funcionando correctamente.
- El ordenador que ejecuta el software del CMS debe cumplir la normativa local aplicable. El CMS tiene por finalidad exclusiva conectar los monitores.

Nota: Conectar monitores procedentes de otros fabricantes puede provocar que los valores mostrados en el CMS sean imprecisos.

- La vida útil del CMS depende de su Hardware, de manera que se deben evitar los golpes, colisiones o caídas del equipo mientras se maneja el ratón, el teclado y el ordenador; de lo contrario, la vida útil del equipo se reducirá.
- El CMS puede construir una red de área local inalámbrica (WLAN) conectando los monitores. Cuando se transmiten datos con señales de radiofrecuencia inalámbricas (RF), éstas pueden interferir en el medio o en el uso de otros equipos.

- El equipo de RF inalámbrico debe cumplir los estándares y las normativas locales correspondientes.
- Cuando el CMS está transmitiendo datos mediante señales de RF, se pueden perder datos del paciente debido a la interferencia de otras señales de RF.
- Los hospitales que no dispongan de un suministro eléctrico estable deben usar unidades de alimentación ininterrumpida (SAI / uninterruptible power supply, UPS) para alimentar al CMS.
- Se debe ajustar la hora del sistema antes de poner en uso el CMS. Si se modifica la hora del sistema con éste en funcionamiento, los datos almacenados pueden perderse o se puede interrumpir la comunicación de la red.
- Se debe usar únicamente papel térmico para el registrador; de lo contrario, el registrador puede realizar registros de mala calidad, o puede quedar inutilizable o bien el cabezal de impresora del que dispone puede quedar dañado.
- El CMS es capaz de conectar 64 monitores como máximo. El cable que conecta el monitor al concentrador o a la central de conexiones no debe superar los 100 m; si la longitud es superior, se puede producir una sobrecarga en la red o las señales de la red pueden ser débiles, con los consiguientes errores durante la transmisión o presentación de datos.
- La unidad central del CMS se debe someter a mantenimiento cada tres o seis meses. Su funcionamiento continuo y prolongado puede dar lugar a fallos del sistema operativo.
- La unidad central del CMS se debe instalar con el sistema operativo original de Microsoft Windows y los programas estándar de actualización, como los service packs. La instalación de software ilegal puede dar lugar a un funcionamiento anómalo o incorrecto del sistema operativo.
- Cuando imprima datos con una impresora externa, asegúrese de seguir las instrucciones correspondientes de esta impresora. En caso de producirse algún problema durante la impresión, consulte las instrucciones de la impresora.

6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Esta etapa de la investigación esta enfoca en realizar un estudio de factibilidad técnica y económica para optimizar el acceso a la información clínica, por medio de la integración de herramientas informáticas aplicado en la Central de Monitoreo de pacientes. Se realizó un estudio a detalle de todos los componentes físicos y lógicos que conforman un sistema de monitoreo de pacientes, además de dar a conocer las necesidades, retos y dificultades encontradas durante todo el proceso de estudio, así como también sus características, ventajas y desventajas.

Trascender de la forma tradicional de realizar las actividades cotidianas de seguimiento de parámetros clínicos de los pacientes de forma manual a la transformación digital de los procesos y actividades, permitirá innovar el sector, llevándolo a otro nivel, brindándole nuevas experiencias gracias a las bondades del uso apropiado de la tecnología, permitiendo de entrada a los especialistas hacer un mejor trabajo de supervisión de las constantes vitales de los pacientes en cualquier instante y desde cualquier geolocalización; y de esta manera agilizar la toma de decisiones más oportunas para el bienestar de los pacientes.

Para ello y por ser una metodología de investigación flexible y adaptable al escenario de este trabajo, se optó por desarrollar las diferentes fases del proyecto bajo la metodología de Gestión de proyectos AGILE, la cual es una metodología de gestión de proyectos ampliamente usada en el sector IT (Information Technology) y proyectos de organización empresariales, que tiene como principal virtud la flexibilidad y capacidad de modificar el producto a lo largo del proyecto, ya que estos se van usando al mismo tiempo que se desarrollan.

6.1. MATRIZ OPERACIONAL DE LA METODOLOGÍA

Tabla 4. Matriz Metodológica.

Objetivos Específicos	Actividades ejecutadas	Resultados	Materiales
Realizar la planificación de la investigación.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación bibliográfica. • Investigación acerca del estado de la técnica. • Investigación de campo. 	Datos de entrada	Computadora o Smartphone.
Seleccionar el asociado estratégico de la investigación.	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda del aliado para la investigación. • Presentación del perfil del proyecto a las autoridades correspondientes en centro hospitalario. • Explicar las necesidades e implicaciones del presente estudio al personal del centro hospitalario. • Explicar las ventajas del proyecto una vez implementado. • Gestionar los permisos y/o autorizaciones necesarias para conocer la CMS. • Gestionar a través del centro hospitalario con el proveedor de la CMS y biomédicos responsables del equipo el acompañamiento para realizar el estudio aplicado. • Redacción y presentación del Anteproyecto de Investigación. 	<p>Aprobación de Anteproyecto.</p> <p>Autorización del centro hospitalario para realizar el estudio.</p>	Computadora o Smartphone.

Objetivos Específicos	Actividades ejecutadas	Resultados	Materiales
Describir los componentes físicos y lógicos que conforman un sistema de monitoreo de pacientes para optimizar el acceso a la información.	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar información acerca de los dispositivos que componen la CMS. • Describir los dispositivos de la CMS. 	Características del servidor, monitores de pacientes, sensores biométricos, simuladores biomédicos, red, entre otros.	Computadora y CMS (Sistema Central de Monitoreo).
Preparar el servidor de la CMS para obtener acceso desde el exterior y visualizar la información de los pacientes a través de otros dispositivos inteligentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la manera de integrar otras herramientas informáticas para obtener acceso desde el exterior a los datos de los pacientes en el servidor. • Configurar el servidor con los parámetros de red necesarios para habilitarle acceso a Internet. • Configurar los parámetros de red de los monitores de pacientes en el mismo segmento de red del servidor. • Comprobar la correcta comunicación entre los monitores de pacientes y el servidor. • Crear cuenta de usuario con privilegio de administrador. • Configurar Windows 7 para que permita conexión por escritorio remoto. • Instalar complemento a sistema operativo Windows 7 para que permita múltiple sesión concurrentes. • Instalar y configurar software de VPN (Virtual Private Network) para obtener acceso al servidor desde otros dispositivos de forma segura. • Compartir los recursos necesarios en el servidor para su acceso desde el exterior. 	Acceso al servidor por medio de otros dispositivos inteligentes. Visualización del Dashboard en otros dispositivos. Monitoreo a distancia de constantes vitales de pacientes.	Computadora, Smartphone, Tablet, iPad, iPhone, CMS (Sistema Central de Monitoreo).

Objetivos Específicos	Actividades ejecutadas	Resultados	Materiales
	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar y configurar herramientas de acceso remoto rápido y seguro a ordenadores y redes. 		
Obtener el diseño de la base de datos de la CMS.	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso al servidor de la CMS. • Identificación del sistema gestor de base de dato instalado en el servidor. • Búsqueda de los ficheros que conforman la base de dato. • Análisis de los ficheros. • Generar diseños a partir de los ficheros. 	Diseño de la base de datos de la CMS.	Computadora y CMS (Sistema Central de Monitoreo).
Desarrollar la base del sistema de comunicación para integrar las herramientas informáticas.	<ul style="list-style-type: none"> • Selección del lenguaje de programación. • Codificación del sistema de comunicación base. • Pruebas de comunicación con la base de datos (MySQL). • Depuración de la codificación. 	Sistema de comunicación básico.	Computadora y base de datos MySQL.
Establecer los costos que se deriva para su ejecución y puesta en marcha.	<ul style="list-style-type: none"> • Generar el detalle de costos para su implementación. 	Presupuesto	Computadora.
Informe final	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar el informe final. • Presentación de resultados. 	Reporte final. Artículo técnico.	Computadora, papel, impresora.

7. RESULTADOS

7.1. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

cms_masterdb cmsinfo CMSID : int(11) CMSOfficeName : varchar(512) CMShospital : varchar(512)	cms_masterdb patient PatientID : int(11) PatientServerID : int(11) CMSID : int(11) AdmitTime : datetime DischargeTime : datetime IsHistory : tinyint(4) IP : int(11) IPSeq : int(11) DeviceId : bigint(20) BindDeviceId : bigint(20) MachineType : tinyint(4) ProtocolVer : tinyint(4) DeptOffice : varchar(512) BedNO : varchar(512) BedStatus : tinyint(4) DataServerIP : varchar(256) PatientGUID : varchar(512) PatientSurName : varchar(512) PatientName : varchar(512) Sex : tinyint(4) PatientType : tinyint(4) BornDate : datetime Height : float Weight : float BloodType : tinyint(4) Phone : varchar(512) PAddress : varchar(512) PostCode : varchar(512) MedicalNO : varchar(512) DocSurName : varchar(512) DocName : varchar(512) Diagnosis : varchar(1024)	cms_masterdb version Ver : int(11) Name : varchar(512)
cms_masterdb aprecord RecordID : int(11) DeviceId : bigint(20) DeviceName : varchar(100) PatientDepartment : varchar(100) BedNoStr : varchar(100) MacAddr : varchar(100) APName : varchar(100) APShortLocation : varchar(100) APFullLocation : varchar(512) APMacTime : datetime		cms_masterdb patienttransfermergeinfo PatientID : int(11) MergeTime : datetime MergeCMSIP : int(11)
cms_masterdb monitorlist MonitorName : varchar(512) Office : varchar(512) BedNo : varchar(512) IPAddress : varchar(512) DeviceId : bigint(20) BindDeviceId : bigint(20) CMSID : int(11) IsCMS : tinyint(4)		cms_masterdb paramdatatype ParamID : int(11) DataType : int(11) DataLength : int(11)
cms_masterdb apconfig APID : int(11) APName : varchar(100) MACAddr : varchar(100) APShortLocation : varchar(100) APFullLocation : varchar(512)		cms_masterdb config configID : int(11) PatientID : int(11) CMSID : int(11) ConfigValue : varchar(10240) DataType : int(11) Description : varchar(2048)
		cms_masterdb patienttransferinfo PatientID : int(11) TransferGUID : varchar(64) TransferGUIDSeq : int(11)
		cms_masterdb pager PagerID : int(11) PagerNumber : varchar(512) PagerAssign : varchar(512) Tiles : varchar(512)

Fig. 11: Diseño de la base de datos **cms_masterdb**.

Table Name	Fields
cms_patientdatadb. atemplate	ID : int(11) PatientID : int(11) OccurTime : datetime TemplateType : tinyint(4) LeadNum : tinyint(4) LeadType : tinyint(4) ISOPoint : smallint(6) STPoint : smallint(6) JPPoint : smallint(6) RPPoint : smallint(6) STV1 : float STV2 : float STV3 : float STV4 : float STII : float STIII : float STaVF : float STaVR : float STI : float STaVL : float STV5 : float STV6 : float TPV1 : blob TPV2 : blob TPV3 : blob TPV4 : blob TPII : blob TPIII : blob TPaVF : blob TPaVR : blob TPI : blob TPaVL : blob TPV5 : blob TPV6 : blob
cms_patientdatadb. apoonfig	APID : int(11) APName : varchar(100) MACAddr : varchar(100) APShortLocation : varchar(100) APFullLocation : varchar(512)
cms_patientdatadb. alarmrelatedwave	ID : int(11) AlarmID : int(11) WaveID : int(11) WaveData : blob
cms_patientdatadb. anainfo12	ID : int(11) PatientID : int(11) AnalysisTime : datetime HR : int(11) PR : int(11) QRS DUR : int(11) QT : int(11) QTC : int(11) P : int(11) QRS : int(11) T : int(11) RV5 : float SV1 : float RV5SV1 : float DiagnoseResultNumber : int(11) DiagnoseResult : char(128) EcgData : mediumblob PaceData : mediumblob CompressType : smallint(6) Sample : int(11) EcgPaceDataType : smallint(6) RhythmLead : smallint(6)
cms_patientdatadb. omsinfo	CMSID : int(11) CMSOfficeName : varchar(512) CMSHospital : varchar(512)
cms_patientdatadb. apreord	RecordID : int(11) DeviceId : bigint(20) DeviceName : varchar(100) PatientDepartment : varchar(100) BedNoStr : varchar(100) MacAddr : varchar(100) APName : varchar(100) APShortLocation : varchar(100) APFullLocation : varchar(512) APMacTime : datetime
cms_patientdatadb. config	configID : int(11) PatientID : int(11) CMSID : int(11) ConfigValue : varchar(10240) DataType : int(11) Description : varchar(2048)
cms_patientdatadb. oxygenationcalc	ID : int(11) PatientID : int(11) CalcTime : datetime CalcData : blob
cms_patientdatadb. cogroup	GroupID : int(11) OccurTime : datetime PatientID : int(11) COID1 : int(11) COID2 : int(11) COID3 : int(11) COID4 : int(11) COID5 : int(11) COID6 : int(11) COMean : float CIMean : float
cms_patientdatadb. alarmrelatedparam	ID : int(11) AlarmID : int(11) ParamID : int(11) ParamValue : blob ParamStatus : blob MeasureTime : blob
cms_patientdatadb. patient	PatientID : int(11) PatientServerID : int(11) CMSID : int(11) AdmitTime : datetime DischargeTime : datetime IsHistory : tinyint(4) IP : int(11) IPSeq : int(11) DeviceId : bigint(20) BindDeviceId : bigint(20) MachineType : tinyint(4) ProtocolVer : tinyint(4) DeptOffice : varchar(512) BedNO : varchar(512) BedStatus : tinyint(4) DataServerIP : varchar(256) PatientGUID : varchar(512) PatientSurName : varchar(512) PatientName : varchar(512) Sex : tinyint(4) PatientType : tinyint(4) BornDate : datetime Height : float Weight : float BloodType : tinyint(4) Phone : varchar(512) PAddress : varchar(512) PostCode : varchar(512) MedicalNO : varchar(512) DocSurName : varchar(512) DocName : varchar(512) Diagnosis : varchar(1024) SignTime : datetime Signatory : varchar(512) Addition : varchar(512) Face : tinyint(4) IsValidID : tinyint(4) IsProtect : tinyint(4) RoomNO : varchar(512) DocID : varchar(512) IdentityID : varchar(512)
cms_patientdatadb. pager	PagerID : int(11) PagerNumber : varchar(512) PagerAssign : varchar(512) Title : varchar(512)
cms_patientdatadb. alarmlist	AlarmID : int(11) PatientID : int(11) OccurTime : datetime AlarmParamID : int(11) AlarmFlag : tinyint(4) AlarmRange : varchar(64) AlarmSeverity : tinyint(4) IsAlarmLooked : tinyint(4) Description : varchar(256) Ibpxname : varchar(512) PageFlag : tinyint(4)
cms_patientdatadb. patienttransferinfo	PatientID : int(11) TransferGUID : varchar(64) TransferGUIDSeq : int(11)
cms_patientdatadb. monitorlist	MonitorName : varchar(512) Office : varchar(512) BedNo : varchar(512) IPAddress : varchar(512) DeviceId : bigint(20) BindDeviceId : bigint(20) CMSID : int(11) IsCMS : tinyint(4)
cms_patientdatadb. anainfo12ex	ID : int(11) AnaInfoRowID : int(11) bAnaWithAlgPatientInfo : smallint(6) AntiDriftFilterSwitch : smallint(6) Ana12AlgInfo : tinyblob QtoFormula : smallint(6) AnaResultInfo : mediumblob MedianComplex : mediumblob IMultiple : smallint(6) MeasurementsMatrix : mediumblob Reserved : blob

Fig. 12: Diseño de la base de datos cms_patientdatadb.

7.2. ACCESO DESDE DISPOSITIVOS INTELIGENTES Y APLICACIONES DE ACCESO REMOTO

En esta etapa del estudio se realizaron una serie de actividades que se listan a continuación.

1. Visitas al centro hospitalario y específicamente al área de neonatos, lugar donde está instalada la Central de Monitoreo de pacientes.
2. Recopilación de datos acerca de los equipos de la central.
3. Recopilación de datos acerca de los signos vitales que se manejan con la central.
4. Estudio del servidor, software instalado y características del mismo.
5. Instalación de software para acceso remoto.
6. Instalación y configuración de la red VPN Red Privada Virtual.
7. Creación de nuevos usuarios en Windows con privilegios de administrador.
8. Instalar y configurar complemento para habilitar múltiples sesiones de escritorio remoto concurrentes en Windows.
9. Compartir la información necesaria en el servidor para acceder desde el exterior.
10. Extraer los ficheros que conforman la base de datos.
11. Análisis de ficheros de la base de datos.
12. Generar diseño de la base de datos a partir de los ficheros.
13. Habilitarle acceso a Internet al servidor por medio de otro dispositivo inteligente.
14. Configurar monitores de pacientes y servidor con parámetros de red distintos a los establecidos de fábrica.
15. Instalar servidor de aplicaciones PHP para efectuar pruebas de conexión a la base de datos.
16. Instalar cliente GUI para administrar las bases de datos.
17. Recopilar información técnica acerca de los sensores biométricos que utilizan los monitores de pacientes.

En las siguientes ilustraciones se puede apreciar una visita técnica para conocer los monitores.



Fig. 13: Verificación de monitores de signos vitales.



Fig. 14: Dashboard de información de pacientes en el servidor y otros dispositivos.

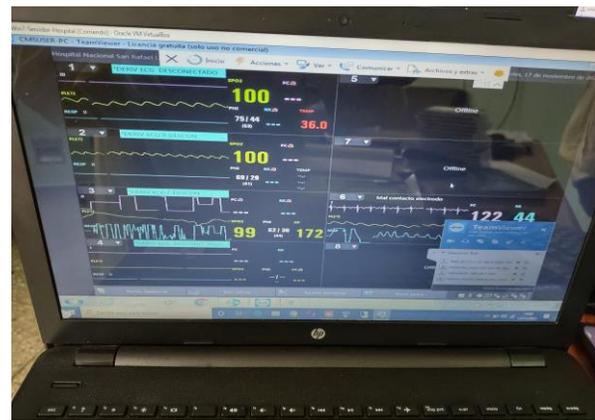


Fig. 15: Monitoreo remoto, Dashboard en iPad y Laptop Notebook.

7.3. ANÁLISIS ECONÓMICO - PRESUPUESTO

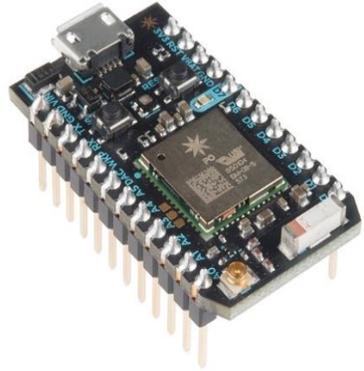
Este tipo de proyectos por su naturaleza y/o área de aplicación les hacen multidisciplinarios y por tales motivos se puede pensar que involucra principalmente dos ramas, por un lado, la parte del desarrollo de software y, por otro lado, la parte electrónica.

En relación a la parte del software que se desarrollara en la etapa dos no se va a requerir mayor inversión debido a que se realizaran dichas herramientas informáticas desde cero por el mismo investigador y los alojamientos de dichas aplicaciones los proporcionaría el mismo centro hospitalario en sus servidores privados.

Para la parte electrónica sí será necesario una pequeña inversión en componentes electrónicos y específicamente para el tema de las alarmas del sistema, que normalmente se activarán y notificarán a los especialistas de la supervisión en el justo momento en que uno o varios parámetros de signos vitales estén fuera de los rangos establecidos como estables.

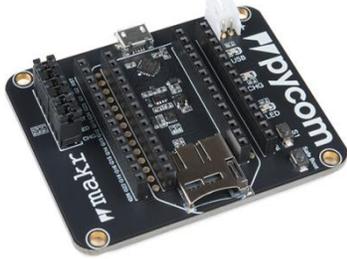
Tabla 5. Listado de materiales.

N°	Cant	Descripción	Especificaciones técnicas	Precio Unitario	Total	Ilustración
1	2	Chips Microcontrolador	μC ATMEGA 328 P-PU DIP 28 PINES. Alimentación 5Vdc.	\$15.00	\$30.00	
2	2	Cristal de cuarzo	16 MHz.	\$1.50	\$3.00	
3	2	Capacitor cerámico	22 pF.	\$0.5	\$1.00	
4	4	Resistencia eléctrica	1. 10 KΩ. 2. ½ watts.	\$0.25	\$1.00	
5	4	Pulsador	Pulsador básico normalmente abierto.	\$0.25	\$1.00	

N°	Cant	Descripción	Especificaciones técnicas	Precio Unitario	Total	Ilustración
6	1	Programador de microcontrolador y memorias universal con 12 adaptadores.	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo universal. • Conexión USB. • adaptadores para Flash EEPROM, nand, AVR y PIC Bios 24 25 93, V9.0. • Modelo: TL866II Plus. • Longitud: 1inch. • Ancho: 1inch • Tipo de material: plastic. • Peso del artículo: 0.2kg. • Voltaje: 12v 	\$150.00	\$150.00	 <p>TL866 II with 12 adapter</p> <p>The illustration shows the TL866 II programmer kit. It includes a main programmer unit with a USB port and a display. Accompanying items are: a PLCC Extractor, a USB Cable, a Software CD, a 1.5V Adapter, a SOP8 IC CLIP, and 12 different IC adapters (PLCC28, PLCC28, SOPS, SOPS, SOPS, SOPS, SOPS, SOPS, SOPS, SOPS, SOPS, SOPS).</p>
7	2	Particle Photon (Headers)	<ul style="list-style-type: none"> • Partícula PØ Módulo wifi • Chip Wi-Fi Broadcom BCM43362. • 802.11b / g / n Wi-Fi. • STM32F205 120Mhz ARM Cortex M3. • 1 MB de memoria flash, 128 KB de RAM. • LED de estado RGB a bordo (unidad externa provista). • 18 GPIO de señal mixta y periféricos avanzados. • Diseño de código abierto. • Sistema operativo en tiempo real (FreeRTOS). 	\$50.00	\$100.00	 <p>The illustration shows a Particle Photon board, a small microcontroller board with a USB port, a Wi-Fi antenna, and various pins.</p>

N°	Cant	Descripción	Especificaciones técnicas	Precio Unitario	Total	Ilustración
8	2	Escudo de batería para tarjeta Photon.	<ul style="list-style-type: none"> • Encabezados y conectores pre-soldados. • Compatible con placa photon y el núcleo. 	\$40.00	\$80.00	
9	2	Lithium Ion Battery - 6Ah (Batería de iones de litio - 6Ah).	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad nominal: 6000 mAh. • Voltaje Nominal: 3.7V. • Corriente de carga máxima: 1C (6000mA). • Corriente de carga normal: 0.2C (1200mA). • Circuito de protección. 	\$50.00	\$100.00	
10	2	SIM900 Quad Band gsm GPRS Shield.	<ul style="list-style-type: none"> • Quad-Band 850/900/1800/1900 MHz: funcionaría en redes GSM en todos los países del mundo. • GPRS multi-slot clase 10/8. • Estación móvil GPRS clase B. • Compatible con GSM fase 2/2+. • Clase 4 (2 W @ 850/900 MHz). • Clase 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz). • Control mediante comandos AT - Comandos estándar: GSM 07.07 y 07.05. 	\$75.00	\$150.00	

N°	Cant	Descripción	Especificaciones técnicas	Precio Unitario	Total	Ilustración
11	2	Antena aérea GSM.	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia: 700-960MHz / 1710-2700MHz • V.S.W.R. : <= 1,5. • Ganancia: 5/6/7/9/10/15dBi • Resistencia de entrada: 50 Ω • Radiación: antena omnidireccional • Conector: SMA • Altura: 16/20/25/29/31/32 cm • Longitud del Cable: 3 metros • Color: Negro • Temperatura de funcionamiento y almacenamiento: -45 A + 75 • Características: Antena de señal de montaje magnético. 	\$25.00	\$50.00	
12	1	Placa de desarrollo Pycom Lopy4.	<ul style="list-style-type: none"> • Potente CPU, BLE y radio WiFi de última generación. • chips Espressif ESP32. • Power: • Entrada: 3,3 V - 5,5 V. • Salida 3v3 capaz de generar hasta 400 mA. • Bluetooth, WiFi, LoRa, Sigfox. 	\$150.00	\$150.00	

N°	Cant	Descripción	Especificaciones técnicas	Precio Unitario	Total	Ilustración
13	1	Placa de Expansion Pycom 3.0.	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentado por batería USB y LiPo. • Conversor PIC de USB a serie personalizado con modo de cargador de arranque automático. • Cargador de batería LiPo (BQ24040), con opciones para dos corrientes de carga diferentes (100mA y 450mA). • TPS2115A con protección de voltaje inverso. • Ranura para tarjeta microSD. • Conector de batería estilo JST. • LED de encendido y LED de estado de carga. • Un LED de usuario y un interruptor de usuario. • Botón para entrar en "modo seguro" fácilmente. 	\$50.00	\$50.00	
14	1	Kit de Antenas Pycom Lora y Sigfox – 915 Mhz.	<ul style="list-style-type: none"> • Bandas LoRa 868MHz / 915MHz. • Se puede utilizar con las placas LoPy, SiPy, LoPy4 y FiP 	\$25.00	\$25.00	
TOTAL \$891.00						

7.4. SISTEMA BASE DE COMUNICACIÓN

Las pruebas realizadas con este sistema de comunicación se efectuaron haciendo uso de otra fuente de datos, base de datos con datos ficticios. La idea de esta base es que en la etapa dos, que comprende el desarrollo de este sistema de comunicación para integrar las diferentes herramientas informáticas de todo el sistema, aplicaciones de la CMS, plataforma web y App, se pueda partir de dicha premisa para agilizar el desarrollo. Se efectuaron pruebas con una base de datos distinta a la que utiliza la Central de Monitoreo debido a que está pendiente obtener los datos de acceso a la misma.

8. CONCLUSIONES

1. La factibilidad y viabilidad de este tipo de proyectos está sujeta a la colaboración estrecha de parte del proveedor y fabricante de la Central de Monitoreo de pacientes, así como también de los especialistas biomédicos y del mismo centro hospitalario para obtener el acceso a los equipos e información necesaria para el éxito del proyecto.
2. Utilizando herramientas de software de terceros se logró hacer una réplica de pantalla de un monitor de signos vitales para observarla desde dispositivos móviles. Esta opción fue posible, sin obtener un acceso directo a la base de datos de la Central de Monitoreo.
3. Actualmente gracias a la tecnología que nos rodea, existen distintos sistemas para la medición de signos vitales de manera remota en diferentes países del mundo y la región, pero, en muchos centros hospitalarios públicos no los hay. Por tanto, se busca brindar con esta investigación un sistema automatizado y eficiente para optimizar dichos procesos de monitoreo y supervisión de signos vitales en pacientes.
4. En una segunda etapa se espera implementar el sistema de comunicación en un centro hospitalario nacional; de tal forma que ya no sería necesaria la presencia física del especialista para estar realizando un chequeo constante de los signos vitales; todo esto conlleva a un mejor aprovechamiento, incorporación y uso de la tecnología para eficientizar los procesos.
5. Los avances y adopción de la tecnología en la sociedad permitirán que diversidad de sectores sean transformados, pasando de la forma cotidiana de realizar operaciones a convertirlos en espacios sofisticados y modernos para realizar sus actividades con la transformación digital.
6. Se ha utilizado el estándar HL7, destacando la mensajería HL7 V2 que se puede encontrar en sistemas de información de salud. Además, conviene seguir de cerca al estándar FHIR, que promete ser el gran heredero en el futuro de la interoperabilidad en salud.

9. RECOMENDACIONES

1. Apropiarse de las bondades que permite la tecnología en los procesos o actividades de monitoreo de pacientes para brindar un servicio de mejor calidad en atención sanitaria, aplica para los especialistas responsable del monitoreo de los pacientes y biomédicos en un centro hospitalario.
2. Definir un protocolo de seguimiento de las constantes vitales de los pacientes por medio de la Central de Monitoreo y dispositivos inteligentes.
3. Buscar la mejora continua e innovación de los procedimientos en los servicios brindados de atención sanitaria, incorporando la tecnología en el equipamiento que se posee en los centros hospitalarios público y privados.
4. Tener en cuenta que desarrollar proyectos de esta índole implica la buena comunicación, tiempo, conocimiento y apertura de todas las partes implicadas, para obtener el acceso al recurso y a la información necesaria de la Central de Monitoreo.

10. GLOSARIO

Sensor biométrico. Es un transductor que transforma un rasgo físico y concreto de un ser humano en una señal eléctrica. Por lo general, el sensor interpreta o mide aspectos como la luz, la temperatura, la velocidad (en el caso de una voz, por ejemplo), y otro tipo de estímulos energéticos.

Red o tecnología ad-hoc. Una red ad hoc se refiere típicamente a cualquier conjunto de redes donde todos los nodos tienen el mismo estado dentro de la red y son libres de asociarse con cualquier otro dispositivo de red ad hoc en el rango de enlace. Una red ad hoc inalámbrica es un tipo de red inalámbrica descentralizada. La red es ad hoc porque no depende de una infraestructura preexistente, como routers o de puntos de accesos en redes inalámbricas administradas.

Patología. Parte de la medicina que estudia los trastornos anatómicos y fisiológicos de los tejidos y los órganos enfermos, así como los síntomas y signos a través de los cuales se manifiestan las enfermedades y las causas que las producen. Rama de la medicina que se enfoca en las enfermedades del ser humano y, del grupo de síntomas asociadas a una determinada dolencia.

Obsolescencia. Es la condición o estado en que se encuentra un producto que ya ha cumplido con una vigencia o tiempo programado para que siga funcionando. Por la imposibilidad de encontrar repuestos, como en el caso de los automóviles o productos electrónicos de consumo.

Equipo biomédico. Cualquier instrumento, aparato, implemento, máquina, implante, software, calibrador, material y otro artículo similar o relacionado, destinado por el fabricante para ser utilizado solo o en combinación, en seres humanos para uno o más de los propósitos específicos de:

- Diagnóstico, prevención, control y tratamiento o alivio de una enfermedad.
- Diagnóstico, control, tratamiento y alivio o compensación de una lesión.
- Investigación, reemplazo, modificación y soporte de la anatomía o de un proceso fisiológico.
- Apoyo o preservación de la vida, etc.

Atención médica. Se conoce como asistencia sanitaria en España y como atención médica, asistencia médica, atención sanitaria, o atención de salud en algunos países latinoamericanos, al conjunto de servicios que se proporcionan al individuo, con el fin de promover, proteger y restaurar su salud.

Biometría. Es la ciencia y la tecnología dedicada a medir y analizar datos biológicos. En el terreno de la tecnología de la información, la biometría hace referencia a las tecnologías que miden y analizan las características del cuerpo humano, como el ADN, las huellas dactilares, la retina y el iris de los ojos, los patrones faciales o de la voz y las medidas de las manos a efectos de autenticación de identidades. Ejemplo de dispositivos biométricos son los escáneres de huellas dactilares.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co. Ltd., «Service Manual (HYPERVISOR VI, Central Monitoring System).», *Shanghai International Holding Corp. GmbH (Europa)*, 2005.
- [2] Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co. Ltd., «Manual de uso (HYPERVISOR VI, Central Monitoring System).», *Shanghai International Holding Corp. GmbH (Europa)*, 2005.
- [3] Bernard Hermant, "Los 5 estándares HL7 fundamentales". [Internet]. Disponible en <https://www.caduceus.es/estandares-hl7-fundamentales/> [Accedido: 10-may-2021]
- [4] José Ramón Pascual, "HL7 un estándar de interoperabilidad en salud". [Internet]. Disponible en <https://www.disrupciontecnologica.com/hl7/?reload=236031> & <https://www.hl7.org/fhir/resourcelist.html> [Accedido: 10-jun-2021].
- [5] HL7 ORG, "HL7 FHIR Release 4, License and Legal Terms". [Internet]. Disponible en <https://www.hl7.org/fhir/license.html> [Accedido: 10-jun-2021].
- [6] HL7 ORG, "RESTfull API, HL7 FHIR". [Internet]. Disponible en <https://www.hl7.org/fhir/http.html> [Accedido: 01-abril-2021].
- [7] HL7 ORG, "Developer Introduction, FHIR". [Internet]. Disponible en <https://www.hl7.org/fhir/overview-dev.html> [Accedido: 01-abril-2021].

12. ANEXOS

12.1. ANEXO 1. MONITOR IMEC 15

Monitor iMEC 15: monitor intuitivo que permite brindar una atención más exhaustiva junto a la cama del paciente.

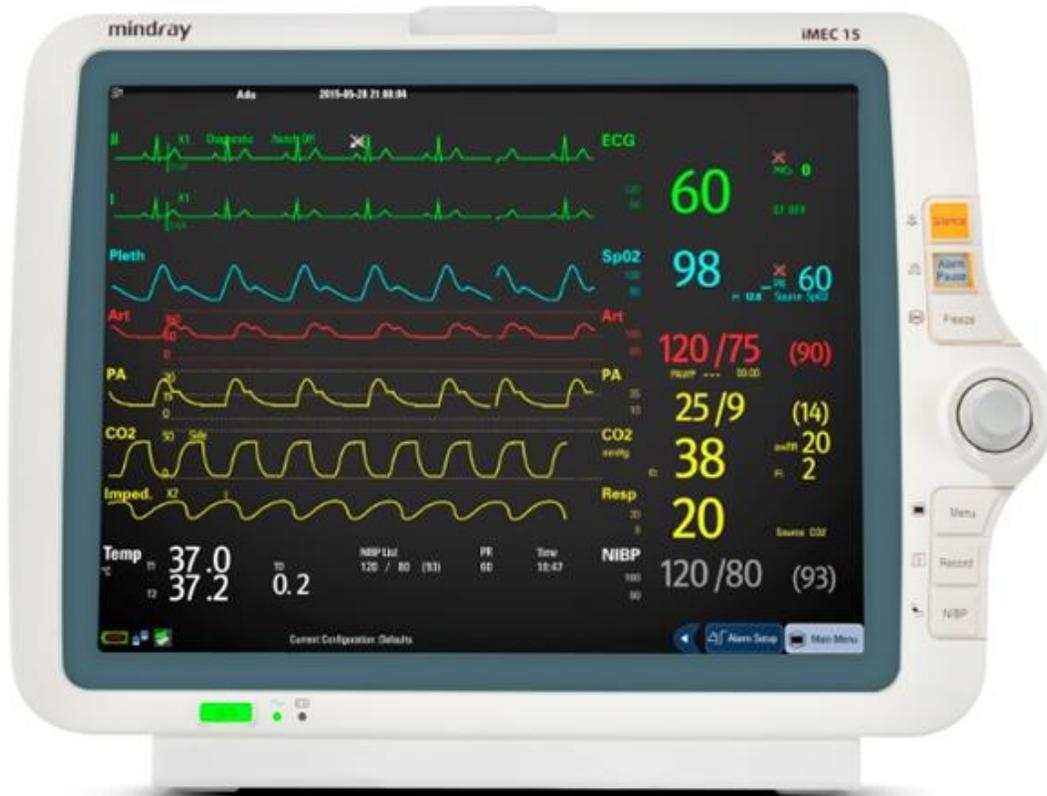


Fig. 16: Monitor iMEC 15

Descripción:

Pantalla grande

El monitor para pacientes iMEC 15 tiene una pantalla a color de 15 pulgadas, que ofrece acceso intuitivo e instantáneo a toda la información del paciente en el punto de atención y permite monitorear la evolución de los pacientes de un modo más rápido y conveniente.

Diseño compacto

El diseño compacto y el peso liviano del monitor para pacientes iMEC 15 facilitan su instalación en diversos entornos clínicos y permiten ahorrar un valioso espacio alrededor de la cama.

Características

- La luz de alarma de 360 grados brinda claras indicaciones de alarma a distancia.
- ECG avanzado de 12 derivaciones en el interior y medición multigas lista.
- La pantalla táctil de 15 y la perilla de navegación facilitan las operaciones del usuario.
- La interfaz de WIFI integrada para servicios de red y roaming inalámbrico.
- El escáner de código de barras y la impresora en red facilitan la admisión del paciente y la generación de informes.
- El diseño sin ventilador contribuye a generar un entorno silencioso y despejado alrededor de la cama.

Sumamente fácil de usar

- La administración de perfiles del usuario permite personalizar rápidamente el monitor.
- Los puertos USB le permiten transferir datos y perfiles de los pacientes.
- La batería de Li-Ion que no requiere mantenimiento brinda hasta 4 horas de energía de respaldo.
- Soluciones de montaje para liberación rápida del equipo para facilitar su instalación y traslado.



Fig. 17: Monitor de pacientes operando en área de neonatos.

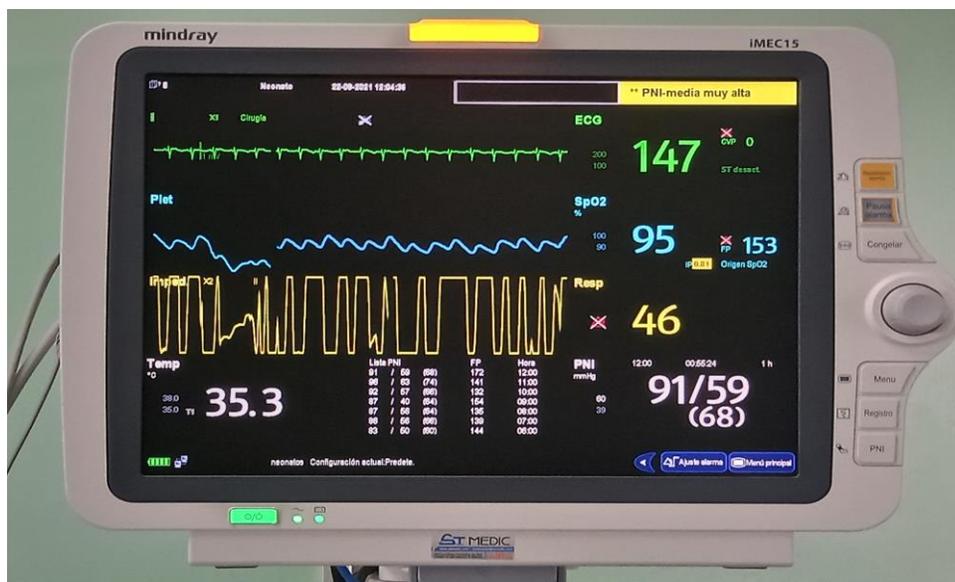


Fig. 18: Monitor de paciente iMEC 15 con su Dashboard de información.

Software en el servidor



Fig. 19: Dashboard del software.

12.2. ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS

Estudio de monitores de signos vitales.



Fig. 20: Estudio de los monitores de pacientes.

Monitoreo a distancia de constante vitales.



Fig. 21: Acceso al Dashboard del servidor a través de otros dispositivos.

SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1. SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400

2. CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.
Tel.: (503) 2440-4348

3. CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y 2334-0768

4. CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298

5. CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión
Tel.: (503) 2668-4700

www.itca.edu.sv

