



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE BIOMEDICINA**

**DESARROLLO DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE TELEMEDICINA
E INGENIERÍA CLÍNICA Y HOSPITALARIA DE LA CARRERA DE BIOMEDICINA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
Ingeniero Biomédico**

AUTOR: ALEX MAURICIO LINCANGO SIMBAÑA

TUTOR: MAYERLY ELVIRA SÁENZ CASALLAS

Quito-Ecuador

2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Alex Mauricio Lincango Simbaña con documento de identificación N° 1721598694 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 22 febrero del año 2024

Atentamente,



Alex Mauricio Lincango Simbaña
1721598694

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Alex Mauricio Lincango Simbaña con documento de identificación No. 1721598694, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo experimental: “Desarrollo de guías de prácticas de laboratorio de Telemedicina e Ingeniería Clínica y Hospitalaria de la carrera de Biomedicina”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Biomédico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 22 de febrero del año 2024

Atentamente,



Alex Mauricio Lincango Simbaña

1721598694

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Mayerly Elvira Sáenz Casallas con documento de identificación N° 1758414393, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Desarrollo de guías de prácticas de laboratorio de Telemedicina e Ingeniería Clínica y Hospitalaria de la carrera de Biomedicina, realizado por Alex Mauricio Lincango Simbaña con documento de identificación N° 1721598694, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 22 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ing. Mayerly Elvira Sáenz Casallas, MSc

1758414393

Dedicatoria

En primer lugar, quiero dedicar estas palabras a Dios, quien ha sido mi guía constante y mi fuente de fortaleza y sabiduría en este exigente camino académico.

A mi querida madre, Verónica Lincango, le dedico este logro. A pesar de mis errores y malas decisiones, ella ha sido mi apoyo incondicional, brindándome aliento y motivación para seguir adelante.

A mis estimados docentes, les dedico mi más sincero agradecimiento. Su dedicación, orientación y enseñanzas invaluable han sido pilares fundamentales en mi desarrollo académico.

Alex Lincango

Resumen

El presente proyecto se centra en el diseño e implementación de guías de laboratorio para las asignaturas de Telemedicina e Ingeniería Clínica y Hospitalaria, pertenecientes a la carrera de Biomedicina ofertada por la Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito, Campus Girón. Se emplearon diversas herramientas, entre las cuales se incluyeron, los Sistemas de Información Hospitalaria (HIS), plataformas de servicio en la nube como Amazon Web Services (AWS), sistemas de gestión de base de datos como MySQL y aplicaciones de mensajería ligera.

La primera fase del proyecto se enfoca en el diseño y creación de las guías. Cada una de estas fueron desarrolladas siguiendo el plan analítico con los resultados de aprendizaje e indicadores de logro establecidos en cada asignatura. Se seleccionaron los temas principales de cada unidad y se consideraron la cantidad de horas de Componentes Prácticas de Aplicación y Experimentación de Aprendizaje (CPAE) para la selección de la cantidad de prácticas a realizar.

En el capítulo 2 se encuentra la primera fase del proyecto, la cual se enfoca en el diseño y creación de las guías. Cada una de estas fue desarrollada siguiendo el plan analítico con los resultados de aprendizaje e indicadores de logro establecidos en cada asignatura. Se seleccionaron los temas principales de cada unidad y se consideraron la cantidad de horas de Componentes Prácticas de Aplicación y Experimentación de Aprendizaje (CPAE) para la selección de la cantidad de prácticas a realizar.

En el capítulo 3 se encuentra la segunda y tercera fase del proyecto que consiste en la implementación de cada una de las guías diseñadas. Así mismo se encuentran los resultados de la ejecución de las guías con los grupos que cursaron las asignaturas de Ingeniería Clínica y Hospitalaria, así como de Telemedicina del periodo 63. Finalmente, se evalúa el nivel de aprendizaje adquirido por los estudiantes y los resultados de la encuesta aplicada mediante la herramienta Google Forms, cuyas percepciones y experiencias se presentan a través de un análisis estadístico.

Palabras clave: (Biomedicina, Telemedicina, Ingeniería Clínica y Hospitalaria, Guías, Plan analítico, Indicador de logro).

Abstract

The present project focuses on the design and implementation of laboratory guides for the subjects of Telemedicine and Clinical and Hospital Engineering, belonging to the Biomedicine program offered by the Salesian Polytechnic University, Quito campus, Girón Campus. Various tools were utilized, including Hospital Information Systems (HIS), cloud service platforms such as Amazon Web Services (AWS), database management systems like MySQL, and lightweight messaging applications.

The first phase of the project centers on the design and creation of the guides. Each guide was developed following an analytical plan with the learning outcomes and achievement indicators established for each subject. The main topics of each unit were selected, and the amount of hours of Practical Application and Learning Experimentation Components (CPAE) were considered for determining the number of practices to be conducted.

Chapter 2 encompasses the first phase of the project, which focuses on the design and creation of the guides. Each guide was developed following an analytical plan with the learning outcomes and achievement indicators established for each subject. The main topics of each unit were selected, and the amount of hours of Practical Application and Learning Experimentation Components (CPAE) were considered for determining the number of practices to be conducted.

Chapter 3 covers the second and third phases of the project, involving the implementation of each of the designed guides. Also included are the results of executing the guides with the groups enrolled in the Clinical and Hospital Engineering, as well as Telemedicine subjects of period 63. Finally, the level of learning acquired by the students is assessed, along with the results of the survey administered through the Google Forms tool, whose perceptions and experiences are presented through statistical analysis.

Keywords:(Biomedicine, Telemedicine, Clinical and Hospital Engineering, Guides, Analytical plan, Achievement indicator)

Contenido

Resumen	VI
Lista de símbolos	XIV
Justificación	XV
Importancia y alcances	XVI
Objetivos	XVII
1. Introducción	1
2. Capítulo 1: Descripción del programa analítico de las asignaturas	3
2.1. Ingeniería Clínica y Hospitalaria	3
2.1.1. UNIDAD 1 - Introducción a los sistemas de información hospitalaria.	4
2.1.2. UNIDAD 2 - Gestión de la tecnología y procesos de adquisición de equipos médicos.	5
2.1.3. UNIDAD 3 - Gestión de mantenimiento de equipos hospitalarios. . .	7
2.1.4. UNIDAD 4 - Gestión de la provisión de servicios, riesgos y seguridad laboral.	9
2.2. Telemedicina	10
2.2.1. UNIDAD 1 - Introducción a la informática médica y telemedicina. . .	11
2.2.2. UNIDAD 2 - TICs en salud y aplicaciones clínicas.	12
2.2.3. UNIDAD 3 - Requerimientos, estándares y protocolos de sistemas de telemedicina.	13
2.3. UNIDAD 4 - Elementos éticos y legales asociados a la telemedicina	15
3. Capítulo 2: Diseño de las guías de laboratorio.	17
3.1. Ingeniería clínica y hospitalaria	18
3.1.1. Tema: Configuración y gestión de citas Online con el software de sis- tema de información hospitalaria Solismed (Anexo B).	18
3.1.2. Tema: Instalación del sistema de gestión empresarial Odoo (ERP) Pt.1 (Anexo C).	19
3.1.3. Tema: Gestión de órdenes de trabajo para mantenimiento de equipos médicos usando el software Odoo Pt.2 (Anexo D).	19

3.1.4.	Tema: Implementación de facturación electrónica con el Sistema de información Hospitalaria OpenEMR (Anexo E).	20
3.1.5.	Tema: Elaboración de Modelos de procesos para la gestión de adquisición de Equipos Médicos empleando la notación gráfica BPMN (Anexo F).	20
3.1.6.	Tema: Desarrollo de un programa para automatizar la Matriz de Decisión Pugh (Anexo G).	21
3.1.7.	Tema: Desarrollo de una aplicación para calcular el índice de mantenimiento preventivo empleando JavaScript para equipos médicos de una clínica privada (Anexo H).	22
3.1.8.	Tema: Desarrollo de una aplicación para calcular el valor de la carga laboral mensual empleando JavaScript para el personal de mantenimiento de equipos médicos de una empresa privada (Anexo I).	23
3.1.9.	Tema: Desarrollo de una aplicación para calcular el indicador clave de rendimiento (KPI 1) tiempo medio entre fallas (MTBF) empleando JavaScript para equipos médicos de una clínica privada (Anexo J).	23
3.1.10.	Tema: Identificación de señaléticas para riesgos biológicos, químicos y físicos en entornos de laboratorios (Anexo K).	24
3.2.	Telemedicina	25
3.2.1.	Tema: Elaboración de modelo de Procesos para comprender el envío de datos a un aplicativo empleando la notación gráfica BPMN (Anexo M).	25
3.2.2.	Tema: Simulación de envío de datos fisiológicos a aplicativo móvil empleando el software Proteus (Anexo N).	25
3.2.3.	Tema: Diseño de una infraestructura de comunicación de red LAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario (Anexo Ñ).	26
3.2.4.	Diseño de una infraestructura de comunicación de red WLAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario (Anexo O).	27
3.2.5.	Tema: Establecer Conexión Segura entre ESP32 y AWS IoT Core a través de Configuración de Certificados y Políticas de Seguridad (Anexo P).	27
3.2.6.	Tema: Desarrollo de un sistema para monitoreo remoto de temperatura mediante el uso del microcontrolador ESP32 y PHP para el almacenamiento de datos en MySQL (Anexo Q).	28
3.2.7.	Tema: Monitorización de la temperatura y humedad en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) utilizando el panel de control de la aplicación IoT MQTT y el microcontrolador ESP32 (Anexo R).	29

3.2.8.	Tema: Desarrollo de un sistema de Monitoreo Remoto de Temperatura y Humedad con ESP32: Integrando el Protocolo HL7 y su visualización en el Panel de Control de la Aplicación IoT MQTT, en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). (Anexo S)	30
3.2.9.	Tema: Implementación del modelo de gestión de consentimiento informado en aplicaciones de tratamiento de datos médicos empleando APP INVENTOR (Anexo T).	31
4.	Capítulo 3: Implementación de las guías de laboratorio	33
4.1.	Ingeniería clínica y hospitalaria	33
4.1.1.	Tema: Configuración y gestión de citas Online con el software de sistema de información hospitalaria Solismed (Anexo B).	33
4.1.2.	Tema: Instalación del sistema de gestión empresarial ODOO (ERP) Pt.1 (Anexo C).	34
4.1.3.	Tema: Gestión de órdenes de trabajo para mantenimiento de equipos médicos usando el software OdoO Pt.2 (Anexo D)	35
4.1.4.	Tema: Implementación de facturación electrónica con el Sistema de información Hospitalaria OpenEMR (Anexo E).	35
4.1.5.	Tema: Elaboración de Modelos de procesos para la gestión de adquisición de Equipos Médicos empleando la notación grafica BPMN (Anexo F).	36
4.1.6.	Tema: Desarrollo de un programa para automatizar la Matriz de Decisión Pugh (Anexo G)	37
4.1.7.	1. Tema: Desarrollo de una aplicación para calcular el índice de mantenimiento preventivo empleando JavaScript para equipos médicos de una clínica privada (Anexo H)	37
4.1.8.	Tema: Desarrollo de una aplicación para calcular el valor de la carga laboral mensual empleando JavaScript para el personal de mantenimiento de equipos médicos de una empresa privada (Anexo I).	38
4.1.9.	Tema: Desarrollo de una aplicación para calcular el indicador clave de rendimiento (KPI 1) tiempo medio entre fallas (MTBF) empleando JavaScript para equipos médicos de una clínica privada (Anexo J).	39
4.1.10.	Tema: Identificación de señaléticas para riesgos biológicos, químicos y físicos en entornos de laboratorios (Anexo K).	40
4.2.	Telemedicina.	40
4.2.1.	Tema: Elaboración de modelo de Procesos para comprender el envío de datos a un aplicativo empleando la notación grafica BPMN (Anexo M).	40
4.2.2.	Tema: Simulación de envío de datos fisiológicos a aplicativo móvil empleando el software Proteus (Anexo N).	41

4.2.3.	Tema: Diseño de una infraestructura de comunicación de red LAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario. (Anexo Ñ)	42
4.2.4.	Tema: Diseño de una infraestructura de comunicación de red WLAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario (Anexo O)	42
4.2.5.	Tema: Establecer Conexión Segura entre ESP32 y AWS IoT Core a través de Configuración de Certificados y Políticas de Seguridad (Anexo P)	43
4.2.6.	Tema: Desarrollo de un sistema para monitoreo remoto de temperatura mediante el uso del microcontrolador ESP32 y PHP para el almacenamiento de datos en MySQL (Anexo Q).	44
4.2.7.	Tema: Monitorización de la temperatura y humedad en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) utilizando el panel de control de la aplicación IoT MQTT y el microcontrolador ESP32 (Anexo R).	45
4.2.8.	Tema: Desarrollo de un sistema de Monitoreo Remoto de Temperatura y Humedad con ESP32: Integrando el Protocolo HL7 y su visualización en el Panel de Control de la Aplicación IoT MQTT, en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). (Anexo S)	45
4.2.9.	Tema: Implementación del modelo de gestión de consentimiento informado en aplicaciones de tratamiento de datos médicos empleando APP INVENTOR (Anexo T)	46
4.3.	Pruebas de usabilidad	47
5.	Conclusiones y recomendaciones	52
5.1.	Conclusiones	52
5.2.	Recomendaciones	52
A.	Anexo: Plan analítico de la asignatura de Ingeniería clínica y hospitalaria	54
B.	Anexo: Configuración y Gestión de citas Online con el software de sistema de información hospitalaria Solismed	57
C.	Anexo : Instalación del sistema de gestión empresarial Odoos (ERP) Pt.1	73
D.	Anexo: Gestión de órdenes de trabajo para mantenimiento de equipos médicos usando el software Odoos Pt.2	85
E.	Anexo: Implementación de facturación electrónica con el Sistema de información Hospitalaria OpenEMR	105

F. Anexo: Elaboración de Modelos de procesos para la gestión de adquisición de Equipos Médicos empleando la notación gráfica BPMN	119
G. Anexo: Desarrollo de un programa para automatizar la Matriz de Decisión Pugh	132
H. Anexo: Desarrollo de una aplicación para calcular el índice de mantenimiento preventivo empleando javascript para equipos médicos de una clínica privada	145
I. Anexo: Desarrollo de una aplicación para calcular el valor de la carga laboral mensual empleando javaScript para el personal de mantenimiento de equipos médicos de una empresa privada.	159
J. Anexo: Desarrollo de una aplicación para calcular el indicador clave de rendimiento (KPI 1) tiempo medio entre fallas(MTBF) empleando javascript para equipos médicos de una clínica privada	173
K. Anexo: Identificación de señalética para riesgos biológicos, químicos y físicos en entornos de laboratorios	186
L. Anexo: Plan analítico de la asignatura de Telemedicina	193
M. Anexo: Elaboración de modelo de Procesos para comprender el envío de datos a un aplicativo empleando la notación gráfica BPMN	196
N. Anexo: Simulación de envío de datos fisiológicos a aplicativo móvil empleando el software Proteus	207
Ñ. Anexo: Diseño de una infraestructura de comunicación de red LAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario	224
O. Anexo: Diseño de una infraestructura de comunicación de red WLAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario	237
P. Anexo: Establecer Conexión Segura entre ESP32 y AWS IoT Core a través de Configuración de Certificados y Políticas de Seguridad	250
Q. Anexo: Desarrollo de un sistema para monitoreo remoto de temperatura mediante el uso del microcontrolador ESP32 y PHP para el almacenamiento de datos en MySQL	266

R. Anexo: Monitorización de la temperatura y humedad en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) utilizando el panel de control de la aplicación IoT MQTT y el microcontrolador ESP32	278
S. Anexo: Desarrollo de un sistema de Monitoreo Remoto de Temperatura y Humedad con ESP32: Integrando el Protocolo HL7 y su visualización en el Panel de Control de la Aplicación IoT MQTT, en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)	293
T. Anexo: Implementación del modelo de gestión de consentimiento informado en aplicaciones de tratamiento de datos médicos empleando APP INVENTOR	312
Bibliografía	327

Lista de símbolos

Subíndices

Subíndice	Término
T	Tiempo transcurrido desde el último mantenimiento.
t	Tiempo transcurrido entre mantenimientos.
P	Productividad.

Abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>HIS</i>	Sistema de información hospitalaria.
<i>EMR</i>	Registro médico electrónico.
<i>EPR</i>	Planificación de Recursos Empresariales.
<i>IMP</i>	Índice de mantenimiento preventivo.
<i>EM</i>	Número de gestión de equipos.
<i>CLi</i>	Carga laboral mensual disponible por especialista (i).
<i>AWS</i>	Amazon Web Services.
<i>IoT</i>	Internet de las Cosas.
<i>MQTT</i>	Message Queuing Telemetry Transport.
<i>HTML</i>	Lenguaje de Hipertexto.
<i>PHP</i>	Hypertext Preprocessor.
<i>MySQL</i>	Structured Query Language.

Justificación

La necesidad de integrar conocimientos teóricos con destrezas prácticas en el ámbito de la Biomedicina se hace cada vez más evidente en el panorama actual. Con el constante avance tecnológico y el creciente protagonismo de la telemedicina, resulta fundamental que los estudiantes no solo comprendan los conceptos teóricos, sino que también puedan aplicarlos en situaciones reales.

A pesar de que la Universidad Politécnica Salesiana ofrece asignaturas como Telemedicina e Ingeniería Clínica y Hospitalaria, es común que los estudiantes carezcan de la experiencia práctica necesaria. Esta carencia se torna aún más preocupante dada la rápida evolución tecnológica.

El propósito de este proyecto radica en la elaboración de detalladas guías de prácticas de laboratorio que aborden esta brecha entre teoría y práctica, respaldadas por herramientas educativas pertinentes, que permite a los estudiantes adquirir las habilidades prácticas necesarias en áreas de Telemedicina e Ingeniería Clínica y Hospitalaria. De este modo, se busca reforzar la formación académica de los estudiantes y prepararlos para afrontar los desafíos y exigencias del campo profesional, que está en constante evolución.

Importancia y alcances

La conexión entre la teoría y la práctica en Telemedicina para los estudiantes de Biomedicina es fundamental para el desarrollo de habilidades específicas, como por ejemplo en el manejo de teleconsultas y la gestión de datos médicos. La integración de guías de laboratorio, que incorporen el uso de la plataforma AWS, proporciona a los estudiantes una experiencia práctica significativa en el manejo, envío, procesamiento y almacenamiento de datos clínicos. Estas guías les permitirá sumergirse en la aplicación práctica de la Telemedicina.

En el ámbito de la Ingeniería Clínica y Hospitalaria, la conexión entre la teoría y la práctica es igual de esencial, la importancia de integrar herramientas como Odo y Solismed en las prácticas de guías de laboratorios radica en la capacidad de ofrecer conocimiento práctico en la gestión y administración en entornos clínicos. Estas herramientas permitirán a los estudiantes familiarizarse con el funcionamiento y operación de los sistemas de información hospitalaria, desde la administración de inventariado hasta el agendamiento de citas médicas.

Además, también implementar el uso de la herramienta BPMN permite a los estudiantes simular el proceso de adquisición de equipos médicos, ayudándolos a comprender los pasos fundamentales a la hora de la toma de decisiones para la compra de dispositivos médicos.

Como alcancesse pretende redactar guías detalladas de prácticas de laboratorio para la carrera de Biomedicina, sede Quito campus el Girón, basándose en modelos educativos para las asignaturas de Telemedicina e Ingeniería Clínica y Hospitalaria guiándose del plan analítico de cada asignatura. Esto permitirá una mejor alineación entre la teoría impartida en clases y las prácticas en los laboratorios, para que los estudiantes obtengan una formación integral y aplicada a las necesidades actuales del campo Biomédico.

Otro alcance adicional que se pretende con el resultado directo del desarrollo de las guías de las asignaturas de Telemedicina e Ingeniería Clínica y Hospitalaria, es que un futuro buscar la posibilidad de adquirir nuevas herramientas educativas para los laboratorios de la carrera de Biomedicina de la Universidad Politécnica Salesiana. que permitan a los estudiantes actualizar sus conocimientos teórico-prácticos Preparándolos para el campo laboral.

Objetivos

- Objetivo General

Desarrollar guías de prácticas de laboratorio de las asignaturas de telemedicina e ingeniería clínica y hospitalaria para la carrera de Biomedicina.

- Objetivos Específicos

1. Diseñar e implementar guías de laboratorio para la asignatura de ingeniería clínica y hospitalaria, integrando herramientas como los sistemas de información Hospitalaria Odo y Solismed, de acuerdo a los indicadores de logro y al plan de estudios establecidas por la carrera de Biomedicina.
2. Diseñar e implementar guías de laboratorio de la asignatura de telemedicina integrando la plataforma en la nube Amazon Web Services (AWS), de acuerdo a los indicadores de logro y al plan de estudios establecidas por la carrera de Biomedicina.
3. Realizar pruebas de usabilidad de las prácticas implementadas de las asignaturas de telemedicina e ingeniería clínica y hospitalaria para determinar el grado de aprendizaje adquirido por los estudiantes de la carrera de Biomedicina

1. Introducción

En el campo de la ingeniería biomédica, se destacan dos áreas importantes, como son la telemedicina y la ingeniería clínica y hospitalaria, donde ambas desempeñan un papel fundamental en la optimización de los servicios de salud, en el caso de la telemedicina encargada de proveer asistencia médica a los pacientes mediante el uso de tecnologías de telecomunicaciones (TIC's) como aplicaciones móviles de salud, o sistemas de almacenamiento en la nube, con el propósito de garantizar calidad, accesibilidad y eficiencia en la atención médica, consultas en línea o monitoreo de pacientes de forma remota, mientras que, por otro lado, la ingeniería clínica asume la responsabilidad del desarrollo, gestión e implementación de los equipos médicos que estarán en contacto directo e indirecto con el paciente.

Para lograr todos los beneficios en el ámbito de la salud, es primordial contar con profesionales biomédicos capacitados, por lo que la Universidad Politécnica Salesiana oferta la carrera de Biomedicina, la cual ofrece a los estudiantes la oportunidad de llevar a cabo prácticas de laboratorio de diversas asignaturas de la malla curricular pertinente a la carrera, para proveer una formación práctica integral a los estudiantes, como es en el caso de las asignaturas de Telemedicina e Ingeniería Clínica y Hospitalaria.

Sin embargo, debido a múltiples factores como son el constante avance tecnológico, equipamiento nuevo, la llegada de nuevos docentes con enfoques metodológicos diferentes, e incluso la escasez de guías de laboratorio que aborden los principios fundamentales de las asignaturas de Telemedicina e Ingeniería Clínica, limita el aprendizaje práctico de los estudiantes, afectando su preparación para abordar los retos y demandas del campo biomédico.

Pensando en ello el presente proyecto tiene como objetivo desarrollar guías de prácticas de laboratorio de las asignaturas de telemedicina e ingeniería clínica y hospitalaria, destinadas para los estudiantes de la carrera de Biomedicina, tomando en cuenta, el calendario académico, la cantidad de laboratorios disponibles semanalmente y las horas asignadas por cada sesión, logrando así desarrollar las guías de laboratorio de cada asignatura, con una estructura integral, para proporcionar a los estudiantes una herramienta completa, con sus propios objetivos, marco teórico, materiales, procedimiento, actividades, conclusiones, recomendaciones y con sus respectivas referencias.

Para una mejor comprensión la estructura de este proyecto se presenta de la siguiente manera:

Capítulo 1 se resumen las definiciones claves del plan analítico de cada asignatura, tomando en cuenta los temas fundamentales de cada unidad, los cuales están implementadas en las guías de laboratorio.

Capítulo 2 se enfoca en la descripción detallada de la metodología aplicada en cada una de las prácticas de las cuatro unidades, tanto para la asignatura de Telemedicina como la de Ingeniería Clínica y Hospitalaria, centrándose en los temas principales de cada unidad, los resultados de aprendizaje y cumpliendo con los indicadores de logro.

Capítulo 3 se centra en la implementación práctica de las guías de laboratorio en estudiantes que estén cursando las asignaturas de Telemedicina e Ingeniería Clínica, con el objetivo de evaluar el grado de aprendizaje adquirido por los estudiantes a través de la aplicación de estas guías.

2. Capítulo 1: Descripción del programa analítico de las asignaturas

En este capítulo, se enfoca en describir detalladamente el programa analítico de las asignaturas de Telemedicina e Ingeniería Clínica y Hospitalaria, mediante la revisión bibliográfica de cada uno de los temas tratados en las guías de cada asignatura dentro de sus respectivas unidades.

Es importante destacar que la asignatura de Ingeniería Clínica y Hospitalaria ofrece un total de 96 horas de aprendizaje durante el semestre, que equivale a 16 semanas de clases. Estas horas se dividen en 48 horas de aprendizaje en contacto con el docente, 48 horas de aprendizaje práctico experimental y 24 horas de aprendizaje autónomo.

Por otro lado, la asignatura de Telemedicina ofrece un total de 80 horas de aprendizaje durante el semestre, también correspondiente a 16 semanas de clases. Esta distribución incluye 32 horas de aprendizaje en contacto con el docente, 16 horas de aprendizaje práctico experimental y 32 horas de aprendizaje autónomo.

2.1. Ingeniería Clínica y Hospitalaria

La Ingeniería Clínica, agrupa conocimientos científicos y tecnológicos, junto con una gestión administrativa eficaz, para asegurar un entorno de salud seguro, no solo centrándose en la tecnología médica, sino que también aborda aspectos fundamentales como la gestión de riesgos, la calidad y el cumplimiento normativo.

En cada centro de salud, la ingeniería clínica desempeña un papel crucial al instaurar y mantener estándares rigurosos para la selección de equipos médicos, abarcando desde la evaluación de las necesidades del centro hasta la adquisición de tecnologías actualizadas, su instalación e implementación de programas de mantenimiento preventivo para garantizar un rendimiento óptimo a lo largo del tiempo. [8]

Las unidades incluidas en el programa analítico de la asignatura de Ingeniería Clínica y Hospitalaria son las que se presentan a continuación.

2.1.1. UNIDAD 1 - Introducción a los sistemas de información hospitalaria.

En la Unidad 1 aborda la introducción a los sistemas de información hospitalaria, que incluye la definición de un sistema de información y los diferentes tipos que existen, además se analizan los requerimientos tecnológicos necesarios para la implementación efectiva de un sistema de información hospitalaria. Esta unidad proporciona una visión general esencial para comprender la importancia y el funcionamiento de los sistemas de información en el contexto hospitalario.

En esta unidad, los resultados de aprendizaje de la asignatura correspondientes son:

- Conoce la normativa asociada a la infraestructura hospitalaria.
- Conoce e identifica los requerimientos informáticos que requiere una instalación hospitalaria.

Mientras que el indicador de logro perteneciente a esta unidad es:

- comprende la importancia de los sistemas de información hospitalaria.

Los sistemas de información hospitalarias, conocidos también como HIS, son programas informáticos diseñados para respaldar las actividades operativas, tácticas y estratégicas dentro de clínicas u hospitales, permitiendo el almacenamiento, la comunicación y el procesamiento de información tanto administrativa como clínica, contribuyendo así a una gestión más eficiente y efectiva de los recursos hospitalarios. [32]

Estos sistemas se clasifican en tres tipos concretos dentro del entorno hospitalario que son los que se muestran a continuación

- Front Office: Estos aplicativos están centrados en la interacción externa de la empresa o institución, comúnmente utilizados por áreas que se encuentran en contacto directo con el paciente o encargadas de la atención al cliente.[32]
- Back to Office: Herramientas utilizadas internamente y no están directamente relacionadas con el paciente, si no que son comunmente empleados principalmente en la gestión administrativa, contabilidad, mantenimiento de equipos, inventariado, entre otros. [32]
- Sistemas Clínicos: Sistemas que juegan un papel estratégico para los profesionales de la salud, facilitando la gestión de órdenes médicas tanto a nivel administrativo como operativo.[24]

En la red se encuentran una gran variedad de softwares de sistemas de información hospitalaria, algunos ejemplos son los siguientes.

1. Solismed: Es un software de salud de código abierto que ofrece una amplia gama de características que permiten ahorrar tiempo y aumentar la productividad. Este tipo de software proporciona una interfaz de usuario intuitiva y de fácil uso, facilitando su adopción y optimizando la eficiencia en entornos de atención médica. [33]
2. OpenEMR: Es un software de código abierto y gratuito, que permite a los usuarios de atención médica, gestionar, citas, registro de pacientes, facturación, entre otras actividades administrativas de manera eficaz. A demás cuenta con menús totalmente personalizables. [20]
3. OdooePR: Es un sistema de planificación de recursos empresariales y gestión, open Source, cuenta con una gran cantidad de módulos conectados entre sí, que facilitan la gestión de una empresa. [17]

2.1.2. UNIDAD 2 - Gestión de la tecnología y procesos de adquisición de equipos médicos.

En la Unidad 2, aborda la gestión de la tecnología y los procesos de adquisición de equipos médicos, aspecto crucial para el funcionamiento efectivo de cualquier institución de salud, desde la evaluación inicial de las necesidades hasta la puesta en servicio y seguimiento de los equipos, se abordan detalladamente cada etapa del proceso de adquisición. Esta unidad proporciona una visión integral de cómo planificar, adquirir e implementar equipos médicos de manera efectiva, asegurando así la provisión de servicios de salud de alta calidad.

En esta unidad, los resultados de aprendizaje de la asignatura correspondientes son:

- Conoce e identifica el proceso de adquisición de equipos médicos.
- Analiza e identifica los requerimientos tecnológicos que se adaptan a una instalación hospitalaria.

Mientras que el indicador de logro perteneciente a esta unidad es:

- Comprende como se realizan los procesos de gestión de adquisición de equipos médicos.

Los procesos para obtener equipos médicos se llevan a cabo mediante la evaluación tecnológica, la cual es un proceso clave que evalúa tecnologías considerando su eficacia, impacto, costo, viabilidad y beneficio. El propósito es determinar si una tecnología es adecuada para satisfacer necesidades específicas, lo que requiere la recopilación y análisis de datos técnicos, sociales y ambientales. Estos datos son esenciales para tomar decisiones en la adquisición o implementación de equipos médicos. [22]

Según el Ministerio de Salud Pública (MSP)[25] equipamiento biomédico es cualquier instrumento, artefacto, aparato u otro artículo, usado solo o en combinación, incluyendo accesorios, programas informáticos, componentes que participen en su buen desempeño y contribuyan para prevenir, diagnosticar, o tratar afecciones u enfermedades. Pueden contener mecanismos hidráulicos, eléctricos y/o electrónicos como por ejemplo, monitores multiparamétricos, rayos x, máquinas de anestesia etc. [25]

Existen 12 pasos para la adquisición de equipos médicos, los cuales se detallan a continuación.

1. **Definir las necesidades del centro clínico u hospital:** Evaluar nuevas tecnologías médicas en el mercado, a través de participantes y expertos en el área, encargados de identificar las necesidades basándose mediante datos epidemiológicos, datos demográficos y demandas de los servicios médicos. [28]
2. **Identificar la tecnología que cubre la necesidad:** El ingeniero clínico ayuda al personal médico a seleccionar el dispositivo que más se adapte a las necesidades, y de contactar con proveedores. [28]
3. **Requerimientos técnicos específicos:** El ingeniero es el responsable de redactar y asesorar en la elaboración clara del informe que describe las características necesarias del equipo médico al contactar con los vendedores. [28]
4. **Obtención de presupuesto:** Sí el equipo se va a adquirir, se debe añadir un documento que recopile los requerimientos necesarios para un adecuada instalación de equipo, por ejemplo si se requiere modificar la conexión eléctrica, adecuar los espacios. etc. [28]
5. **Cotizaciones de vendedores:** Es primordial obtener cotizaciones de diferentes proveedores, para evaluar si existen beneficio a corto o largo plazo. [28]
6. **Presentar propuesta para ser revisada:** Se debe contar con un informe preciso que sustente la necesidad de adquirir un nuevo equipo y justifique dónde se obtiene la inversión del capital, los costos de adecuación, mantenimiento, repuestos, etc. [28]
7. **Demostraciones de los equipos:** Es necesario evaluar la utilidad de los equipos, y conocer sus funcionalidades. La demostración operativa proviene por parte del proveedor y debe contar con la presencia del personal que usará el equipo. [28]
8. **Evaluación de soporte e ingeniería:** El ingeniero es el encargado de examinar experiencias de otras instituciones, realizar investigaciones sobre la confiabilidad y seguridad de los equipos. [28]
9. **Negociación de precio** El departamento de compras/administrativo son los encargados de hacer la compra, deben trabajar con el ingeniero clínico para lograr llegar a un acuerdo con el proveedor.[28]

10. **Instalación e inspección:** La complejidad de la instalación varía según el tipo de equipo, los dispositivos portátiles o pequeños suelen ser más fáciles de instalar, pero otros requieren la desinstalación del equipo antiguo y la preparación del área para su renovación. [28]
11. **Capacitación al usuario y al personal de mantenimiento:** Para garantizar un uso seguro y eficiente del equipo, es fundamental que tanto el personal médico como el técnico reciban capacitación específica. [28]
12. **Manejo de inventario:** Al recibir un equipo nuevo en la institución, es imprescindible llevar a cabo un proceso de inventariado para incluirlo en los planes de mantenimiento y revisión periódica. [28]

2.1.3. UNIDAD 3 - Gestión de mantenimiento de equipos hospitalarios.

En la Unidad 3, se abordan los aspectos relacionados con el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos médicos. Esta unidad, explora estrategias y procedimientos necesarios para garantizar la fiabilidad, seguridad y eficacia de los equipos, así como para minimizar tiempos de inactividad.

En esta unidad, el resultado de aprendizaje de la asignatura correspondiente son:

- Emplea estrategias para administrar y gestionar la infraestructura y servicios tecnológicos en ambientes hospitalarios

Mientras que el indicador de logro perteneciente a esta unidad es:

- Conoce los tipos de mantenimientos en los equipos Hospitalarios.

Los objetivos de la gestión de mantenimiento de equipos médicos son proporcionar un entorno seguro y funcional mediante la realización del mantenimiento adecuado a todos los equipos y espacios de una clínica u hospital. También implica proporcionar documentación esencial y necesaria de todos los equipos. [27]

1. **Mantenimiento preventivo:** Estos procedimientos son llevados a cabo regularmente con el propósito de reducir las posibilidades de fallos en los equipos y garantizar su operación, asegurando su funcionamiento eficiente a lo largo de su vida útil. El mantenimiento preventivo de equipos es fundamental, por lo cual se han establecido una serie de pasos generales que se siguen de manera rutinaria. [29]
 - a) Inspección de las condiciones del equipo.

- b) Inspección interna y externa del equipo.
- c) Limpieza interna y externa del equipo.
- d) Lubricación de las partes del equipo.
- e) Sustitución de ciertos componentes del equipo.
- f) Calibración de ciertas partes del equipo.
- g) Registro de seguridad eléctrica.
- h) Pruebas de funcionalidad.

2. **Mantenimiento correctivo:** El mantenimiento correctivo implica restablecer la seguridad y el rendimiento de los dispositivos tras una falla, garantizando su seguridad para su posterior uso, y surge como respuesta a un problema imprevisto, siendo una acción no planificada originada por reportes del personal médico o de mantenimiento tras la detección de una falla. [3]

La gestión de mantenimiento es importante en el ámbito médico, ya que posibilita la elaboración de planes de mantenimiento óptimos que aseguran la operación eficiente de los equipos médicos. Los elementos empleados en la creación de estos planes incluyen:

- **Índice de mantenimiento preventivo (IMP):** Métrica que mide la efectividad y la frecuencia de las actividades de mantenimiento preventivo en relación con el tiempo disponible para cada tarea, su importancia radica en su capacidad de evaluar la eficacia de las prácticas de mantenimiento preventivo en un equipo específico.

Para el cálculo del índice de mantenimiento preventivo se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{IMT} = \text{EM} \times \left(\frac{t_{\text{días}}}{T_{\text{días}}} \right)$$

donde:

- IMP= Índice de mantenimiento preventivo.
 - EM= Número de gestión de equipos.
 - t= tiempo transcurrido desde el último mantenimiento.
 - T= tiempo transcurrido entre inspecciones.
- **Cálculo de la carga laboral:** Calcular la carga laboral del personal biomédico es fundamental en la asignación eficiente de recursos y la planificación de tareas, permitiendo determinar la cantidad realista de trabajo que cada técnico puede asumir en un periodo determinado, realizando sus actividades de mantenimiento de equipos médicos adecuadamente y evitando así la sobrecarga

Para este cálculo se emplea la siguiente fórmula.

$$CLi = P \times \left(\frac{Días_{lab-año} \times Horas_{lab-día}}{12} \right)$$

Donde:

- CLi: Carga laboral mensual disponible por especialista (i).
 - Días_lab-año: Días laborales restándole los días festivos y vacaciones.
 - Horas_lab-día: Número de horas laborales restándole el tiempo de comida de los trabajadores.
 - P: Productividad.
- **KPI's de mantenimiento:** Un KPI de mantenimiento, también conocido como indicador clave de rendimiento, actúa como un punto referencial esencial para evaluar el desempeño del personal o los equipos de mantenimiento en relación con sus metas. Estos indicadores se establecen como objetivos específicos, como reducir el tiempo de inactividad en un 25 %, con el propósito de monitorear el avance hacia metas más amplias, como la prevención del tiempo de inactividad, la reducción de costos o el fortalecimiento de la confiabilidad de la maquinaria.[12]

2.1.4. UNIDAD 4 - Gestión de la provisión de servicios, riesgos y seguridad laboral.

En la Unidad 4, se abordan los aspectos relacionados con la salud laboral, incluyendo la identificación y gestión de diversos tipos de riesgos que pueden afectar al personal sanitario, como son los biológicos, químicos, físicos, ergonómicos y psicosociales, para asegurar la calidad de la atención médica y la protección del personal en entornos Biomédicos.

En esta unidad, el resultado de aprendizaje de la asignatura correspondiente son:

- Conoce e identifica los riesgos que se presentan en el ambiente Biomédico.

Mientras que el indicador de logro perteneciente a esta unidad es:

- Conoce y comprender los riesgos que se presentan en el ambiente biomédico.

Conocer y comprender estos riesgos es fundamental en el campo de la ingeniería biomédica, donde es crucial abordar de manera efectiva los riesgos asociados, como la exposición a agentes biológicos, químicos y radiactivos, entre otros, para salvaguardar la integridad de los profesionales y garantizar la calidad de la atención médica. [21]

Los principales riesgos a los que los ingenieros biomédicos están expuestos son los siguiente:

- **Riesgos Biológicos:** Es la presencia de un organismo, o la sustancia derivada de un organismo, que plantea una amenaza a la salud humana, estos microorganismos son; Hongos, Virus, Bacterias, Parásitos.[21]
- **Riesgos Químico:** Se trata de los riesgos específicos que deriva del uso de sustancias químicas por su manipulación directa. Provocando incendios y explosiones, dando peligrosidad a la salud y al ecosistema. [2]
- **Riesgos Físicos:** Son todos aquellos elementos del entorno relacionados con las propiedades físicas de los objetos como son, la carga física, la iluminación, la radiación, el ruido, las vibraciones y la temperatura que pueden afectar a los tejidos y órganos del cuerpo del trabajador y pueden causar efectos perjudiciales dependiendo de su intensidad y tiempo de exposición a los mismos. [7]
- **Riesgos Ergonómicos:** La actividad laboral ha generado numerosas y significativos riesgos para la salud de los trabajadores, provocando daños considerables e incluso irreparables. Los trabajadores continúan enfrentándose a diversos riesgos relacionados con sus o lesiones, accidentes y enfermedades profesionales, es esencial evaluar los factores de riesgo latentes que podrían afectar el bienestar físico, mental y social de los trabajadores. [1]
- **Riesgos Psicosociales:** Examinan qué elementos pueden afectar su salud, por ello, se lleva a cabo una revisión sistemática exploratoria con el objetivo de resaltar las relaciones entre estos elementos y otros factores que, a su vez, contribuyan a mejorar el rol del trabajador dentro de su institución. [19]

2.2. Telemedicina

La telemedicina implica la prestación de servicios médicos de forma remota, conectando diferentes centros clínicos, lo que permite llevar a cabo diagnósticos, cirugías y otros procedimientos a distancia. Este método de atención médica a distancia se apoya en el uso de tecnologías de comunicación modernas, como las TIC, bases de datos, intranet, internet y la transmisión de archivos que pueden incluir imágenes, audios o videos. La telemedicina abarca disciplinas que van más allá de los conceptos tradicionales de la medicina y tiene un impacto significativo tanto en pacientes individuales como en grupos de pacientes [10].

Las unidades incluidas en el programa analítico la asignatura de Telemedicina son las que se presentan a continuación.

2.2.1. UNIDAD 1 - Introducción a la informática médica y telemedicina.

En la Unidad 1, aborda la introducción a la informática médica y la telemedicina, analizando los principios fundamentales de la aplicación de la tecnología informática en el ámbito de la medicina, así como el crecimiento y la importancia de la telemedicina, que utiliza la tecnología para facilitar la prestación de atención médica a distancia. Esta unidad proporciona una base fundamental para comprender cómo la informática médica y la telemedicina están transformando la práctica clínica y mejorando el acceso a la atención médica.

En esta unidad, el resultado de aprendizaje de la asignatura correspondiente son:

- Conoce y aplica las diversas herramientas asociadas al uso de la telemedicina y la informática médica, para optimizar los desempeños profesionales.

Mientras que los indicadores de logro pertenecientes a esta unidad son:

- Identifica los conceptos y definiciones asociados al uso de servicios médicos a distancia bajo la modalidad de telemedicina
- Identifica las herramientas aplicadas a sistemas de informática médica.

La introducción a la informática médica y telemedicina representa una disciplina que fusiona la medicina y la tecnología. Se define como la práctica médica que brinda atención a pacientes geográficamente distantes pero conectados a través de sistemas de tecnología y comunicación.[15].

La evolución digital en el ámbito de la telemedicina ha dado lugar a cambios que han transformado la prestación de servicios médicos, entre estos cambios se destacan términos como telemedicina, teleasistencia y telecuidado. Aunque comparten la función principal de brindar servicios médicos a distancia [13], presentan algunas diferencias notables que se explican a continuación.

- **Telecuidado:** Facilita el seguimiento de un mayor número de pacientes, ayudando en el control de signos y síntomas. Además, favorece la optimización de los tratamientos, tanto farmacológicos como no farmacológicos, lo que resulta en la reducción de las tasas de re-hospitalización y mortalidad.[13]
- **Telesalud:** La telesalud proporciona servicios médicos con el uso de herramientas TICs a poblaciones o comunidades que no tienen acceso a la salud desde puntos remotos, a diferencia de la telemedicina, la telesalud engloba la emisión o conformación de diagnósticos, vigilancia epidemiológica, gestión e información clínica e investigaciones sobre contenidos de salud y educación médica.[14]

A lo largo de la evolución tanto en el área médica como en el área tecnológica de las telecomunicaciones, han aparecido diferentes tipos de telemedicina, cada uno con sus propias funciones. A continuación, se destaca la importancia de los cuatro tipos más relevantes.

- **Teleconsulta:** Implica la búsqueda de información médica o asesoramiento por parte de los profesionales de la salud local o externos, utilizando tecnologías de información y telecomunicación.[10] Esto posibilita que los pacientes reciban consultas médicas a través de videoconferencias con profesionales de la salud, evitando desplazamientos innecesarios y facilitando el acceso a la atención médica.
- **Tele-educación:** Es la utilización de las tecnologías de la información y telecomunicación para la práctica educativa médica a distancia. [11] Consiste en la impartición de clases o cursos a distancia, utilizando herramientas de comunicación en la red como videoconferencias o plataformas educativas.
- **Telemonitoreo:** Permite el seguimiento remoto de pacientes, mediante la vigilancia a distancia de parámetros fisiológicos de un paciente, especialmente aquellos con enfermedades crónicas, a través de dispositivos médicos conectados que envían información en tiempo real a los profesionales de la salud. [18]
- **Telecirugía:** Es la ejecución de procedimientos quirúrgicos a distancia, haciendo un uso importante de tecnologías de telecomunicaciones avanzada, utilizando la tele-robótica, (robots quirúrgicos), visión artificial y realidad virtual, controlados por cirujanos expertos. Esto permite llevar a cabo operaciones en lugares remotos o brindar asistencia especializada en tiempo real. [18]

2.2.2. UNIDAD 2 - TICs en salud y aplicaciones clínicas.

En la Unidad 2, se abordan temas como las redes de comunicaciones y las arquitecturas orientadas a servicios, así como los diferentes tipos de redes de comunicaciones utilizadas en telemedicina, tanto alámbricas como inalámbricas. Además, se enfoca en las tecnologías destinadas al procesamiento de información médica, así como aquellas relacionadas con el almacenamiento, administración y visualización de la misma, esta unidad proporciona una comprensión de cómo las TIC están transformando la práctica clínica y mejorando la prestación de servicios de salud.

En esta unidad, el resultado de aprendizaje de la asignatura correspondiente son:

- Desarrolla proyectos asociados al uso de las tecnologías de información y comunicación en la atención sanitaria otorgada en todos los niveles de atención.

Mientras que los indicadores de logro pertenecientes a esta unidad son:

- Aplica las tecnologías de información y comunicaciones para el desarrollo de sistemas de telemedicina en equipos interdisciplinarios de trabajo.
- Aplica los sistemas de informática médica para proveer servicios de telemedicina con equipos interdisciplinarios de trabajo.

Las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) aplicadas al ámbito de la salud, especialmente en el contexto de la telemedicina, desempeñan un papel fundamental. En este entorno, las redes inalámbricas y alámbricas tienen un papel crucial al impulsar la entrega de atención médica a distancia. Estas estructuras permiten conexiones ágiles y confiables entre los profesionales de la salud y los pacientes, facilitando así una interacción efectiva en el entorno de la atención médica remota. [5]

- **Redes alámbricas:** Una red alámbrica consiste en conjuntos de equipos conectados mediante cables de red Ethernet locales, utilizados para el transporte de datos, conexiones de impresoras, escáneres, entre otros dispositivos. También permiten acceso a Internet, juegos, chat, entre otras funcionalidades. Este tipo de redes brinda a los usuarios seguridad y la capacidad de transferir grandes volúmenes de datos de forma rápida y eficiente. [31]
- **Redes inalámbricas:** Son redes que emplean ondas de radio para conectar los dispositivos, sin la necesidad de utilizar algún tipo de cable. Las infraestructuras inalámbricas son diseñadas y construidas a muy bajo coste en comparación con el cableado tradicional, esto permite que los dispositivos remotos logren conectarse sin dificultad, independientemente que estos dispositivos estén a unos metros o a varios kilómetros de distancia. [31]

2.2.3. UNIDAD 3 - Requerimientos, estándares y protocolos de sistemas de telemedicina.

En la Unidad 3, se abordan los requisitos, estándares y protocolos esenciales de los sistemas de telemedicina, así como las tecnologías destinadas a garantizar la seguridad de la información médica. Además, se profundiza en estándares y protocolos relevantes, como HL7. Esta unidad ofrece una comprensión detallada de los aspectos técnicos y normativos que rigen los sistemas de telemedicina.

En esta unidad, el resultado de aprendizaje de la asignatura correspondiente son:

- Gestiona y coordina equipos interdisciplinarios de trabajo que permita el desarrollo de la telemedicina y la informática médica en su quehacer profesional.

Mientras que los indicadores de logro pertenecientes a esta unidad son:

- Conoce los estándares internacionales usados para la gestión de información bajo la modalidad de telemedicina.
- Comprende y aplica estándares y protocolos de protección de información en servicios de telemedicina.

Es esencial comprender y aplicar los requerimientos, estándares y protocolos de sistemas de telemedicina, lo cual implica la comprensión y aplicación de estándares y protocolos de seguridad de información en este ámbito. Esta comprensión es fundamental, especialmente en un entorno donde la seguridad y privacidad de la información médica son esenciales. Tecnologías como la criptografía garantizan la integridad y confidencialidad de los datos transmitidos, mientras que los protocolos de confidencialidad aseguran que solo las personas autorizadas tengan acceso a la información. [23]

- **Criptografía:** La criptografía es una herramienta útil empleado en el ámbito de la seguridad informática. Utilizada como medio para garantizar las propiedades de confidencialidad, disponibilidad e integridad de los recursos del sistema. En la actualidad, existen diversos tipos de criptografía, cada uno con sus propias características y aplicaciones específicas. [23]
 1. **Criptografía simétrica:** Emplea una clave para cifrar y descifrar. [6]
 2. **Criptografía asimétrica:** Usa 2 claves una pública y otra privada. [6]
 3. **Criptografía híbrida:** Une las dos criptografías anteriores. [6]
- **Confidencialidad:** Es la propiedad que establece que la información no esté disponible ni pueda ser revelada a personas, entidades o procesos no autorizados. [6]
- **Compresión:** Se refiere al proceso de reducción de tamaño de un archivo o datos, para ahorrar el espacio en el almacenamiento.
- **Protocolo HL7:** Health Level Seven International (HL7) es una organización sin fines de lucro que se dedica al desarrollo de estándares para el intercambio de información clínica y administrativa en el ámbito de la salud. Estos estándares son ampliamente utilizados en todo el mundo para facilitar la interoperabilidad entre los sistemas de información de salud, permitiendo que diferentes sistemas de salud puedan compartir datos de manera efectiva y segura. [22]

HL7 define varios estándares, siendo HL7 v2.x y HL7 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) los más destacados.

1. HL7 v2.x: Es una serie de estándares que define el formato de los mensajes utilizados para intercambiar información entre sistemas de información de salud. Estos mensajes están estructurados en segmentos y campos, lo que permite una fácil

interpretación por parte de los sistemas informáticos. HL7 v2.x es ampliamente utilizado en todo el mundo y ha sido adoptado por la mayoría de los proveedores de tecnología de la salud. [22]

2. HL7 FHIR: Es un estándar más reciente que utiliza una arquitectura basada en recursos para representar y compartir datos de salud. FHIR proporciona una forma más flexible y ágil de intercambiar información, lo que lo hace ideal para aplicaciones web y móviles, así como para la integración con tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el análisis de datos. HL7 FHIR está ganando rápidamente popularidad y está siendo adoptado por un número creciente de organizaciones de salud en todo el mundo. [22]

2.3. UNIDAD 4 - Elementos éticos y legales asociados a la telemedicina

En la Unidad 4, se abordan aspectos fundamentales como la confidencialidad de la información médica, la privacidad del paciente y las responsabilidades legales de los profesionales de la salud en el contexto de la atención médica a distancia. Esta unidad proporciona una comprensión esencial de los principios éticos y marcos legales que guían la práctica de la telemedicina en la actualidad.

En esta unidad, el resultado de aprendizaje de la asignatura correspondiente son:

- Conoce la normativa y legislación para el uso de telemedicina en la región.

Mientras que los indicadores de logro pertenecientes a esta unidad son:

- Comprende la normativa y legislación regional para la protección de la información paciente-doctor y el buen uso de plataformas de telemedicina.
- Comprende las implicaciones éticas y legales sobre la prestación de servicios médicos a distancia bajo la modalidad de telemedicina.

En cuanto a los aspectos éticos y legales relacionados con la telemedicina, la interacción entre pacientes y médicos va más allá de la simple prestación de atención médica. Involucra aspectos legales y éticos fundamentales. Por ejemplo, la confidencialidad es crucial para proteger la privacidad de la información del paciente, mientras que los derechos del paciente promueven su autonomía y respeto. Además, el consentimiento establece la base para cualquier intervención médica. Estos principios éticos y legales son esenciales en la relación médico-paciente, garantizando un entorno de atención confiable y seguro.

- **Confidencialidad:** La confidencialidad en el ámbito sanitario implica la obligación de los profesionales de la salud de mantener en secreto la información personal y datos

médicos de los pacientes. Esto significa que la información proporcionada del paciente al profesional de la salud no puede ser compartida con terceros sin el consentimiento previo. La confidencialidad es fundamental para establecer y mantener la confianza entre el paciente y el profesional de la salud, siendo un requerimiento ético y legal en la prestación de servicios de salud. [26]

- **Consentimiento informado:** Es el requisito de que, como regla, las intervenciones médicas deben ser primeramente autorizadas por los pacientes después de recibir información importante por parte del profesional médico. Este enfoque ético garantiza la autonomía del paciente para tomar decisiones sobre su propio cuerpo, respetando su dignidad y evitando cualquier forma de instrumentalización. [9]
- **Derechos del paciente:** Abarcan aspectos como son el trato digno, la autonomía, al ser tratados con respeto, la preservación de la intimidad, la prevención de enfermedades y una adecuada prestación de servicios, estos derechos aseguran que los pacientes sean tratados con consideraciones y reciban una atención ética y respetuosa. [30]
- **Relación paciente-doctor:** La confianza entre el médico y el paciente es fundamental en la prestación de cuidados de salud los pacientes cuentan con una alta expectativa del profesional en que recibirán beneficios para su salud y obtendrá información precisa que contribuirá a una mejora en su condición, si existe una comunicación efectiva entre el médico y el paciente respaldada por la empatía es esencial ya que eso le dará una mejor confianza al paciente y sentirá mucho más seguro/a. [4]

3. Capítulo 2: Diseño de las guías de laboratorio.

El diseño de las guías de práctica de laboratorio para la carrera de Biomedicina de la Universidad Politécnica Salesiana tiene como objetivo fomentar el desarrollo de habilidades prácticas entre los estudiantes, brindando la preparación necesaria para enfrentar los desafíos que surgirán en su futura vida profesional.

Cada práctica de laboratorio ha sido meticulosamente diseñada para cubrir los indicadores de logro establecidos en las unidades de las materias de Telemedicina e Ingeniería Clínica y Hospitalaria. Estos indicadores se detallan en el plan analítico, teniendo en cuenta la complejidad de las guías, así como el número de laboratorios y horas asignadas semanalmente.

En la asignatura de Ingeniería Clínica y Hospitalaria, los alumnos disponen de un total de 48 horas para el aprendizaje práctico experimental, distribuidas a lo largo de 16 semanas lectivas, lo que supone una dedicación de 3 horas de prácticas de laboratorio semanales. Para cumplir con este requisito, se han diseñado un total de 10 guías de prácticas de laboratorio, destacando que 4 de estas guías están concebidas para realizarse en dos sesiones de laboratorio, lo cual se ha planificado teniendo en cuenta la complejidad de los temas tratados. Esta distribución permite asegurar el cumplimiento del total de horas establecidas en el programa analítico de la asignatura en términos de aprendizaje práctico experimental.

Por otro lado, la asignatura de Telemedicina cuenta con 16 horas de aprendizaje práctico experimental, también distribuidas a lo largo de 16 semanas lectivas, lo que equivale a 1 hora de prácticas de laboratorio semanal. Para cumplir con este requisito, se han diseñado un total de 9 guías de prácticas de laboratorio, destacando que 4 de estas guías están concebidas para realizarse en dos sesiones de laboratorio, lo cual se ha planificado teniendo en cuenta la complejidad de los temas tratados. Esta distribución permite asegurar el cumplimiento del total de horas establecidas en el programa analítico de la asignatura en términos de aprendizaje práctico experimental.

Cada guía de laboratorio sigue una estructura detallada que incluye un tema específico, una breve introducción, objetivos generales y específicos, un marco teórico, una lista de materiales utilizados, un procedimiento detallado, actividades para los estudiantes, conclusiones,

recomendaciones y la bibliografía correspondiente. Este enfoque asegura la creación de guías completas y coherentes que apoyan el proceso de aprendizaje de los estudiantes en ambas asignaturas.

A continuación, se presentan las guías correspondientes a la asignatura de Ingeniería Clínica y Hospitalaria, organizadas por unidades, siguiendo la estructura del plan analítico detallado en el Anexo A.

3.1. Ingeniería clínica y hospitalaria

▪ UNIDAD 1.

3.1.1. Tema: Configuración y gestión de citas Online con el software de sistema de información hospitalaria Solismed (Anexo B).

Esta guía se encuentran diseñadas para alcanzar dos resultados de aprendizaje específicos que son:

- Conoce la normativa asociada a la infraestructura hospitalaria
- Conoce e identifica los requerimientos informáticos que requiere una instalación hospitalaria.

Estos resultados de aprendizaje están diseñados para cumplir con el indicador de logro correspondiente, que es:

- Comprende la importancia de sistema de información hospitalaria

Para cumplir con estos objetivos, se propone la práctica de Configuración y gestión de citas Online con el software de sistema de información hospitalaria Solismed, diseñada para la Unidad 1: “Introducción a los Sistemas de Información Hospitalaria”.

La guía se encuentra estructurada para abarcar los contenidos de la unidad, concretamente los ítems 1.1 “Definición de Sistema de Información” y 1.2 “Tipos de Sistemas de Información”, tal como se detalla en el plan analítico de la asignatura. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como la configuración y gestión de citas online, el manejo de perfiles de usuarios administrativos, la ejecución de procesos, la verificación de citas y el desarrollo de un código QR para la verificación de datos del paciente.

3.1.2. Tema: Instalación del sistema de gestión empresarial Odoo (ERP) Pt.1 (Anexo C).

Esta guía se encuentran diseñadas para alcanzar dos resultados de aprendizaje específicos que son:

- Conoce la normativa asociada a la infraestructura hospitalaria
- Conoce e identifica los requerimientos informáticos que requiere una instalación hospitalaria.

Estos resultados de aprendizaje están diseñados para cumplir con el indicador de logro correspondiente, que es:

- Comprende la importancia de sistema de información hospitalaria

Para cumplir con estos objetivos, se propone la práctica, instalación del sistema de gestión empresarial Odoo, diseñado para la unidad 1: “Introducción a los Sistemas de Información Hospitalaria” .

La guía se encuentra estructurada para abarcar los contenidos de la unidad, concretamente para los ítems 1.2 “Tipos de Sistemas de Información” y 1.3 “Requerimientos Tecnológicos de un Sistema de Información Hospitalaria”, tal como se detalla en el plan analítico de la asignatura. Dada su complejidad, la guía se divide en dos partes que consiste en la instalación del programa y en el desarrollo de las actividades. A lo largo de la práctica, los estudiantes adquirirán habilidades específicas, incluyendo la obtención de conocimientos sobre los requisitos tecnológicos de un sistema de información hospitalaria mediante la instalación de este software.

3.1.3. Tema: Gestión de órdenes de trabajo para mantenimiento de equipos médicos usando el software Odoo Pt.2 (Anexo D).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar dos resultados de aprendizaje específicos que son:

- Conoce la normativa asociada a la infraestructura hospitalaria
- Conoce e identifica los requerimientos informáticos que requiere una instalación hospitalaria.

Estos resultados de aprendizaje están diseñados para cumplir con el indicador de logro correspondiente, que es:

- Comprende la importancia de sistema de información hospitalaria

Para cumplir con estos objetivos, se propone la práctica Gestión de órdenes de trabajo para mantenimiento de equipos médicos usando el software Odoo, diseñada para la unidad 1: “Introducción a los Sistemas de Información Hospitalaria”. Está estructurada para cubrir los contenidos de la unidad, concretamente al ítem 1.2 “Tipos de Sistemas de Información” tal como se detalla en el plan analítico de la asignatura. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como comprender como se gestiona ordenes de trabajo destinado al mantenimiento de equipos médicos.

3.1.4. Tema: Implementación de facturación electrónica con el Sistema de información Hospitalaria OpenEMR (Anexo E).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar dos resultados de aprendizaje específicos que son:

- Conoce la normativa asociada a la infraestructura hospitalaria
- Conoce e identifica los requerimientos informáticos que requiere una instalación hospitalaria.

Estos resultados de aprendizaje están diseñados para cumplir con el indicador de logro correspondiente, que es:

- Comprende la importancia de sistema de información hospitalaria

Para cumplir con estos objetivos, se propone la práctica Implementación de facturación electrónica con el Sistema de información Hospitalaria OpenEMR, diseñada para la unidad 1: “Introducción a los Sistemas de Información Hospitalaria”. Está estructurada para cumplir con los contenidos de la unidad, específicamente los ítems 1.1 “Definición de Sistema de Información” y 1.2 “Tipos de Sistemas de Información”, tal como se detalla en el plan analítico de la asignatura. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como, la obtención de conocimientos sobre los requisitos tecnológicos de un sistema de información hospitalaria mediante la instalación del programa y el proceso para realizar facturas electrónicas.

▪ UNIDAD 2

3.1.5. Tema: Elaboración de Modelos de procesos para la gestión de adquisición de Equipos Médicos empleando la notación gráfica BPMN (Anexo F).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar dos resultados de aprendizaje específicos que son:

- Conoce e identifica el proceso de adquisición de equipos médicos.
- Analiza e identifica los requerimientos tecnológicos que se adaptan a una instalación hospitalaria.

Estos resultados de aprendizaje están diseñados para cumplir con los indicadores de logro correspondientes, que son:

- Comprende como se realizan los procesos de gestión de adquisición de equipos médicos.
- Comprende como se realizan los procesos de gestión de adquisición de equipos médicos.

Para cumplir con estos objetivos, se propone la práctica Elaboración de Modelos de procesos para la gestión de adquisición de Equipos Médicos empleando la notación gráfica BPMN, diseñada para la unidad 2, “Gestión de la Tecnología y Procesos de Adquisición de Equipos Médicos”. Está estructurada para cumplir con integralmente los contenidos de la unidad, específicamente los ítems 2.1 “El Proceso de Adquisición” y 2.5 “Adquisición”, conforme se detalla en el plan analítico de la asignatura. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como, comprender los procesos necesarios para adquirir un equipo médico de manera visual, utilizando la notación gráfica BPMN.

3.1.6. Tema: Desarrollo de un programa para automatizar la Matriz de Decisión Pugh (Anexo G).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar dos resultados de aprendizaje específicos que son:

- Conoce e identifica el proceso de adquisición de equipos médicos.
- Analiza e identifica los requerimientos tecnológicos que se adaptan a una instalación hospitalaria.

Estos resultados de aprendizaje están diseñados para cumplir con los indicadores de logro correspondientes, que son:

- Comprende como se realizan los procesos de gestión de adquisición de equipos médicos.
- Comprende como se realizan los procesos de gestión de adquisición de equipos médicos.

Para cumplir con estos objetivos, se propone la práctica Desarrollo de un programa para automatizar la Matriz de Decisión Pugh, diseñada para la unidad 2, “Gestión de la Tecnología y Procesos de Adquisición de Equipos Médicos”. Está estructurada para cumplir con los contenidos de la unidad, específicamente los ítems 2.2 “Evaluación de Tecnología” y 2.5

“Adquisición”, tal como se detalla en el plan analítico de la asignatura.

Dada la complejidad del tema, la guía se divide en dos fases, cada una llevada a cabo en dos sesiones. La primera fase se enfoca en la elaboración del desarrollo de la guía y actividades, mientras que la segunda fase se centra en mejorar la aplicación incorporando funcionalidades adicionales. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como el proceso de desarrollo de una aplicación empleando HTML, JavaScript y CSS para implementar el método de Pugh, permitiendo evaluar y comparar equipos según sus especificaciones técnicas y determinar la mejor opción al adquirir equipos médicos.

■ UNIDAD 3

3.1.7. Tema: Desarrollo de una aplicación para calcular el índice de mantenimiento preventivo empleando JavaScript para equipos médicos de una clínica privada (Anexo H).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar un resultado de aprendizaje específico que es:

- Emplea estrategias para administrar y gestionar la infraestructura y servicios tecnológicos en ambientes hospitalarios.

El resultado de aprendizaje está diseñado para cumplir con el indicador de logro correspondiente, que es:

- Conoce los tipos mantenimientos en los equipos Hospitalarios.

Para cumplir con este objetivo, se propone la práctica Desarrollo de una aplicación para calcular el índice de mantenimiento preventivo empleando JavaScript para equipos médicos de una clínica privada, diseñada para la unidad 3, “Gestión de Mantenimiento de Equipos Hospitalarios”, específicamente para los ítems 3.5 “Elaboración del Programa de Mantenimiento Anual” y 3.6 “Indicadores de Gestión de Mantenimiento Preventivo”, tal como se detalla en el plan analítico de la asignatura.

Debido a su complejidad, la guía se divide en dos fases, cada una realizada en sesiones de laboratorio separadas. La primera fase se centra en la implementación del programa y la elaboración de actividades, mientras que la segunda fase se enfoca en mejorar la aplicación mediante la incorporación de funcionalidades adicionales. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como el desarrollo de una aplicación utilizando HTML, JavaScript y CSS para calcular el índice de mantenimiento preventivo, permitiendo clasificar los equipos médicos por orden de importancia, priorizando aquellos que requieren atención inmediata y facilitando la planificación de programas de mantenimiento preventivo a corto y largo plazo.

3.1.8. Tema: Desarrollo de una aplicación para calcular el valor de la carga laboral mensual empleando JavaScript para el personal de mantenimiento de equipos médicos de una empresa privada (Anexo I).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar un resultado de aprendizaje específico que es:

- Emplea estrategias para administrar y gestionar la infraestructura y servicios tecnológicos en ambientes hospitalarios.

El resultado de aprendizaje está diseñado para cumplir con el indicador de logro correspondiente, que es:

- Conoce los tipos mantenimientos en los equipos Hospitalarios.

Para cumplir con este objetivo, se propone la práctica Desarrollo de una aplicación para calcular el valor de la carga laboral mensual empleando JavaScript para el personal de mantenimiento de equipos médicos de una empresa privada, diseñada para la unidad 3, “Gestión de Mantenimiento de Equipos Hospitalarios”, específicamente para los ítems 3.5 “Elaboración del Programa de Mantenimiento Anual” y 3.6 “Indicadores de Gestión de Mantenimiento Preventivo”, como se detalla en el plan analítico de la asignatura.

Dada su complejidad, la guía se divide en dos fases, cada una llevada a cabo en sesiones de laboratorio separadas. En la primera fase, se enfoca en la implementación del programa, así como la respuesta a preguntas y la realización de actividades vinculadas. En la segunda fase, se busca mejorar la aplicación mediante la incorporación de funcionalidades adicionales. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como el desarrollo de una aplicación utilizando HTML, JavaScript y CSS, para el cálculo de la carga laboral que es crucial, ya que permite visualizar la disponibilidad horaria del personal de mantenimiento, facilitando la planificación eficiente de programas de mantenimiento preventivo a corto y largo plazo.

3.1.9. Tema: Desarrollo de una aplicación para calcular el indicador clave de rendimiento (KPI 1) tiempo medio entre fallas (MTBF) empleando JavaScript para equipos médicos de una clínica privada (Anexo J).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar un resultado de aprendizaje específico que es:

- Emplea estrategias para administrar y gestionar la infraestructura y servicios tecnológicos en ambientes hospitalarios.

El resultado de aprendizaje está diseñado para cumplir con el indicador de logro correspondiente, que es:

- Conoce los tipos mantenimientos en los equipos Hospitalarios.

Para cumplir con este objetivo, se propone la práctica Desarrollo de una aplicación para calcular el indicador clave de rendimiento (KPI 1) tiempo medio entre fallas (MTBF) empleando JavaScript para equipos médicos de una clínica privada ,diseñada para la unidad 3 “Gestión de Mantenimiento de Equipos Hospitalarios”, específicamente para los ítems 3.2.5 “Procedimiento para la Inspección y el Mantenimiento Preventivo” y 3.5 “Elaboración del Programa de Mantenimiento Anual”, como se detalla en el plan analítico de la asignatura. Esta aplicación permite calcular el indicador clave de rendimiento, tiempo medio entre fallas, lo que facilita la planificación eficiente de programas de mantenimiento preventivo a corto y largo plazo.

Dada su complejidad, esta práctica de laboratorio se divide en dos fases, que se llevarán a cabo en sesiones distintas. La primera fase se concentra en la implementación de la guía, lo que implica la creación del programa y abordar las preguntas y actividades correspondientes, mientras que la segunda fase se enfoca en mejorar la aplicación mediante la creación de una aplicación similar que calcule el KPI 2. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como el desarrollo de una aplicación utilizando HTML, JavaScript y CSS, para el cálculo del indicador clave de rendimiento (KPI 1) que permite evaluar la eficiencia y efectividad en la gestión de los equipos médicos. Esto incluye aspectos como la disponibilidad, mantenimiento, utilización adecuada y vida útil de los equipos

- UNIDAD 4

3.1.10. Tema: Identificación de señaléticas para riesgos biológicos, químicos y físicos en entornos de laboratorios (Anexo K).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar un resultado de aprendizaje específico que es:

- Conoce e identifica los riesgos que se presentan en el ambiente Biomédico.

El resultado de aprendizaje está diseñado para cumplir con el indicador de logro correspondiente, que es:

- Conoce y comprende los riesgos que se presentan en el ambiente biomédico

Para cumplir con este objetivo, se propone la práctica Identificación de señaléticas para riesgos biológicos, químicos y físicos en entornos de laboratorios , diseñada para la unidad 4 “Gestión de la Provisión de Servicios, Riesgos y Seguridad Laboral”, específicamente en el ítem 4.4 “Riesgo”, tal como se detalla en el plan analítico de

la asignatura. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como identificar las señales éticas biológicas, químicas y físicas presentes en los laboratorios de la Universidad.

A continuación, se presentan las guías correspondientes a la asignatura de Telemedicina, organizadas por unidades y siguiendo la estructura del plan analítico detallado en el Anexo L

3.2. Telemedicina

▪ UNIDAD 1

3.2.1. Tema: Elaboración de modelo de Procesos para comprender el envío de datos a un aplicativo empleando la notación gráfica BPMN (Anexo M).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar un resultado de aprendizaje específico que es:

- Conoce y aplica las diversas herramientas asociadas al uso de la telemedicina y la informática médica, para optimizar los desempeños profesionales.

El resultado de aprendizaje está diseñado para cumplir con los indicadores de logro correspondientes, que son:

- Identifica los conceptos y definiciones asociados al uso de servicios médicos a distancia bajo la modalidad de telemedicina.
- Identifica las herramientas aplicadas a sistemas de informática médica.

Para cumplir con este objetivo, se propone la práctica Elaboración de modelo de Procesos para comprender el envío de datos a un aplicativo empleando la notación gráfica BPMN, diseñada para la unidad 1, “Introducción a la Informática Médica y Telemedicina”, específicamente para los ítems 1.1, “Introducción a Telemedicina, Telecuidado y Telesalud”, y 1.2, “Manejo de la Telemedicina y el Telecuidado”, como se detalla en el plan analítico de la asignatura. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como comprender los procesos por los cuáles un dato de pasar para ser enviado a un aplicación de forma visual, mediante la notación gráfica BPMN.

3.2.2. Tema: Simulación de envío de datos fisiológicos a aplicativo móvil empleando el software Proteus (Anexo N).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar un resultado de aprendizaje específico que es:

- Conoce y aplica las diversas herramientas asociadas al uso de la telemedicina y la informática médica, para optimizar los desempeños profesionales.

El resultado de aprendizaje está diseñado para cumplir con los indicadores de logro correspondientes, que son:

- Identifica los conceptos y definiciones asociados al uso de servicios médicos a distancia bajo la modalidad de telemedicina.
- Identifica las herramientas aplicadas a sistemas de informática médica.

Para cumplir con este objetivo, se propone la práctica Simulación de envío de datos fisiológicos a aplicativo móvil empleando el software Proteu, diseñada para la unidad 1, “Introducción a la Informática Médica y Telemedicina”, específicamente para los ítems 1.2, “Manejo de la Telemedicina y Telecuidado”, y 1.3, “Tipos de Servicios de Telemedicina”, como se detalla en el plan analítico de la asignatura.

La guía se divide en dos fases debido a la complejidad del proceso. En la primera fase, se aborda el diseño del circuito en el programa Proteus y la elaboración del código de programación en Arduino, mientras que en la segunda fase se centra en la creación de la interfaz y la configuración del proceso de envío de datos hacia la aplicación móvil. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como el envío y recepción de datos fisiológicos a distancia.

▪ UNIDAD 2

3.2.3. Tema: Diseño de una infraestructura de comunicación de red LAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario (Anexo Ñ).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar el resultado de aprendizaje específico que es:

- Desarrolla proyectos asociados al uso de las tecnologías de información y comunicación en la atención sanitaria otorgada en todos los niveles de atención.

El resultado de aprendizaje está diseñado para cumplir con los indicadores de logro correspondientes, son:

- Aplica las tecnologías de información y comunicaciones para el desarrollo de sistemas de telemedicina en equipos interdisciplinarios de trabajo.
- Aplica los sistemas de informática médica para proveer servicios de telemedicina con equipos interdisciplinarios de trabajo

Para cumplir con este objetivo, se propone la práctica Diseño de una infraestructura de comunicación de red LAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario, diseñada para la unidad 2, “TIC en Salud y Aplicaciones Clínicas”, concretamente en el ítem 2.2, “Tipos de Redes de Comunicaciones Aplicadas a Telemedicina, Alámbricas e Inalámbricas”, tal como se detalla en el plan analítico de la asignatura. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como aprender a planificar, implementar y mantener redes locales eficientes y seguras de centros hospitalarios.

3.2.4. Diseño de una infraestructura de comunicación de red WLAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario (Anexo O).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar el resultado de aprendizaje específico que es:

- Desarrolla proyectos asociados al uso de las tecnologías de información y comunicación en la atención sanitaria otorgada en todos los niveles de atención.

El resultado de aprendizaje está diseñado para cumplir con los indicadores de logro correspondientes, son:

- Aplica las tecnologías de información y comunicaciones para el desarrollo de sistemas de telemedicina en equipos interdisciplinarios de trabajo.
- Aplica los sistemas de informática médica para para proveer servicios de telemedicina con equipos interdisciplinarios de trabajo

Para cumplir con este objetivo, se propone la práctica Diseño de una infraestructura de comunicación de red WLAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario ,diseñada para la unidad 2, “TIC en Salud y Aplicaciones Clínicas”, concretamente en el ítem 2.2, “Tipos de Redes de Comunicaciones Aplicadas a Telemedicina, Alámbricas e Inalámbricas”, tal como se detalla en el plan analítico de la asignatura. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como comprender el tipo de red inalámbrica y su funcionalidad en entornos hospitalarios, garantizando una eficiente comunicación entre dispositivos.

- UNIDAD 3

3.2.5. Tema: Establecer Conexión Segura entre ESP32 y AWS IoT Core a través de Configuración de Certificados y Políticas de Seguridad (Anexo P).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar el resultado de aprendizaje específico que es:

- Gestiona y coordina equipos interdisciplinarios de trabajo que permita el desarrollo de la telemedicina y la informática médica en su quehacer profesional.

El resultado de aprendizaje está diseñado para cumplir con los indicadores de logro correspondientes, son:

- Conoce los estándares internacionales usados para la gestión de información bajo la modalidad de telemedicina.
- Comprende y aplica estándares y protocolos de protección de información en servicios de telemedicina.

Para cumplir con este objetivo, se propone la práctica Establecer Conexión Segura entre ESP32 y AWS IoT Core a través de Configuración de Certificados y Políticas de Seguridad, diseñada para la unidad 3, “Requerimientos, Estándares y Protocolos de Sistemas de Telemedicina”, específicamente para el ítem 3.3, “Tecnologías para Seguridad y Privacidad de Información Médica: Compresión, Criptografía y Confidencialidad”, como se detalla en el plan analítico de la asignatura.

Dada la complejidad de la práctica de laboratorio, se divide en dos fases. La primera fase se centra en la implementación de la práctica, abordar las preguntas relacionadas con las actividades. La segunda fase se enfoca en la utilización de un sensor de temperatura para el envío de datos a la nube de AWS IoT Core. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como comprender la creación de certificados y políticas de seguridad, así como el establecimiento de la conexión AWS con el ESP32.

3.2.6. Tema: Desarrollo de un sistema para monitoreo remoto de temperatura mediante el uso del microcontrolador ESP32 y PHP para el almacenamiento de datos en MySQL (Anexo Q).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar el resultado de aprendizaje específico que es:

- Gestiona y coordina equipos interdisciplinarios de trabajo que permita el desarrollo de la telemedicina y la informática médica en su quehacer profesional.

El resultado de aprendizaje está diseñado para cumplir con los indicadores de logro correspondientes, son:

- Conoce los estándares internacionales usados para la gestión de información bajo la modalidad de telemedicina.
- Comprende y aplica estándares y protocolos de protección de información en servicios de telemedicina.

Para cumplir con este objetivo, se propone la práctica Desarrollo de un sistema para monitoreo remoto de temperatura mediante el uso del microcontrolador ESP32 y PHP para el almacenamiento de datos en MySQL, diseñada para la unidad 3, “Requerimientos, Estándares y Protocolos de Sistemas de Telemedicina”, específicamente para los ítems 3.2, “La E-salud, Herramientas y Dispositivos: Análisis de Requerimientos Técnicos”, y 3.3, “Tecnologías para Seguridad y Privacidad de Información Médica”, como se detalla en el plan analítico de la asignatura.

Dada la complejidad de la práctica de laboratorio, esta guía se divide en dos fases. La primera fase aborda el diseño del circuito utilizando el microcontrolador y la creación de la programación en Arduino para adquirir los parámetros fisiológicos, así como el envío y almacenamiento de los datos en MySQL. La segunda fase se centra en la utilización de otros sensores para medir distintos parámetros fisiológicos y en el posterior envío y almacenamiento de datos, ampliando así la comprensión de los protocolos de seguridad y privacidad en entornos de telemedicina. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, como aprender sobre el desarrollo de un sistema para el monitoreo remoto de temperatura utilizando el microcontrolador ESP32. Además, de adquirir conocimientos sobre cómo utilizar PHP para el almacenamiento de datos en una base de datos MySQL.

3.2.7. Tema: Monitorización de la temperatura y humedad en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) utilizando el panel de control de la aplicación IoT MQTT y el microcontrolador ESP32 (Anexo R).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar el resultado de aprendizaje específico que es:

- Gestiona y coordina equipos interdisciplinarios de trabajo que permita el desarrollo de la telemedicina y la informática médica en su quehacer profesional.

El resultado de aprendizaje está diseñado para cumplir con los indicadores de logro correspondientes, son:

- Conoce los estándares internacionales usados para la gestión de información bajo la modalidad de telemedicina.
- Comprende y aplica estándares y protocolos de protección de información en servicios de telemedicina.

Para cumplir con este objetivo, se propone la práctica Monitorización de la temperatura y humedad en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) utilizando el panel de control de la aplicación IoT MQTT y el microcontrolador ESP32, diseñada para la unidad 3, “Requerimientos, Estándares y Protocolos de Sistemas de Telemedicina”, específicamente para los

ítems 3.2, “La E-salud, Herramientas y Dispositivos: Análisis de Requerimientos Técnicos”, y 3.3, “Tecnologías para Seguridad y Privacidad de Información Médica”, como se detalla en el plan analítico de la asignatura.

A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como, configuración y programación de dispositivos IoT, implementación y optimización del protocolo MQTT para la transmisión eficiente de datos, diseño y despliegue de sistemas de monitorización de temperatura y humedad utilizando sensores adecuados, creación de interfaces de usuario y paneles de control para visualizar y gestionar datos recopilados por dispositivos IoT y aplicación de conceptos de IoT en entornos críticos de salud, mejorando la atención médica y la seguridad del paciente.

3.2.8. Tema: Desarrollo de un sistema de Monitoreo Remoto de Temperatura y Humedad con ESP32: Integrando el Protocolo HL7 y su visualización en el Panel de Control de la Aplicación IoT MQTT, en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). (Anexo S)

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar el resultado de aprendizaje específico que es:

- Gestiona y coordina equipos interdisciplinarios de trabajo que permita el desarrollo de la telemedicina y la informática médica en su quehacer profesional.

El resultado de aprendizaje está diseñado para cumplir con los indicadores de logro correspondientes, son:

- Conoce los estándares internacionales usados para la gestión de información bajo la modalidad de telemedicina.
- Comprende y aplica estándares y protocolos de protección de información en servicios de telemedicina.

Para cumplir con este objetivo, se propone la práctica Desarrollo de un sistema de Monitoreo Remoto de Temperatura y Humedad con ESP32: Integrando el Protocolo HL7 y su visualización en el Panel de Control de la Aplicación IoT MQTT, en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), diseñada para la unidad 3, “Requerimientos, Estándares y Protocolos de Sistemas de Telemedicina”, específicamente para los ítems 3.3 “Tecnologías para seguridad y privacidad de información médica: compresión, criptografía, confidencialidad”, 3.4 “Estándares y protocolos para manejo de información médica: HL7” y 3.5 “Aplicaciones de protocolos telemedicina: Caso de uso”, como se detalla en el plan analítico de la asignatura.

Debido a la complejidad del proceso y a la limitada disponibilidad de tiempo en el laboratorio de Telemedicina, que cuenta únicamente con una hora a la semana, esta guía de laboratorio se divide en dos fases. La primera fase abarca el diseño del circuito y la elaboración del código de programación en el IDE Thonny para la obtención de los parámetros, utilizando el sensor de temperatura DHT11. La segunda fase se centra en la creación de la interfaz, la configuración del proceso de envío de datos hacia la aplicación móvil IoT MQTT Panel Control y el desarrollo de las actividades propuestas. A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como aprender a diseñar y desarrollar un sistema de monitoreo remoto de temperatura y humedad utilizando el ESP32, un microcontrolador popular en proyectos de IoT.

Además, comprenderán cómo integrar el Protocolo HL7, utilizado en el intercambio de información médica, lo que les permitirá entender la importancia de la interoperabilidad en el ámbito de la salud. También aprenderán a visualizar los datos recolectados en un Panel de Control de la Aplicación IoT MQTT, lo que les dará habilidades en el manejo de plataformas de visualización de datos en tiempo real. Asimismo, comprenderán qué es y cómo funciona el MQTT.

■ UNIDAD 4

3.2.9. Tema: Implementación del modelo de gestión de consentimiento informado en aplicaciones de tratamiento de datos médicos empleando APP INVENTOR (Anexo T).

Esta guía se encuentra diseñada para alcanzar el resultado de aprendizaje específico que es:

- Conoce la normativa y legislación para el uso de telemedicina en la región.

El resultado de aprendizaje está diseñado para cumplir con los indicadores de logro correspondientes, son:

- Comprende la normativa y legislación regional para la protección de la información paciente-doctor y el buen uso de plataformas de telemedicina.
- Comprende las implicaciones éticas y legales sobre la prestación de servicios médicos a distancia bajo la modalidad de telemedicina.

Para cumplir con este objetivo, se propone la práctica Implementación del modelo de gestión de consentimiento informado en aplicaciones de tratamiento de datos médicos empleando APP INVENTOR, diseñada para la unidad 4, “Elementos éticos y Legales Asociados a la Telemedicina”, concretamente para el ítem 4.1, “Confidencialidad, Derechos del Paciente

y Consentimientos, Relación Paciente y Doctor”, conforme al plan analítico de la asignatura.

A lo largo de la práctica, los estudiantes desarrollarán habilidades específicas, tales como, conceptos clave sobre el consentimiento informado en el ámbito médico y su importancia en el tratamiento de datos sensibles, métodos para diseñar e implementar sistemas de gestión de consentimiento informado en aplicaciones médicas, asegurando el cumplimiento de normativas de privacidad y protección de datos y Uso de herramientas y tecnologías para capturar y almacenar el consentimiento de los pacientes de manera segura y eficiente.

4. Capítulo 3: Implementación de las guías de laboratorio

En este capítulo, se abordará en detalle la implementación de las guías de laboratorio correspondientes a las asignaturas de Telemedicina e Ingeniería Clínica y Hospitalaria. Se procederá a explicar el proceso de desarrollo de cada guía, incluyendo los recursos prácticos empleados, los resultados obtenidos y la evaluación del impacto generado. Durante la ejecución de las guías, se hizo uso de diversos recursos, tales como programas simuladores, software, actuadores, sensores, entre otros, seleccionados para potenciar la experiencia práctica.

Con el propósito de evaluar el impacto de estas guías, se llevaron a cabo implementaciones con estudiantes de las asignaturas de Telemedicina e Ingeniería Clínica y Hospitalaria. Posteriormente, se procedió a la recopilación de datos a través de encuestas realizadas a los estudiantes empleando la herramienta Google Forms, con el objetivo de verificar la utilidad de las guías en su formación académica y obtener su percepción sobre el aprendizaje adquirido.

4.1. Ingeniería clínica y hospitalaria

A continuación, se proporciona un desglose detallado de la implementación de las guías correspondientes a la asignatura organizado por unidades.

▪ UNIDAD 1

4.1.1. Tema: Configuración y gestión de citas Online con el software de sistema de información hospitalaria Solismed (Anexo B).

En el desarrollo de esta guía, se abordaron los procesos fundamentales de configuración y gestión de citas en línea a través del software del Sistema de Información Hospitalaria Solismed. La ejecución de esta práctica requirió el acceso a Internet y una computadora equipada con sistema operativo Windows o Linux.

A lo largo de este proceso, se proporcionaron instrucciones precisas para la creación de una nueva cuenta de usuario administrador directamente desde la página principal del software. Posteriormente, se incentivó la mejora continua de la actividad mediante la creación de una nueva empresa, otorgándoles a los participantes la flexibilidad para tomar decisiones en aspectos cruciales como el nombre y los contactos.

Además, se solicitó la definición de especialidades médicas, como Medicina Interna o Dermatología, con estos parámetros establecidos, se avanzó hacia la siguiente etapa focalizada en la generación de citas en línea, utilizando un dispositivo alternativo para acceder a la página principal de Solismed y agendar citas médicas, las cuales se visualizaron de manera organizada en la sección de calendario.

La práctica, integral en su enfoque, abordó no solo la gestión de citas, sino también la verificación de registros médicos, la creación de historiales médicos detallados y la generación de identificaciones de pacientes (ID card) y pulseras de identificación.

En última instancia, la guía concluyó con una serie de actividades prácticas que tuvieron como objetivo reforzar los conceptos aprendidos durante el proceso.

4.1.2. Tema: Instalación del sistema de gestión empresarial ODOO (ERP) Pt.1 (Anexo C).

Esta guía se enfocó en el proceso de instalación del sistema de gestión empresarial Odoo. Para llevar a cabo este procedimiento, se requería acceso a Internet y una computadora con sistema operativo Windows o Linux, además de los archivos de instalación descargados previamente desde la página principal de Odoo.

Durante el desarrollo de la práctica, se llevó a cabo la instalación del software, implementando ajustes iniciales en el dispositivo para iniciar el localhost de Odoo. Una vez iniciado el proceso, se procedió a la creación de la base de datos, utilizando un correo electrónico y una contraseña establecidos, facilitando el acceso a la página principal de Odoo, marcando el comienzo de la utilización del sistema.

La práctica también abordó la instalación y activación de módulos esenciales, como los de mantenimiento, facturación y ventas. Este enfoque amplio permitió a los participantes experimentar y comprender las diversas funcionalidades del sistema Odoo.

La guía culminó con una serie de actividades cuyo objetivo fue aplicar y reforzar los conocimientos adquiridos durante el proceso, proporcionando una comprensión más profunda sobre la importancia de los sistemas de información hospitalaria en el contexto empresarial.

4.1.3. Tema: Gestión de órdenes de trabajo para mantenimiento de equipos médicos usando el software Odoo Pt.2 (Anexo D)

Esta guía se enfocó en el proceso de gestionar órdenes de trabajo para el mantenimiento de equipos médicos utilizando el software Odoo. La ejecución de esta práctica requirió la conexión a internet, una computadora con sistema operativo Windows o Linux, el previo establecimiento del software Odoo, y la disponibilidad de una base de datos en formato Excel que contuviera información relevante sobre equipos médicos, junto con dos correos electrónicos de Gmail.

En el transcurso de la práctica, se destacó la importancia de descargar la base de datos en formato Excel y posteriormente importarla a Odoo. Para llevar a cabo este proceso, se activaron específicamente los módulos de mantenimiento, contactos y empleados. La importación de la base de datos se ejecutó de manera efectiva dentro del módulo de mantenimiento. Se utilizaron los módulos de contactos y empleados con el propósito de crear perfiles individuales para un ingeniero y un técnico, asignándoles responsabilidades clave en el ámbito del mantenimiento.

En la fase de elaboración de órdenes de trabajo de mantenimiento, se procedió a la selección de equipos desde la base de datos y se generaron nuevas órdenes de trabajo. Ajustando los servidores de correo saliente para facilitar la comunicación efectiva entre clientes que acceden a Odoo desde diferentes servidores. Una vez completada esta configuración, se logró el establecimiento de una comunicación fluida entre el ingeniero y el técnico, permitiendo así la creación y gestión eficiente de órdenes de servicio. Dentro de estas órdenes, el técnico tenía la facultad de decidir si proceder con la reparación del equipo médico o darlo de baja.

La práctica se extendió hasta una serie de actividades prácticas adicionales. Estas actividades abarcaron la elaboración de una orden de trabajo, la creación de una solicitud de orden de mantenimiento y la respuesta a preguntas específicas que exploraron la importancia de los sistemas de información hospitalaria en este contexto.

4.1.4. Tema: Implementación de facturación electrónica con el Sistema de información Hospitalaria OpenEMR (Anexo E).

Esta guía centró en la implementación de facturación electrónica a través del sistema de información hospitalaria OpenEMR, proporcionando un detallado proceso para llevar a cabo esta práctica. La ejecución de este procedimiento requería una conexión a internet, una computadora con sistema operativo Windows o Linux, la presencia de XAMPP, los archivos de instalación de OpenEMR y la instalación de Java.

En el desarrollo de la práctica, se inició descargando el servidor web local XAMPP desde su página principal, seguido de la instalación de Java. Una vez iniciado XAMPP, se accedió a la página principal de phpMyAdmin para la creación de una nueva cuenta de usuario y una base de datos. Los archivos de instalación de OpenEMR fueron descargados desde la página principal y copiados en la ruta de XAMPP, bajo el nombre de la carpeta OpenEMR.

Para acceder al sistema de información hospitalaria, se utilizó el enlace <http://localhost/openemr>, en un navegador, ingresando con el nombre de usuario y la contraseña creada durante la creación de la base de datos en phpMyAdmin. Dentro de la página principal del software, se procedió a la creación de pacientes y la gestión de citas médicas mediante las opciones proporcionadas por el software.

La fase final de la práctica se enfocó en la elaboración de facturación electrónica, donde se llevaron a cabo la creación y emisión de facturas electrónicas utilizando las funcionalidades del sistema. La guía concluyó con una serie de actividades que abarcaron desde la creación de pacientes hasta la generación de sus respectivas facturas.

▪ UNIDAD 2

4.1.5. Tema: Elaboración de Modelos de procesos para la gestión de adquisición de Equipos Médicos empleando la notación grafica BPMN (Anexo F).

En esta guía, se llevó a cabo la elaboración de modelos de procesos para la gestión de adquisición de equipos médicos utilizando la notación gráfica BPMN. Para realizar esta práctica de laboratorio, se requirió contar con una conexión a internet, una computadora con sistema operativo Windows o Linux, y el software Bizzagi.

Durante el desarrollo de la práctica, se procedió a la descarga del software Bizzagi desde la página principal, un programa especializado en interpretar la notación BPMN. Una vez dentro del programa, se crearon los actores principales involucrados en el proceso de adquisición de equipos médicos, incluyendo al personal médico, el ingeniero biomédico, el comité de adquisición, el departamento de compras y los proveedores. A través de flujos, se llevaron a cabo los procesos necesarios paso a paso para adquirir un equipo médico, ya sea en un hospital o en una clínica privada.

La fase final de la práctica se enfocó en la respuesta a preguntas planteadas a los estudiantes, abordando la importancia de utilizar BPMN y realizando actividades prácticas. Estas actividades incluyeron el desarrollo de un proceso de adquisición de equipos médicos adaptado a las necesidades, así como investigaciones relacionadas con los principales proveedores de

equipos en Ecuador y los procesos de adquisición de equipos médicos. También se llevó a cabo una investigación sobre la agencia responsable de supervisar y establecer los requisitos necesarios para la importación de equipos médicos en Ecuador.

4.1.6. Tema: Desarrollo de un programa para automatizar la Matriz de Decisión Pugh (Anexo G)

En esta guía, se llevó a cabo el desarrollo de un programa destinado a automatizar la matriz de decisión Pugh. Para realizar esta práctica de laboratorio, fue esencial contar con una conexión a internet, una computadora con sistema operativo Windows o Linux, un editor de código fuente como Visual Studio Code, y, por último, instalar JavaScript.

En el transcurso de la práctica, se inició descargando el editor de código Visual Studio Code, el cual se utilizó para desarrollar la aplicación empleando tres lenguajes: HTML, CSS y JavaScript. El código HTML aportó la estructura básica de la página web, incluyendo títulos, botones y celdas para el ingreso de información. Por otro lado, el código CSS otorgó estilo a la página web, incorporando colores en los botones y celdas de ingreso, además de una imagen de fondo. Finalmente, JavaScript se encargó de realizar el cálculo y la ejecución de la aplicación, abordando aspectos como el ingreso de nuevas filas, entre otras funciones.

Para evaluar el programa desarrollado, se empleó información de tres monitores multiparamétricos, uno de referencia y dos adicionales, con el propósito de comparar los criterios técnicos mediante el método de Pugh. Al concluir la guía, se abordó primero la respuesta a las actividades teóricas y posteriormente las prácticas, las cuales implicaron la mejora de la aplicación. Esto incluyó el diseño de una interfaz más intuitiva para el usuario y la capacidad de almacenar en una base de datos, como MySQL, los equipos médicos identificados como las mejores opciones según la matriz de decisión Pugh.

■ UNIDAD 3

4.1.7. 1. Tema: Desarrollo de una aplicación para calcular el índice de mantenimiento preventivo empleando JavaScript para equipos médicos de una clínica privada (Anexo H)

En esta guía de laboratorio, se llevó a cabo el desarrollo de una aplicación destinada a calcular el índice de mantenimiento preventivo para equipos médicos en una clínica privada, utilizando JavaScript. Para realizar esta práctica, se requirió una conexión a internet, una computadora con sistema operativo Windows o Linux, y un editor de código fuente como Visual Studio Code, con la preinstalación de JavaScript.

En el proceso de desarrollo, se comenzó descargando e instalando el programa Visual Studio Code, donde se creó el programa de cálculo del índice de mantenimiento preventivo mediante la utilización de tres lenguajes: HTML, CSS y JavaScript. Utilizando HTML, se estructuró la página web, incluyendo títulos y una tabla detallada con información sobre dispositivos, ubicación, función, riesgo, mantenimiento, días, número de gestión de equipos e índice de mantenimiento preventivo. Se incorporó también un botón para agregar filas. CSS se encargó de añadir estilos a la página web, como colores, imágenes de fondo y animaciones. JavaScript, a través de funciones, realizó el cálculo de los índices de mantenimiento preventivo.

Para evaluar el programa desarrollado, se empleó una base de datos en Excel que contenía detalles sobre los equipos médicos, su ubicación y la frecuencia de mantenimiento. Estos datos se ingresaron a la aplicación, calculando así el índice de mantenimiento preventivo. Posteriormente, se visualizó en una nueva tabla el orden de importancia de los equipos que requerían mayor atención de mantenimiento.

La guía concluyó con actividades teóricas y prácticas, que incluyeron la mejora de la aplicación para facilitar el ingreso dinámico de información por parte de los usuarios.

4.1.8. Tema: Desarrollo de una aplicación para calcular el valor de la carga laboral mensual empleando JavaScript para el personal de mantenimiento de equipos médicos de una empresa privada (Anexo I).

En esta guía de laboratorio, se llevó a cabo el desarrollo de una aplicación para calcular el valor de la carga laboral mensual mediante JavaScript, dirigida al personal de mantenimiento de equipos médicos de una empresa privada. Para realizar esta práctica, fue necesario contar con una conexión a internet, una computadora con sistema operativo Windows o Linux, un editor de código fuente como Visual Studio Code y, finalmente, tener instalado JavaScript en nuestras computadoras.

Durante el desarrollo de la práctica, se inició descargando e instalando el programa Visual Studio Code, donde se elaboró el programa para el cálculo de la carga laboral del personal de mantenimiento, empleando tres lenguajes: HTML, CSS y JavaScript. A través de HTML, se diseñó la estructura de la página web que contenía un título y una tabla donde se ingresaba información, como el nombre del especialista, días laborales por semana, semanas por año, días festivos, vacaciones, horas laborales diarias, horas de trabajo, productividad y, finalmente, el cálculo de la carga laboral. Se incorporaron dos botones, uno para agregar filas y otro para visualizar la carga laboral de los trabajadores. CSS se utilizó para dar color a la página web, incluyendo fondos y colores a los botones, entre otros. JavaScript se empleó

para llevar a cabo el cálculo de la carga laboral.

Para evaluar el programa desarrollado, se utilizó una tabla con información de un ingeniero y tres técnicos, que incluía horarios de trabajo, días de vacaciones y la productividad de cada uno. Se visualizó una tabla que mostraba la carga laboral de cada trabajador.

Finalmente, la guía concluyó con la resolución de actividades teóricas y prácticas, como mejorar la interfaz de usuario para que sea más fácil e intuitivo el ingreso de datos por parte del usuario.

4.1.9. Tema: Desarrollo de una aplicación para calcular el indicador clave de rendimiento (KPI 1) tiempo medio entre fallas (MTBF) empleando JavaScript para equipos médicos de una clínica privada (Anexo J).

En esta guía de laboratorio, se llevó a cabo el desarrollo de una aplicación para calcular el indicador clave de rendimiento (KPI) 1: tiempo medio entre fallas, utilizando JavaScript, dirigida a los equipos médicos de una clínica privada. Para realizar esta práctica, fue necesario contar con una conexión a internet, una computadora con sistema operativo Windows o Linux, un editor de código fuente como Visual Studio Code y, finalmente, tener instalado JavaScript en nuestra computadora.

Durante el desarrollo de la práctica, se inició descargando e instalando el programa Visual Studio Code, donde se elaboró el programa para el cálculo del tiempo medio entre fallas, empleando tres lenguajes: HTML, CSS y JavaScript. HTML se utilizó para diseñar la estructura de la página web que incluía un título, información sobre el equipo (número de inventariado), fecha y hora de emisión, fecha y hora de fin de una orden de servicio, número de órdenes de trabajo, tiempo de indisponibilidad, tiempo de disponibilidad y el cálculo del tiempo medio entre fallas. CSS se empleó para dar color a la página web e incorporar imágenes de fondo, entre otros elementos. JavaScript se utilizó para realizar el cálculo del tiempo medio entre fallas mediante funciones.

Para evaluar el programa desarrollado, se empleó una tabla que mostraba cuatro monitores, dos de ellos con un número de inventario y los otros dos con otro número de inventario, ambos con una fecha de emisión y una fecha de fin. Al introducir los datos en el programa, se calculó el tiempo medio entre fallas de los equipos.

Finalmente, para concluir esta guía, se llevaron a cabo las actividades finales, que incluyen responder preguntas teóricas y realizar actividades prácticas, como la mejora o creación de

una aplicación similar utilizando los valores obtenidos para calcular el KPI 2: tiempo medio para reparar.

■ UNIDAD 4

4.1.10. Tema: Identificación de señaléticas para riesgos biológicos, químicos y físicos en entornos de laboratorios (Anexo K).

En esta guía de laboratorio, consistió en identificar las señaléticas que advierten sobre riesgos biológicos, químicos y físicos en entornos de laboratorio. Para llevar a cabo esta práctica, se requirió una conexión a internet y conocimientos previos acerca de las señaléticas. A lo largo del desarrollo de la práctica, se asignó al estudiante la tarea de investigar los diversos tipos de señaléticas que alertan sobre los riesgos biológicos, químicos y físicos presentes en entornos de laboratorio. Posteriormente, se llevó a cabo una visita a los laboratorios con el propósito de buscar y reconocer los diferentes tipos de señaléticas presentes en las instalaciones correspondientes a la carrera de biomedicina.

Para concluir, se implementaron actividades teóricas que permitieron al estudiante adquirir conocimientos fundamentales sobre los riesgos asociados a los entornos de laboratorio. Además, se llevaron a cabo actividades prácticas que implicaron la búsqueda y reconocimiento de las señaléticas en los laboratorios específicos de la carrera de biomedicina. Este enfoque integral no solo ofreció una comprensión más profunda de la importancia de las señaléticas en la seguridad, sino también resaltó su papel crucial en la gestión de riesgos en entornos de laboratorio.

4.2. Telemedicina.

A continuación, se proporciona un desglose detallado de la implementación de las guías correspondientes a la asignatura organizado por unidades.

■ UNIDAD 1

4.2.1. Tema: Elaboración de modelo de Procesos para comprender el envío de datos a un aplicativo empleando la notación grafica BPMN (Anexo M).

En esta guía de laboratorio, se desarrolló un modelo de procesos con el objetivo de comprender el envío de datos a una aplicación, haciendo uso de la notación gráfica BPMN. Para llevar a cabo esta práctica, se requirió una conexión a internet, una computadora con sistema

operativo Windows o Linux, y la descarga del programa Bizagi Modeler.

Durante el desarrollo de la práctica, se inició descargando e instalando el programa Bizagi Modeler, una herramienta capaz de interpretar BPMN. Seguidamente, se identificaron los actores clave presentes en el proceso de envío de datos, como el médico emisor, sensores, microcontroladores, el proceso de envío de datos, la recepción de datos, el proceso de visualización y el médico receptor. A través de procesos y decisiones, se detalló paso a paso el proceso de envío de datos hacia una aplicación.

Para concluir esta guía, se llevaron a cabo actividades finales que incluyeron la respuesta a preguntas teóricas, como la investigación sobre tipos de sensores biomédicos, y actividades prácticas donde se realizó la adquisición de un parámetro y su posterior envío a una aplicación. Este enfoque integral permitió al estudiante comprender tanto los aspectos teóricos como prácticos del envío de datos en entornos biomédicos.

4.2.2. Tema: Simulación de envío de datos fisiológicos a aplicativo móvil empleando el software Proteus (Anexo N).

En esta guía de laboratorio, se llevó a cabo la simulación del proceso de envío de datos fisiológicos, tales como la frecuencia cardíaca y la temperatura, a una aplicación móvil utilizando Proteus. Para realizar esta práctica, se necesitó una conexión a internet, una computadora con sistema operativo Windows o Linux, IDE-Arduino, Proteus, y librerías tanto para Proteus como para Arduino.

Durante el desarrollo de la práctica, se comenzó descargando e instalando las librerías esenciales para simular el microcontrolador Arduino en Proteus, junto con la librería del sensor de pulso cardíaco que facilitó la simulación de la frecuencia cardíaca. Se estableció la conexión entre el sensor de pulso, el sensor de temperatura y el módulo HC-05, permitiendo el envío inalámbrico de datos hacia la aplicación móvil.

El IDE de Arduino fue empleado para la programación, requiriendo la descarga e instalación de dos librerías cruciales: "SoftwareSerial" para facilitar la transmisión de datos y "Pulse-SensorPlayground" para el procesamiento de la señal del pulso cardíaco. La programación se enfocó en la adquisición de datos de temperatura utilizando el sensor LM35 y la frecuencia cardíaca.

Para la creación de la aplicación móvil, se utilizó el programa MIT App Inventor, compatible con la recepción de datos de forma inalámbrica. La aplicación permitió visualizar los parámetros obtenidos mediante la simulación de los sensores.

Para concluir esta guía, se llevaron a cabo actividades finales que abarcaron la respuesta a preguntas teóricas, como la investigación sobre tipos de sensores biomédicos capaces de medir la presión arterial, la frecuencia respiratoria y la saturación de oxígeno. También se realizaron actividades prácticas, como la adquisición de un parámetro y su envío a una aplicación, seguido por el envío de estos datos a una base de datos. Este enfoque integral proporcionó una comprensión completa de la simulación del proceso de envío de datos fisiológicos en entornos biomédicos.

▪ UNIDAD 2

4.2.3. Tema: Diseño de una infraestructura de comunicación de red LAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario. (Anexo Ñ)

En esta guía de laboratorio, se realizó el diseño de una infraestructura de comunicación para una red LAN mediante el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer. Para llevar a cabo esta práctica, fue necesario contar con una conexión a internet, una computadora con sistema operativo Windows o Linux, y la descarga del simulador de redes Cisco Packet Tracer.

Durante el desarrollo de la práctica, se procedió a descargar e instalar el programa Cisco Packet Tracer, que permite simular el diseño de infraestructuras de red. En este ejercicio particular, se llevaron a cabo ejercicios para comprender cómo estructurar una red LAN para un entorno hospitalario. Se siguieron especificaciones como la dirección de red, el tipo de router, el servidor DHCP y la asignación de direcciones IP. Se implementaron cuatro switches y dispositivos de conexión, como una impresora, dos computadoras para la oficina de servicios generales y dos computadoras para la oficina de dirección médica.

Para concluir esta guía, se realizaron actividades finales que abarcaron la respuesta a preguntas teóricas para comprender la configuración de dispositivos de red, así como la investigación de definiciones relacionadas. También se incluyó la parte práctica, que consistió en implementar una red LAN siguiendo las configuraciones establecidas durante la práctica. Este enfoque integral proporcionó una comprensión completa del diseño de infraestructuras de red en entornos específicos como el hospitalario.

4.2.4. Tema: Diseño de una infraestructura de comunicación de red WLAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario (Anexo O)

En esta guía de laboratorio, se llevó a cabo el diseño de una infraestructura de comunicación para una red WLAN mediante el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer. Para

realizar esta práctica, se necesitó contar con una conexión a internet, una computadora con sistema operativo Windows o Linux, y la descarga del simulador de redes Cisco Packet Tracer.

Durante el desarrollo de la práctica, se procedió a la descarga e instalación del programa Cisco Packet Tracer, capaz de simular el diseño de infraestructuras de red. En este ejercicio específico, se realizaron ejercicios para comprender cómo desarrollar una red WLAN destinada a una estructura hospitalaria. Se emplearon dispositivos como un Router PT-AC-1 (Gateway) con dirección IP 192.168.22.1, una PC con dirección IP dinámica, una PC con dirección IP estática (192.168.22.5), y una impresora con dirección IP 192.168.22.10.

Para concluir esta guía, se llevaron a cabo actividades finales que incluyeron la respuesta a preguntas teóricas para comprender la configuración de dispositivos de red, así como la investigación de definiciones relacionadas. También se incorporó la parte práctica, que consistió en implementar una red WLAN siguiendo las configuraciones establecidas durante la práctica. Este enfoque integral proporcionó una comprensión completa del diseño de infraestructuras de red en entornos específicos, como el hospitalario.

■ UNIDAD 3

4.2.5. Tema: Establecer Conexión Segura entre ESP32 y AWS IoT Core a través de Configuración de Certificados y Políticas de Seguridad (Anexo P)

En esta guía de laboratorio, se estableció una conexión segura entre el ESP32 y AWS IoT Core mediante la configuración de certificados y políticas de seguridad. Para llevar a cabo esta práctica, se necesitó contar con una conexión a internet, una computadora con sistema operativo Windows o Linux, el IDE-Arduino, ESP32, un actuador, una cuenta en AWS y las librerías correspondientes para Arduino.

Durante el desarrollo de la práctica, se comenzó creando una cuenta en AWS y accediendo al panel de control, donde se configuraron los certificados y políticas de seguridad en la sección de IoT Core. Una vez creados, se procedió a descargar estos certificados para ser utilizados en la programación del ESP32.

En la creación del circuito, se empleó un actuador conectado al microcontrolador ESP32. La programación se llevó a cabo en el IDE-Arduino, implementando un programa que permitió al dispositivo ESP32 conectarse a la red WiFi y comunicarse con AWS IoT Core mediante el protocolo MQTT. El código incluyó la definición de constantes, como el “topic” al que se suscribe y el pin al que está conectado el actuador.

Los certificados y políticas de seguridad se incorporaron al código para garantizar una conexión entre el ESP32 y AWS IoT Core. Para evaluar la funcionalidad, se envió un dato desde AWS hasta el ESP32 para controlar el encendido y apagado del actuador.

Al concluir esta guía, se llevaron a cabo actividades finales que consistieron en responder preguntas teóricas para comprender el propósito de las políticas y certificados de seguridad generados por AWS IoT Core. También se incluyó la parte práctica, que consistió en enviar datos de temperatura hacia la nube AWS mediante la generación de certificados propios. Este enfoque integral proporcionó una comprensión completa de la conexión segura entre dispositivos IoT y servicios en la nube.

4.2.6. Tema: Desarrollo de un sistema para monitoreo remoto de temperatura mediante el uso del microcontrolador ESP32 y PHP para el almacenamiento de datos en MySQL (Anexo Q).

En esta guía de laboratorio, se desarrolló un sistema para el monitoreo remoto de temperatura mediante el uso del microcontrolador ESP32 y PHP para el almacenamiento de datos en MySQL. Para llevar a cabo esta práctica, se necesitó contar con una conexión a internet, una computadora con sistema operativo Windows o Linux, IDE-Arduino, ESP32, un actuador, las librerías correspondientes para Arduino, XAMPP, Sensor DHT11 y Visual Studio Code.

Durante el desarrollo de la práctica, se inició instalando los servidores XAMPP y el editor de código fuente Visual Studio Code. En XAMPP, se activaron los servidores y se creó una nueva carpeta dentro del disco local (C:), denominada "telemedicina". Luego, se abrió el programa Visual Studio Code y se creó un nuevo archivo llamado index.php, guardándolo en la carpeta "telemedicina". Posteriormente, se ingresó a localhost en phpMyAdmin y se creó una nueva base de datos, así como una tabla que contendría la fecha, temperatura y humedad.

Para establecer la conexión entre la base de datos y el ESP32, se configuró el archivo index.php. En este archivo, se programó para recibir dos parámetros GET llamados "temp" y "hum", que representan la temperatura y la humedad enviadas a través de una solicitud. Luego, se imprimió en la página web la temperatura y la humedad recibidas. En el IDE-Arduino, se programó el ESP32 para adquirir las señales de temperatura y humedad y enviarlas a la base de datos, donde se visualizaron en la tabla los valores correspondientes.

Para finalizar esta guía, se llevaron a cabo actividades finales que consistieron en responder preguntas teóricas para comprender los tipos de protocolos que se pueden encontrar. También se incluyó la parte práctica, que consistió en enviar datos de la frecuencia cardíaca hacia la base de datos MySQL. Este enfoque integral permitió al estudiante comprender tanto los aspectos teóricos como prácticos del monitoreo remoto de datos biomédicos.

4.2.7. Tema: Monitorización de la temperatura y humedad en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) utilizando el panel de control de la aplicación IoT MQTT y el microcontrolador ESP32 (Anexo R).

En esta guía de laboratorio, se desarrolló un sistema para el monitoreo remoto de temperatura y humedad en una unidad de cuidados intensivos (UCI). Para llevar a cabo esta práctica, es necesario utilizar el microcontrolador ESP32 y el sensor DHT11. Para visualizar los valores sensados, se empleó el panel de control de la aplicación IoT MQTT Panel.

Durante el desarrollo de la práctica, se inicia con la conexión del sensor DHT11 al microcontrolador ESP32. Posteriormente, se establece la conexión a Internet desde el ESP32 mediante la programación con el IDE de Arduino. Una vez establecida la conexión a Internet, es necesario descargar la aplicación para poder visualizar los valores de temperatura y humedad. Para ello, se utiliza la aplicación IoT MQTT Panel, que permite una conexión inalámbrica a través del protocolo MQTT. En la aplicación, se crea un nuevo panel de control y se establece una conexión con un broker. Una vez establecida la conexión, se crea el dashboard en el cual se emplea un "Gauge" para visualizar tanto la temperatura como la humedad, configurado con respecto al Topic establecido en la programación.

Para finalizar, se añaden alarmas tanto visuales en la aplicación IoT MQTT Panel como sonoras. Se activa una alarma sonora y visual si la temperatura supera los 24 grados centígrados o si es inferior a 21 grados centígrados. En cuanto a la humedad, se activa una alarma, tanto visual como sonora, cuando supera el 60 % de humedad.

4.2.8. Tema: Desarrollo de un sistema de Monitoreo Remoto de Temperatura y Humedad con ESP32: Integrando el Protocolo HL7 y su visualización en el Panel de Control de la Aplicación IoT MQTT, en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). (Anexo S)

En esta guía de laboratorio, se desarrolló un sistema para el monitoreo de temperatura y humedad en una unidad de cuidados intensivos (UCI), empleando el protocolo HL7. Para llevar a cabo esta práctica, es necesario utilizar el microcontrolador ESP32, el sensor DHT11 y el IDE Thonny. Para visualizar los valores sensados, se utilizó el panel de control de la aplicación IoT MQTT Panel.

Durante el desarrollo de la práctica, es esencial descargar e instalar un entorno de desarrollo integrado, en este caso Thonny, para programar en MicroPython. Una vez instalado, se proce-

de a establecer la conexión del microcontrolador con los sensores y, empleando MicroPython, primero se establece la conexión a internet, se crea el mensaje utilizando el protocolo HL7 y se desarrolla el programa para el envío de los datos a través de MQTT.

Para finalizar, se establece la conexión entre la aplicación IoT MQTT y el microcontrolador para poder visualizar en un gauge los valores de la temperatura y en otro gauge los valores de la humedad. Además, se añadió una celda de texto para visualizar el mensaje HL7. Tanto el gauge como la celda de texto están conectados mediante un tópico denominado “temperatura”.

▪ UNIDAD 4

4.2.9. Tema: Implementación del modelo de gestión de consentimiento informado en aplicaciones de tratamiento de datos médicos empleando APP INVENTOR (Anexo T)

En esta guía de laboratorio, se desarrolló un modelo de gestión de consentimiento informado en aplicaciones de tratamiento de datos médicos empleando MIT App Inventor. Para llevar a cabo esta práctica, se necesitó contar con una conexión a internet, una computadora con sistema operativo Windows o Linux, MIT App Inventor y un teléfono celular.

Durante el desarrollo de la práctica, se inició creando una cuenta en el programa App Inventor. Luego, se investigó la normativa y legislación regional específica relacionada con la protección de la información médica y el consentimiento informado en el contexto de la telemedicina, con el fin de establecer una base legal sólida para la implementación del modelo de gestión en la aplicación Score Mamá.

Se creó un nuevo proyecto en App Inventor en el cual, mediante el arrastre y soltar de bloques, se pudo diseñar una interfaz. Se crearon 3 pantallas (Screen): la primera, la pantalla principal, mostraba una imagen de fondo y un botón para iniciar la aplicación. Al hacer clic en este botón, se dirigía a una pantalla con el texto de consentimiento obtenido de la página del Ministerio de Salud. Esta pantalla contaba con 2 botones: uno para aceptar el consentimiento y otro para rechazarlo. Si se hace clic en el botón de aceptar, se dirigía a una nueva ventana para completar los datos del paciente. En cambio, si se hace clic en rechazar, la aplicación se cerraba.

Para finalizar esta guía, se llevaron a cabo actividades finales que consistieron en responder preguntas teóricas para comprender la importancia del consentimiento informado utilizado en aplicaciones que manejan información y datos de pacientes.

4.3. Pruebas de usabilidad

Con el propósito de evaluar el rendimiento y la efectividad de las prácticas implementadas en las asignaturas de telemedicina e ingeniería clínica y hospitalaria, se llevaron a cabo pruebas de usabilidad. Este proceso fue diseñado para medir el grado de aprendizaje alcanzado por los estudiantes de la carrera de Biomedicina a través del desarrollo de estas.

Se llevó a cabo una práctica de laboratorio seguida de encuestas detalladas a los estudiantes. Estas encuestas abordaron varios aspectos, incluida la utilidad de las prácticas en su formación académica, así como la evaluación de la usabilidad, funcionalidad y eficiencia de las mismas. Las preguntas en las encuestas se calificaron en una escala del 1 al 5, donde 5 representa una evaluación positiva y 1 indica una evaluación negativa.

En el caso de la asignatura de Ingeniería Clínica y Hospitalaria, participaron 26 estudiantes en el desarrollo de la práctica titulada “Desarrollo de una aplicación para calcular el valor de la carga laboral mensual utilizando JavaScript para el personal de mantenimiento de equipos médicos de una empresa privada”. Posteriormente, los estudiantes completaron una encuesta en la herramienta de Google Forms, compartiendo sus percepciones y experiencias con respecto a la actividad realizada.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

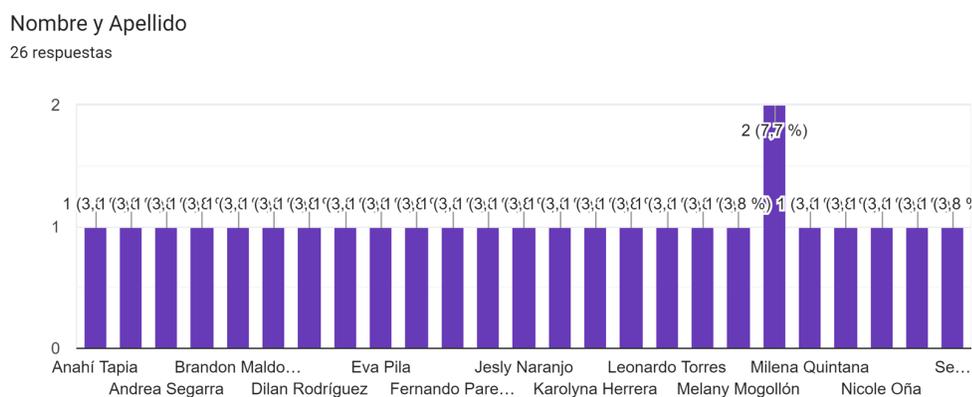


Figura 4-1.: Nombre y Apellido de los estudiantes participantes. [16]

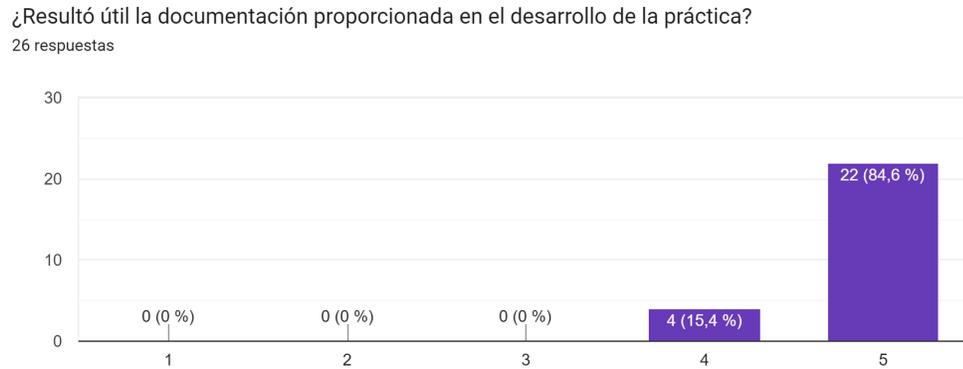


Figura 4-2.: Resultados a la pregunta 2 acerca de la utilidad de la documentación. [16]

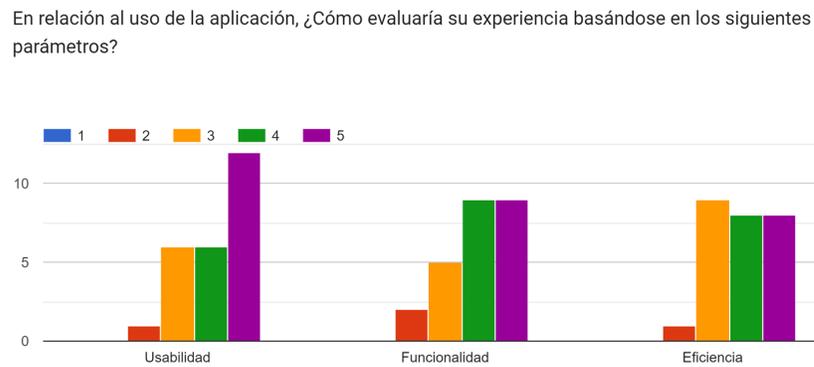


Figura 4-3.: Resultados a la pregunta 3 acerca de la Utilidad, funcionalidad y Eficacia del programa propuesto. [16]

¿Cree que la práctica le ha brindado conocimientos útiles para su carrera?
26 respuestas

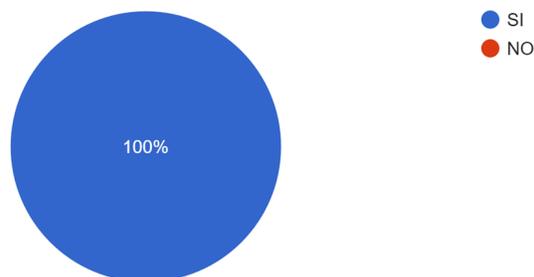


Figura 4-4.: Resultados a la pregunta 4 acerca de la utilidad de la práctica para brindar conocimiento al estudiante para su carrera. [16]

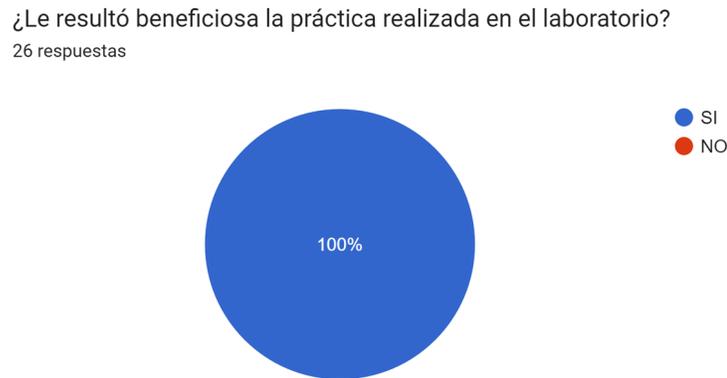


Figura 4-5.: Resultados a la pregunta 5 sobre si la práctica fue beneficiosa para el estudiante. [16]

En el caso de la asignatura de Telemedicina, participaron 17 estudiantes en el desarrollo de la práctica titulada “ Implementación del modelo de gestión de consentimiento informado en aplicaciones de tratamiento de datos médicos empleando APP INVENTOR”. Posteriormente, los estudiantes completaron una encuesta en la herramienta de Google Forms, compartiendo sus percepciones y experiencias con respecto a la actividad realizada. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

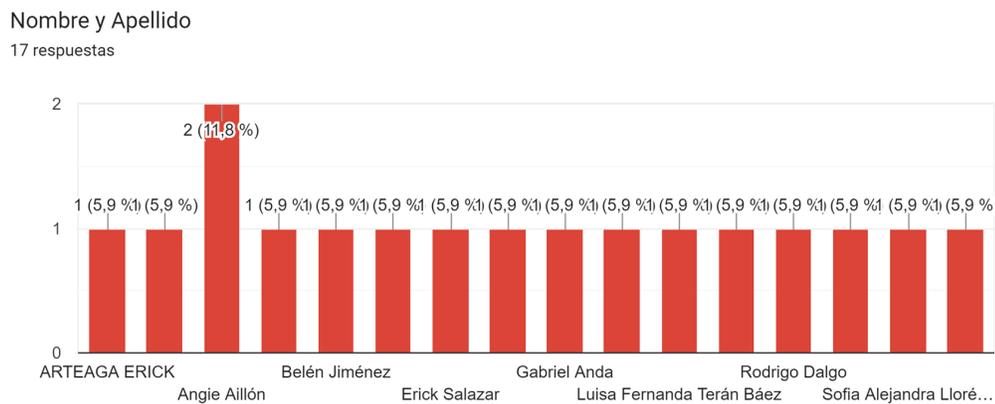


Figura 4-6.: Nombre y Apellido de los estudiantes participantes. [16]

¿Resultó útil la documentación proporcionada en el desarrollo de la práctica?

17 respuestas

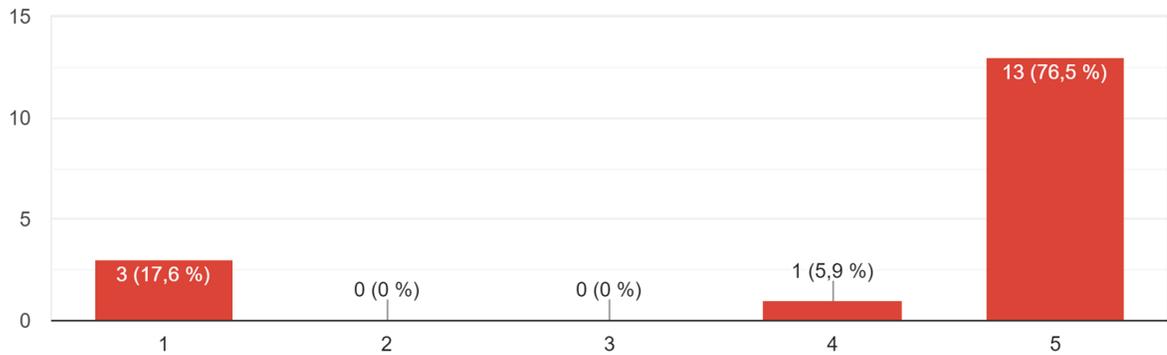


Figura 4-7.: Resultados a la pregunta 2 acerca de la utilidad de la documentación. [16]

En relación al uso de la aplicación, ¿Cómo evaluaría su experiencia basándose en los siguientes parámetros?

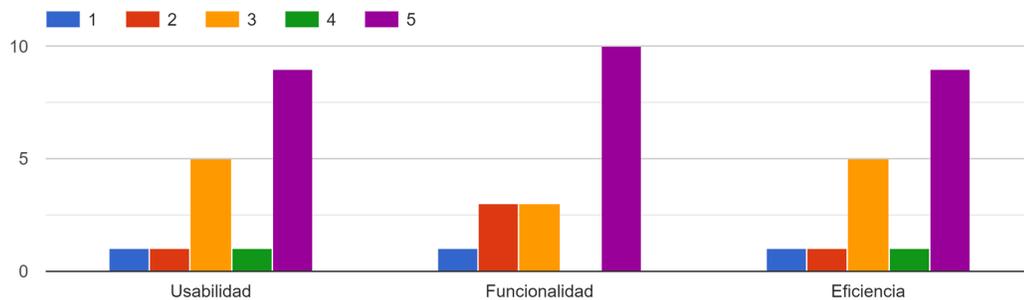


Figura 4-8.: Resultados a la pregunta 3 acerca de la Utilidad, funcionalidad y Eficacia del programa propuesto. [16]

¿Cree que la práctica le ha brindado conocimientos útiles para su carrera?
17 respuestas

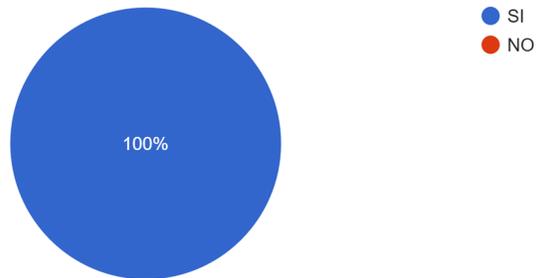


Figura 4-9.: Resultados a la pregunta 4 acerca de la utilidad de la práctica para brindar conocimiento al estudiante para su carrera. [16]

¿Cree que la práctica le ha brindado conocimientos útiles para su carrera?
17 respuestas

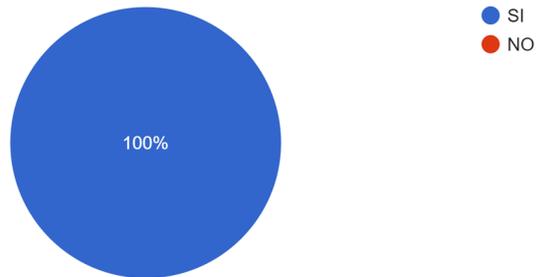


Figura 4-10.: Resultados a la pregunta 5 sobre si la práctica fue beneficiosa para el estudiante. [16]

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

1. El diseño e implementación de guías de laboratorio para las asignaturas de Telemedicina e Ingeniería Clínica y Hospitalaria, utilizando herramientas como los sistemas de información hospitalaria o plataformas en la nube, ha demostrado ser efectivo. La integración de estas herramientas amplía la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, proporcionándoles una perspectiva más completa y aplicada.

Estas guías han sido meticulosamente estructuradas para abordar los aspectos prácticos del aprendizaje, en línea con los indicadores de logro establecidos en el plan de estudios de las asignaturas. En su composición, se incluyen objetivos claros, una exposición detallada de los materiales utilizados, un marco teórico pertinente y una descripción paso a paso de las prácticas de laboratorio, que incluye conclusiones y recomendaciones basadas en la experiencia. Además, se han diseñado actividades para evaluar el nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes al finalizar cada práctica.

2. Se llevaron a cabo pruebas con estudiantes de sexto y octavo semestre de la carrera de Biomedicina para evaluar la efectividad de las prácticas implementadas. Durante estas pruebas, se les proporcionaron a los estudiantes guías de laboratorio y posteriormente se les administraron cuestionarios diseñados para evaluar su experiencia y comprensión de los contenidos. El propósito de esta evaluación de usabilidad es asegurar que los estudiantes no solo adquieran conocimientos teóricos, sino también desarrollen habilidades prácticas esenciales para su formación profesional.

5.2. Recomendaciones

1. Se sugiere realizar actualizaciones periódicas de las guías de laboratorio, considerando que se emplean diversos programas. La incorporación de nuevas versiones y actualizaciones de software puede ser fundamental para mantener la pertinencia y eficacia de las guías, asegurando que reflejen las últimas funcionalidades y mejores prácticas en los programas utilizados.

2. Se recomienda la adquisición de licencias para algunos programas mencionados en las guías, eso permite un acceso completo a las funcionalidades avanzadas de dichos programas. con el objetivo de mejorar la práctica.

A. Anexo: Plan analítico de la asignatura de Ingeniería clínica y hospitalaria

ANEXO A

Unidades Temáticas	Contenidos de la Unidad	Resultados de Aprendizaje de la Asignatura correspondientes a cada	Indicadores de Logro	TOTAL DE HORAS POR UNIDAD
UNIDAD 1 - Introducción a los sistemas de información hospitalaria	1.1 Definición Sistema de Información 1.2 Tipos de Sistemas de Información 1.2.1 Back to office 1.2.2 Front to Office 1.2.3 Sistemas Clínicos 1.3 Requerimientos tecnológicos de un Sistema de Información Hospitalaria 1.4 Ejemplos de Sistemas Clínicos en el País y la ciudad	Conoce la normativa asociada a la infraestructura hospitalaria Conoce e identifica los requerimientos informáticos que requiere una instalación hospitalaria.	Comprender la importancia de sistema de información hospitalaria Comprender la importancia de sistema de información hospitalaria	30
UNIDAD 2 - Gestión de la tecnología y procesos de adquisición de equipo médico	2.1 El proceso de adquisición. 2.2 Evaluación de tecnología. 2.3 Evaluación de dispositivos. 2.4 Planificación y evaluación de necesidades. 2.5 Adquisición. 2.6 Instalación. 2.7 Puesta en servicio. 2.8 Seguimiento.	Conoce e identifica el proceso de adquisición de equipos médicos. Analiza e identifica los requerimientos tecnológicos que se adaptan a una instalación hospitalaria.	Comprender como se realizan los procesos de gestión de adquisición de equipo medico. Comprender como se realizan los procesos de gestión de adquisición de equipo medico.	30
UNIDAD 3 - Gestión de	3.1 Mantenimiento preventivo 3.2 Mantenimiento preventivo orientado a	Emplea estrategias para administrar y gestionar la	Conocer los tipos mantenimientos en los	36

<p>mantenimiento de equipos hospitalarios</p>	<p>riesgos 3.2.1 Diferenciación del equipamiento teniendo en cuenta tres niveles de riesgo 3.2.2 Cálculo del nivel de prioridad 3.2.3 Inventario para el mantenimiento 3.2.4 Clasificación de los equipos biomédicos 3.2.4.1 Según el tipo de protección contra descargas eléctricas 3.2.4.2 Según el grado de protección contra descargas eléctricas. 3.2.5 Procedimiento para la inspección y el mantenimiento preventivo 3.3 Mantenimiento correctivo 3.4 Orden de trabajo 3.5 Elaboración del programa de mantenimiento anual 3.6 Indicadores de gestión de mantenimiento preventivo. 3.6.1 Disponibilidad 3.6.2 Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo. 3.6.3 Indicadores de costos 3.6.4 Eficiencia de la utilización del fondo de tiempo 3.6.5 Eficacia del mantenimiento correctivo 3.6.6 Indicador de falsas solicitudes</p>	<p>infraestructura y servicios tecnológicos en ambientes hospitalarios</p>	<p>equipos Hospitalarios</p>	
<p>UNIDAD 4 - Gestión de la provisión de servicios, riesgos y seguridad laboral</p>	<p>4.1 Que es Salud. 4.2 Personal de Salud. 4.3 Salud laboral 4.4 Riesgo 4.4.1 Riesgos biológicos 4.4.2 Riesgos químicos 4.4.3 Riesgos físicos 4.4.4 Riesgos ergonómicos 4.4.5 Riesgos psicosociales</p>	<p>Conoce e identifica los riesgos que se presentan en el ambiente Biomédico</p>	<p>Conocer y comprender los riesgos que se presentan en el ambiente biomédico</p>	<p>24</p>

B. Anexo: Configuración y Gestión de citas Online con el software de sistema de información hospitalaria Solismed

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema: (Anexo B) Configuración y Gestión de citas Online con el software de sistema de información hospitalaria Solismed

El empleo de los sistemas de información hospitalaria (HIS) posibilita la gestión y atención médica en hospitales y clínicas. Estos sistemas no solo recopilan y almacenan información de los pacientes, generando historiales completos y accesibles, sino que también facilitan el intercambio de datos entre profesionales de la salud. Además, los HIS incluyen diversas herramientas que contribuyen a una gestión hospitalaria eficiente y adecuada (Vargas Rioja y Arrué Pajares, 2020).

1. Objetivo General

Configurar y gestionar citas online empleando el software Solismed para adquirir conocimiento sobre la importancia y utilidad de los sistemas de información hospitalaria mediante el empleo de ejercicios prácticos.

2. Objetivos Específicos

1. Establecer un perfil de usuario administrador en Solismed utilizando las funciones integradas en el software para el registro de datos de pacientes en la clínica simulada.
2. Ejecutar el proceso de agendamiento de citas médicas desde la perspectiva del paciente, utilizando un dispositivo alternativo en el entorno de Solismed, para destacar la versatilidad y accesibilidad del sistema.
3. Verificar los registros de citas médicas de los pacientes utilizando el panel de control de Solismed, resaltando la importancia del monitoreo efectivo en la gestión de la información.

3. Marco Teórico

- Sistema de información hospitalaria (HIS): Es un sistema informático, la cual su principal función es la de apoyar las actividades operativas, tácticas y estratégicas dentro de un hospital o clínica. Es necesario contar con una computadora para almacenar, comunicar y procesar información administrativa y clínica. (Salvador, 1997)

Algunas de las funciones principales que suelen ofrecer estos sistemas informáticos incluyen:

1. **Gestión de registros médicos electrónicos (EMR):** Permiten almacenar de manera segura y accesible la información clínica de los pacientes, incluyendo historias médicas, resultados de exámenes, tratamientos y diagnósticos.
2. **Administración de citas y horarios:** Facilitan la programación de citas médicas, la asignación de recursos como salas de consulta o quirófanos, y el seguimiento de la disponibilidad del personal médico.
3. **Gestión de inventario y suministros:** Ayudan a controlar el inventario de medicamentos, equipos médicos y suministros necesarios para la atención de los pacientes, optimizando su uso y evitando desabastecimientos.
4. **Facturación y gestión financiera:** Automatizan los procesos de facturación, cobro y seguimiento de pagos, así como la generación de informes financieros que ayudan a la administración a tomar decisiones financieras informadas.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Integración con equipos médicos:** Permiten la conexión y la transferencia de datos entre los sistemas informáticos y los equipos médicos, facilitando el monitoreo en tiempo real de parámetros vitales y otros datos clínicos.
- Soporte para la toma de decisiones clínicas:** Proporcionan herramientas y recursos que ayudan a los profesionales de la salud a tomar decisiones basadas en evidencia, accediendo a información actualizada sobre tratamientos, protocolos médicos y guías clínicas.
- Seguridad y cumplimiento normativo:** Garantizan la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información del paciente, cumpliendo con los estándares de seguridad y privacidad de datos establecidos por las regulaciones sanitarias y de protección de datos.

Dentro de un hospital, se identifican tres tipos de sistemas de información. Estos son:

- Front to office:** Los aplicativos orientados a las interacciones externas de la empresa o institución son utilizados por áreas que mantienen contacto directo con los pacientes. Estos aplicativos brindan soporte al agilizar procesos como la gestión de pacientes o la atención al cliente, contribuyendo así a una operación más eficiente y orientada al servicio. (Salvador, 1997)

Por ejemplo, los sistemas de gestión de pacientes permiten registrar y actualizar rápidamente la información de los pacientes, programar citas de manera eficiente, y gestionar el flujo de pacientes en las diferentes áreas del hospital o clínica. Esto no solo mejora la experiencia del paciente al reducir los tiempos de espera, sino que también optimiza la utilización de los recursos médicos y administrativos disponibles. (Salvador, 1997)

Asimismo, los aplicativos utilizados en la atención al cliente pueden incluir sistemas de atención telefónica o por internet, donde los pacientes pueden realizar consultas, solicitar citas o recibir información sobre servicios médicos. Estos sistemas pueden estar integrados con los registros médicos electrónicos, lo que permite a los profesionales de la salud acceder rápidamente a la información relevante del paciente durante la interacción. (Salvador, 1997)

- Back to office:** Los aplicativos internos son herramientas utilizadas exclusivamente en el ámbito interno de la organización, sin una relación directa con el paciente. Estos se destinan a la gestión administrativa, contabilidad, inventariado, mantenimiento de equipos, entre otros aspectos clave de la operación interna de la entidad. (Salvador, 1997)

Por ejemplo, los sistemas de gestión administrativa ayudan a automatizar procesos como la gestión de recursos humanos, el seguimiento de presupuestos y gastos, y la generación de informes gerenciales. Esto permite a la institución optimizar sus operaciones, reducir costos y tomar decisiones estratégicas informadas. (Salvador, 1997)

Los aplicativos de contabilidad son fundamentales para llevar un registro preciso de los ingresos, gastos y activos financieros de la institución, garantizando el cumplimiento de las obligaciones fiscales y financieras. (Salvador, 1997)

Además, los sistemas de inventariado facilitan la gestión de los recursos materiales necesarios para la atención médica, como medicamentos, equipos médicos y suministros, asegurando su disponibilidad y evitando desabastecimientos. (Salvador, 1997)

- Sistemas clínicos:** Brindan apoyo a los profesionales de la salud en distintos niveles, abarcando desde el estratégico, que involucra la gestión de órdenes médicas, hasta el administrativo y operativo. (Plazotta y Gonzales, 2015)

Estos sistemas clínicos están diseñados para mejorar la eficiencia y la calidad de la atención médica al proporcionar herramientas especializadas para cada etapa del proceso clínico. En el nivel estratégico, estos sistemas pueden incluir módulos para la gestión de órdenes médicas, como la prescripción electrónica de medicamentos, la solicitud de exámenes de laboratorio o estudios de

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

imagenología. Esto no solo agiliza el proceso de atención, sino que también ayuda a reducir errores de prescripción y mejora la coordinación entre los diferentes profesionales de la salud involucrados en el tratamiento del paciente. (Plazotta y Gonzales, 2015)

- Ventajas de emplear un sistema de información hospitalaria: Emplear un Sistema de Historia Clínica Electrónica (HIS) en una clínica u hospital conlleva numerosos beneficios, como son:
 1. **Evitar la escasez en el suministro de insumos:** El uso del HIS permite monitorear de manera constante el flujo de insumos gracias a las opciones de inventariado disponibles en este sistema. (Vargas González y Hernández, 2009)
 2. **Mejorar la planificación del equipo sanitario y del paciente:** Los sistemas de información hospitalaria (HIS) posibilitan un seguimiento preciso de las citas médicas de los pacientes. (Vargas González y Hernández, 2009)
 3. **Mayor seguridad y atención al paciente:** Con el empleo de los sistemas de información hospitalaria (HIS), los hospitales pueden fomentar la integración de la información del paciente en todas las etapas de su atención, lo que conlleva a una mejora en la satisfacción del paciente. Esto implica recopilar y almacenar datos relevantes, como informes de diagnóstico, historial médico, reacciones alérgicas. (Vargas González y Hernández, 2009)
 4. **Cumple con los estándares sanitarios internacionales:** Emplea el protocolo HL7, lenguaje de marcación y comparación de datos empleados a nivel mundial. (Vargas González y Hernández, 2009)

- Solismed: Es un software de salud de código abierto utilizado en clínicas ambulatorias y hospitales. Este Sistema de Información Hospitalaria (HIS) proporciona una amplia gama de características que no solo ahorran tiempo, sino que también aumentan la productividad. Solismed presenta una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar, donde los usuarios pueden acceder a diferentes pestañas con paneles de tareas distintos, tales como registros médicos, prescripción electrónica, gestión de citas, control de inventario, mantenimiento y facturación. (Solismed, 2023)

- Open source: El software de código abierto es un tipo de software cuyo código está diseñado para ser accesible al público en general. Esto implica que cualquier persona puede examinar, modificar y distribuir el código según sus necesidades y preferencias. (Spano, 2010)

La transparencia y apertura en el código fuente del software propician una colaboración más amplia entre desarrolladores de todo el mundo, lo que a menudo resulta en la creación de soluciones más sólidas, seguras y versátiles. Además, el enfoque de desarrollo de código abierto estimula la innovación al permitir que diversas comunidades trabajen en conjunto para mejorar el software y adaptarlo a una amplia gama de contextos y necesidades específicas. (Spano, 2010)

Entre los beneficios del software de código abierto se incluye la reducción de costos, dado que típicamente es gratuito, y la eliminación de obstáculos para aquellos que deseen utilizar, estudiar o contribuir al desarrollo del software. (Spano, 2010)

- Requerimientos tecnológicos de un sistema de información hospitalaria: Para el correcto funcionamiento de un sistema de información hospitalaria, es necesario contar con una red de comunicaciones, como la intranet o internet, equipos de cómputo y un software base que se programará para que sea amigable al usuario (Cerritos, Fernández, y Gatica, 2003)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA	
BIOMEDICINA	
63	
EL GIRÓN-QUITO	

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X
3. HIS Solismed

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Ingreso al HIS Solismed

1. Dar clic en el siguiente enlace, que dirigirá a la página oficial de Solismed: <https://www.solismed.com/> para luego hacer clic en DEMO tal como se muestra en la **Figura 1**.



Figura 1: Página principal de Solismed. (Solismed, 2023)

2. En la página principal de la DEMO, se hace clic en la sección que indica: “Haz clic aquí para acceder al área de inicio de sesión del personal”, como se muestra en la **Figura2**.

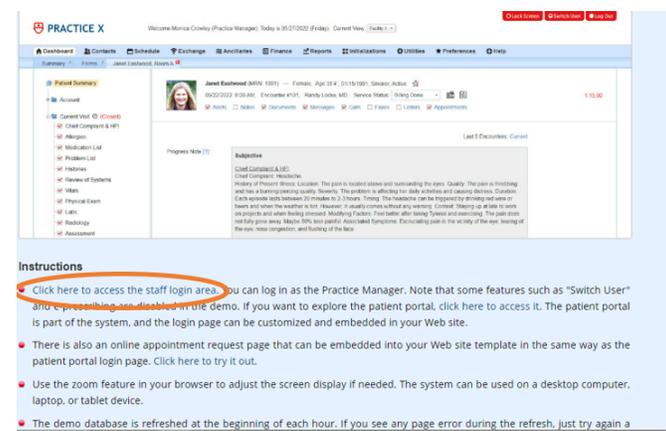


Figura 2: Página principal de Solismed para acceder a la DEMO (Solismed, 2023)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA	
BIOMEDICINA	
63	
EL GIRÓN-QUITO	

Una vez que se accede a la página de inicio de sesión, se puede observar que en el campo “NOMBRE DE USUARIO”, el valor establecido permanece como “demo”, al igual que en el campo “CONTRASEÑA”, que conserva el valor predeterminado. Posteriormente, se realiza un clic en *Login* para ingresar a la página principal de Solismed, tal como se muestra en la **Figura 3**.



Figura 3: Inicio de Sesión al programa (Solismed, 2023)

5.2. Creación de un nuevo usuario administrador

1. Para establecer un nuevo usuario administrador, se debe acceder a la sección “UTILITIES” y seleccionar las opciones “system” y luego “múltiples facilidades”. A partir de ahí, se procede a la creación de un nuevo facility, como se muestra en la **Figura 4**.

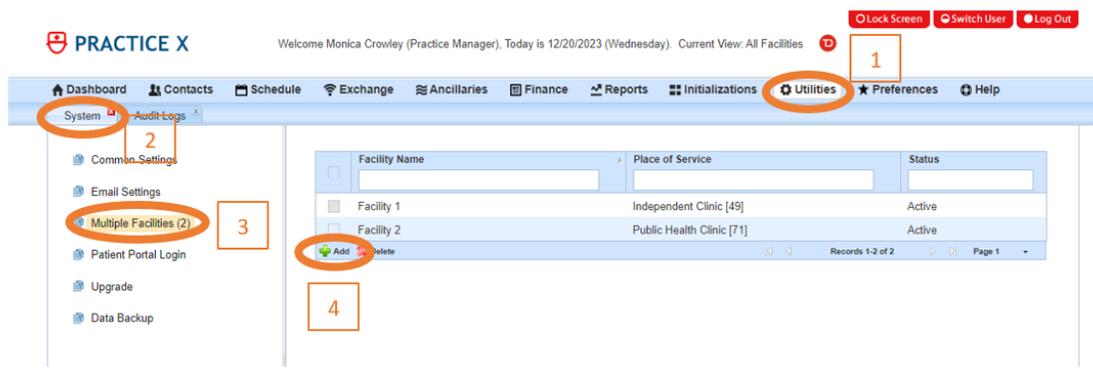


Figura 4: Pasos para crear una nueva instalación 1: Utilities, 2: System, 3: Multiples Facilidades, 4: Añadir (Solismed, 2023)

2. Para crear una nueva instalación, se despliegan varios campos que deben ser completados. En el campo “Facility Name”, se introduce el nombre deseado para el centro clínico. En “Place of Servic”, se selecciona el tipo de instalación deseada, como por ejemplo, una clínica privada, un hospital, un centro odontológico, etc. A continuación, se dispone de un espacio para proporcionar una breve descripción de la instalación.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

En el campo “Main Location”, se elige **UNA** especialidad médica, como medicina interna, ginecología, pediatría, etc. En “Contact Email”, se proporciona un correo electrónico existente. En la sección “Logo”, se descarga una imagen de Internet para cargarla en ese campo. Las demás secciones se mantienen con la configuración predeterminada y, finalmente, se hace clic en “Guardar”, tal como se muestra en la **Figura 5**.

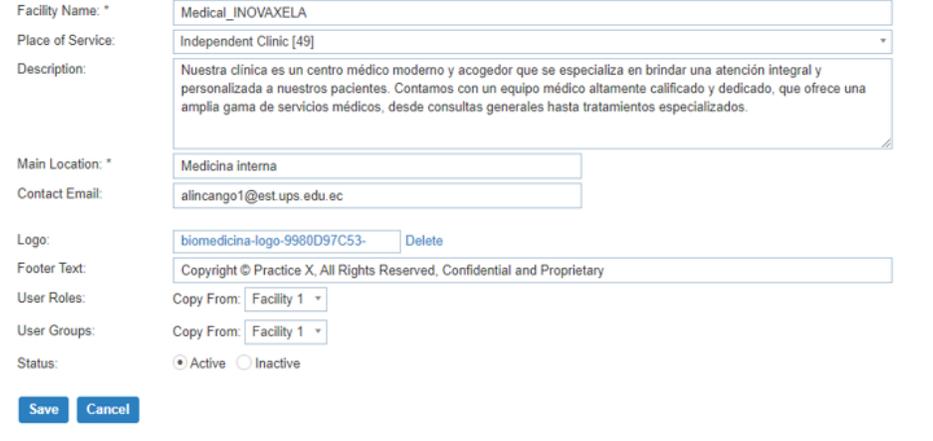


Figura 5: Ejemplo de cómo completar los datos para crear una nueva instalación médica (Solismed, 2023)

3. A continuación, se procederá a crear las especialidades médicas disponibles en la instalación. Se inicia seleccionando “INITIALIZATIONS”, luego “General” y, posteriormente, “Location” para agregar una nueva especialidad médica, tal como se muestra **Figura 6**.

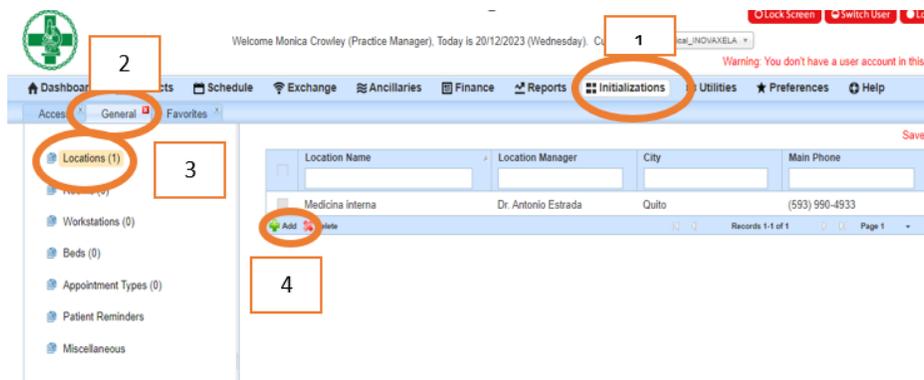


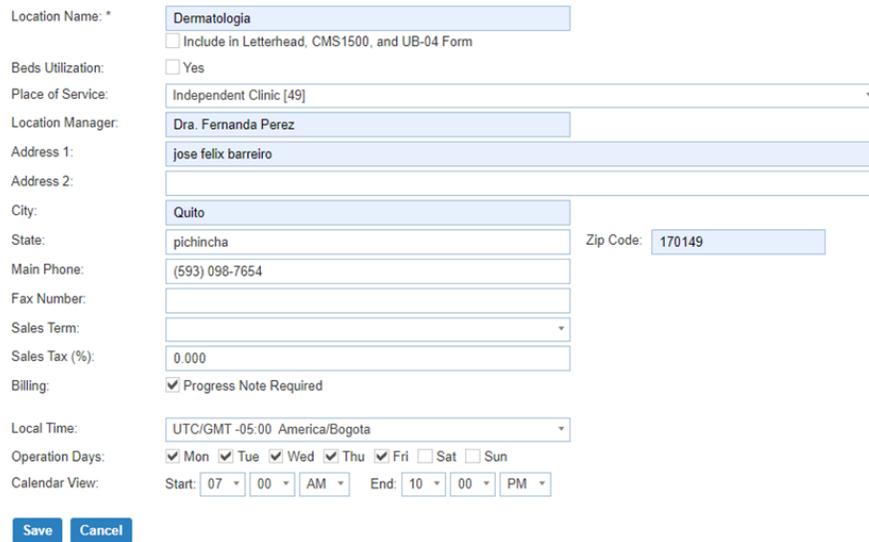
Figura 6: Pasos para crear una nueva especialidad médica. 1: Initializations, 2: General, 3: Location, 4: Añadir (Solismed, 2023)

4. Al hacer clic para agregar una especialidad médica, se despliegan campos que deben ser completados. En “Location Name”, se introduce el nombre de la especialidad médica, como Medicina General, Dermatología, Pediatría, etc. En la sección “Place of Service”, se especifica el tipo de instalación, por ejemplo, clínica independiente, hospital, clínica privada, etc.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

En el apartado “Location Manager”, se asigna un nombre ficticio que representa al encargado del área. En la sección “City y State”, se ingresa la ubicación. Finalmente, en “Local Time”, se configura UTC/GMT -05.00 América/Bogotá. Las demás secciones se mantienen con la configuración predefinida, tal como se muestra en la **Figura 7**.



Location Name: * Dermatologia
 Include in Letterhead, CMS1500, and UB-04 Form
 Beds Utilization: Yes
 Place of Service: Independent Clinic [49]
 Location Manager: Dra. Fernanda Perez
 Address 1: jose felix barreiro
 Address 2:
 City: Quito
 State: pichincha Zip Code: 170149
 Main Phone: (593) 098-7654
 Fax Number:
 Sales Term:
 Sales Tax (%): 0.000
 Billing: Progress Note Required
 Local Time: UTC/GMT -05:00 America/Bogota
 Operation Days: Mon Tue Wed Thu Fri Sat Sun
 Calendar View: Start: 07 00 AM End: 10 00 PM
 Save Cancel

Figura 7: Ejemplo de como rellenar para crear una nueva especialidad médica (Solismed, 2023)

- Para la configuración de consultorios especializados según la especialidad correspondiente, se debe acceder a la sección denominada “Inicializaciones”. En este punto, se elige la opción “General” y luego se dirige al apartado titulado “Rooms”. Para completar el proceso, se procede a hacer clic en la opción “Añadir”, tal como se muestra en la **Figura 8**.

Saved

	Location Name	Location Manager	City	Main Phone
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	Dermatologia	Dra. Fernanda Perez	Quito	(593) 098-7654
<input checked="" type="checkbox"/>	Medicina interna	Dr. Antonio Estrada	Quito	(593) 456-7876
<input type="checkbox"/>	Neurología	Dr. Alvaro Perez	Quito	(593) 678-8765

Add Delete Records 1-3 of 3 Page 1

Figura 8: Ejemplo de 3 especialidades médicas creadas, 1: Dermatología, 2: Medicina General, 3: Neurología. (Solismed, 2023)

- Para Establecer consultorios específicos para cada especialidad, se debe hacer clic en la sección “Inicializaciones”, luego seleccionar “General”. Posteriormente, dirigirse a la sección “Rooms” y finalmente hacer clic en “Añadir”, tal como se muestra en la **Figura 9**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
	BIOMEDICINA
	63
	EL GIRÓN-QUITO

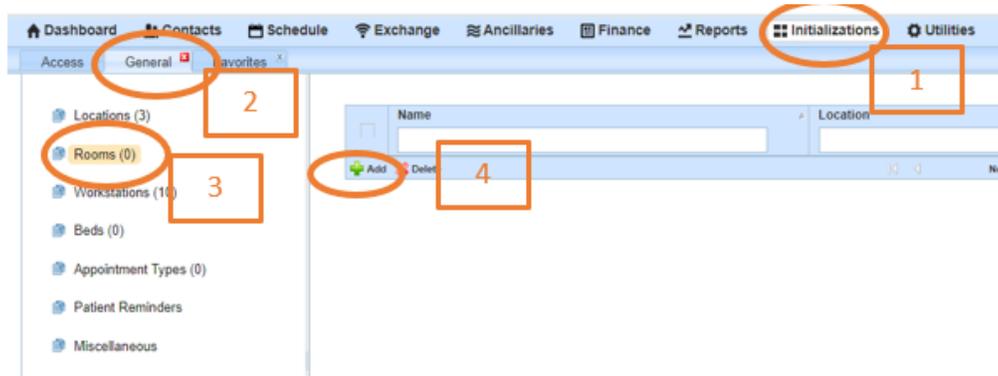


Figura 9: Pasos para crear nuevos consultorios 1: Initiazations, 2: General, 3: Rooms, 4: Añadir (Solismed, 2023)

7. Para crear los consultorios, es necesario completar los campos de “Room Name” con el nombre correspondiente a cada consultorio, por ejemplo, Consultorio de Medicina Interna, Consultorio de Neurología, etc. En el campo “Location”, se especifica la especialidad médica correspondiente, tal como se muestra en la **Figura 10**.

Room Name: *

Location: *

Figura 10: Registro de datos de un consultorio (Solismed, 2023)

8. Se tiene la posibilidad de crear varios consultorios en función de la cantidad de especialidades médicas disponibles. Se sugiere la creación de entre 2 y 5 consultorios para lograr una variedad práctica y enriquecer la comprensión sobre la importancia de los sistemas de información hospitalaria, tal como se muestra **Figura 11**.

<input type="checkbox"/>	Name	Location
<input type="checkbox"/>	Consultorio Dermatología	Dermatología
<input type="checkbox"/>	Consultorio Medicina Interna	Medicina interna
<input type="checkbox"/>	Consultorio Neurología	Neurología

Figura 11: Ejemplo de consultorios creados (Solismed, 2023)

9. Para habilitar las citas en línea, es necesario ajustar las especialidades médicas. Se accede a la sección

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
	BIOMEDICINA
	63
	EL GIRÓN-QUITO

“Inicializaciones”, se selecciona “General”, luego en “Appointment Types” y finalmente se hace clic en “Añadir”, tal como se muestra en la **Figura 12**.

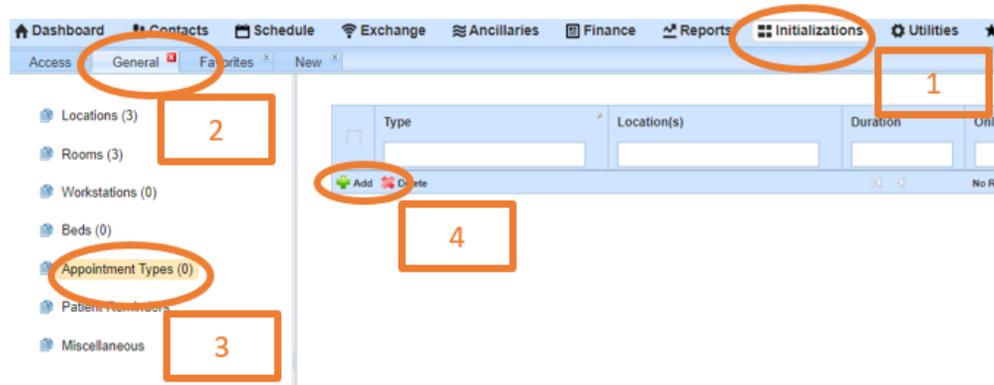


Figura 12: Pasos para cambiar el formato a citas médicas Online, 1: Inizializations, 2: General, 3: Appointment Typer, 4: General (Solismed, 2023)

10. Es necesario completar diversos campos durante este proceso. En la sección “Type”, se especifica el tipo de cita, como por ejemplo, urgencias, dermatología, neurología, entre otros. Seguidamente, en la sección “Description”, se proporciona una breve descripción de los servicios ofrecidos. En cuanto a la sección “Location”, se elige la opción **ALL**, mientras que en “Duration” se establece la duración estimada de la atención médica. Para finalizar, se opta por la alternativa “Online Request” y se dejan los demás campos en su configuración predeterminada, como se muestra en la **Figura 13**.

Type: *	Urgencias
Description:	Consultorio de Medicina Interna dedicado a ofrecer atención integral para pacientes adultos. Nuestro equipo médico altamente capacitado brinda evaluaciones exhaustivas,
Location:	Medicina interna, Dermatología, Neurología
Duration:	30 minutes
Provider Specific:	<input type="checkbox"/>
Online Request:	<input checked="" type="checkbox"/>
Appointment Deposit:	0.00
<input type="button" value="Save"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

Figura 13: Forma de registro para cambiar a citas médicas Online (Solismed, 2023)

11. Se puede habilitar la opción de citas médicas en línea para varias especialidades. Se sugiere crear entre 2 y 5 opciones para obtener una variedad práctica y enriquecer el conocimiento sobre la importancia de los sistemas de información hospitalaria, tal como se muestra en la **Figura 14**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Type	Location(s)	Duration	Online Request	Appointment Deposit
<input type="checkbox"/> Dermatología	Medicina interna, Dermatología, Neurología	40 minutes	Yes	0.00
<input type="checkbox"/> Neurología	Medicina interna, Dermatología, Neurología	60 minutes	Yes	10.00
<input type="checkbox"/> Urgencias	Medicina interna, Dermatología, Neurología	30 minutes	Yes	0.00

Figura 14: Ejemplos de citas médicas online, incluyendo su duración y precio (Solismed, 2023)

5.3. Proceso de agendamiento de citas médicas

1. Para agendar una cita médica, se accede al siguiente enlace. <https://www.solismed.com/demo/myappointments.php> Puede realizarse tanto desde un teléfono móvil como desde un ordenador diferente.
2. Una vez que se ingresa al enlace, en la sección 1 de “Location and Date”, se elige el nombre de la institución y la especialidad deseada. Luego, en el calendario, se selecciona la fecha deseada.
3. En la sección 2, denominada “Availability”, al acceder al campo “Appointment Type”, se selecciona el consultorio correspondiente sin elegir ninguna opción en la sección “Provider”. Se elige la hora deseada y, finalmente, en la sección “Reason for Visit”, se ingresa la razón por la cual se necesita una cita médica. Seguidamente, se hace clic en “continuar”, tal como se muestra en la **Figura 15**.

Appointment Request

1. Location and Date

Su Mo Tu We Th Fr Sa

December 2023

3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

2. Availability

Appointment Type: Deposit Required: \$0.00
Consultorio de Medicina Interna dedicado a ofrecer atención integral para pacientes adultos. Nuestro equipo médico altamente capacitado brinda evaluaciones exhaustivas, diagnósticos precisos y tratamientos personalizados para una amplia gama de condiciones médicas.

Provider:

07:00 AM	07:30 AM	08:00 AM	08:30 AM	09:00 AM	09:30 AM	10:00 AM	10:30 AM
11:00 AM	11:30 AM	12:00 PM	12:30 PM	01:00 PM	01:30 PM	02:00 PM	02:30 PM
03:00 PM	03:30 PM	04:00 PM	04:30 PM	05:00 PM	05:30 PM	06:00 PM	06:30 PM
07:00 PM	07:30 PM	08:00 PM	08:30 PM	09:00 PM			

Appointment Request

Location: Medicina interna

Date: 12/27/2023

Time: 12:30 PM

Type: Urgencias

Duration: 0 hr 30 min

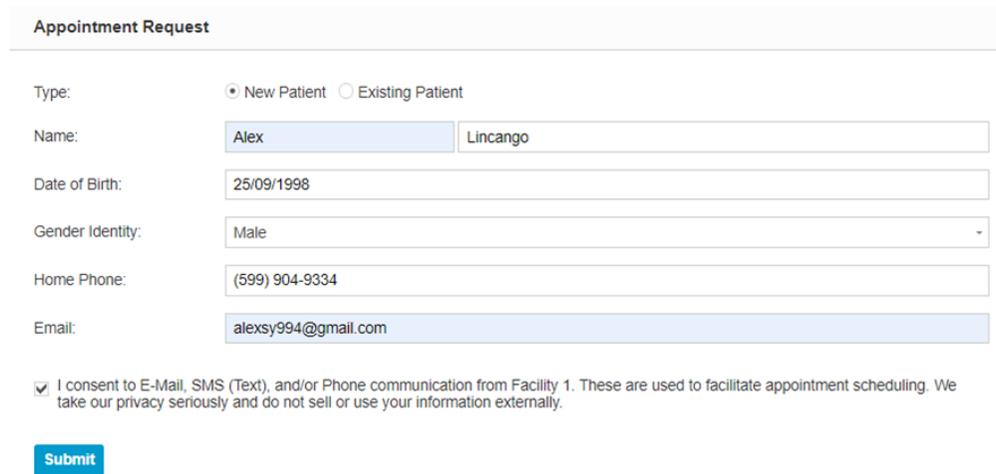
Reason for Visit:

Figura 15: Proceso de agendamiento cita (Solismed, 2023)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

4. En el siguiente paso, se completan los campos con la información personal, incluyendo nombre, fecha de nacimiento, género, número de teléfono celular, correo electrónico, y se hace clic en “Consentimiento”. Posteriormente, se realiza un clic en **SUBMIT**, como se muestra en la **Figura 16**.



Appointment Request

Type: New Patient Existing Patient

Name:

Date of Birth:

Gender Identity:

Home Phone:

Email:

I consent to E-Mail, SMS (Text), and/or Phone communication from Facility 1. These are used to facilitate appointment scheduling. We take our privacy seriously and do not sell or use your information externally.

Figura 16: Proceso de Registro de Datos del Paciente (Solismed, 2023)

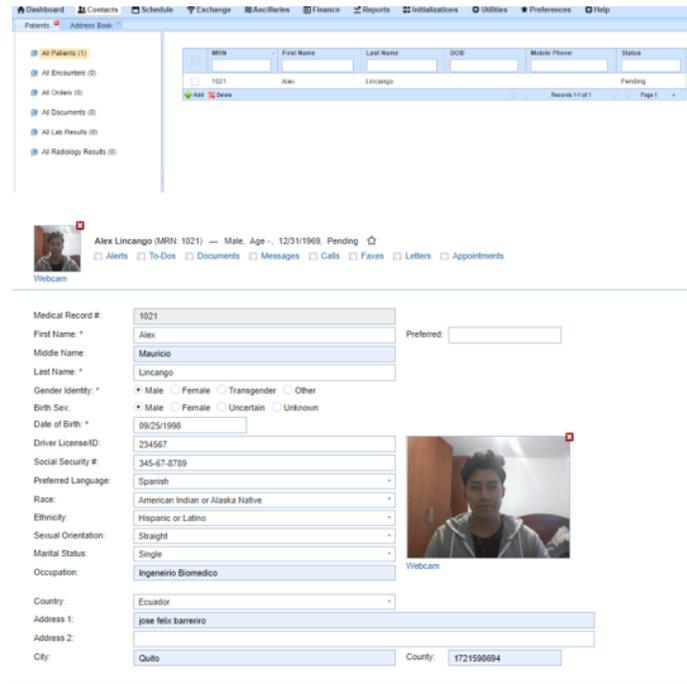
5. Se recibirá un correo electrónico que permitirá verificar la dirección de correo electrónico y completar el proceso de registro.

5.4. Verificar los registros de las citas médicas de los pacientes

1. Se regresa a la página principal de Solismed para verificar la creación de la cita médica. Se hace clic en la sección “Contacts” y luego en “All patients”, donde se mostrará el nombre del paciente.
2. Se hace clic en el nombre del paciente y se completa toda la información solicitada.
3. Se agrega una imagen, la cual puede ser capturada en ese momento a través de la cámara web o cargada desde el buscador de archivos, tal como se muestra en la **Figura 17**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO



Dashboard | Contacts | Schedule | Exchange | Ancillaries | Finance | Reports | Initializations | Utilities | Preferences | Help

Paciente | Address Book

MRN	First Name	Last Name	DOB	Mobile Phone	Status
1021	Alex	Lincango			Pending

Alerts To-Dos Documents Messages Calls Faxes Letters Appointments

Medical Record #: 1021
 First Name: * Alex Preferred:
 Middle Name: Mauricio
 Last Name: * Lincango
 Gender Identity: * Male Female Transgender Other
 Birth Sex: * Male Female Uncertain Unknown
 Date of Birth: * 09/25/1998
 Driver License ID: 234567
 Social Security #: 345-67-8789
 Preferred Language: Spanish
 Race: American Indian or Alaska Native
 Ethnicity: Hispanic or Latino
 Sexual Orientation: Straight
 Marital Status: Single
 Occupation: Ingeniero Biomedico
 Country: Ecuador
 Address 1: jose felix barriento
 Address 2:
 City: Quito County: 172150004

Figura 17: Ejemplo de registro de datos de un paciente (Solismed, 2023)

4. Se hace clic en “SAVE” y luego en “Print ID Card” para crear una tarjeta de identificación, tal como se muestra en la **Figura 18**.

Guardian (if any): Relationship:
 Emergency Contact: Relationship:
 Status: Active Inactive Suspended Deceased

Practice X
 MRN: 1021
 Name: Alex Lincango
 Gender: Male
 Age: 25




Figura 18: ID Card del paciente (Solismed, 2023)

5. A continuación, se hace clic en “Schedule” y se observa que el paciente ya cuenta con la cita médica, tal como se muestra en la **Figura 19**. Posteriormente, se hace clic en el nombre.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
	BIOMEDICINA
	63
	EL GIRÓN-QUITO

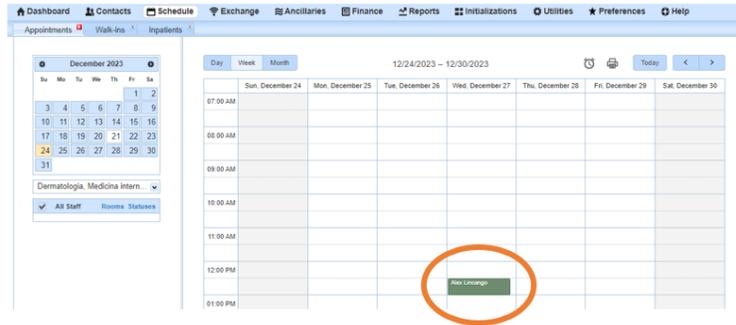


Figura 19: Fecha de la cita médica (Solismed, 2023)

6. Una vez que se hace clic en el nombre, se visualiza toda la información del paciente. Si se hace clic en “ID Bands”, se puede descargar la pulsera de identificación, como se muestra en la siguiente interfaz **Figura 20**.

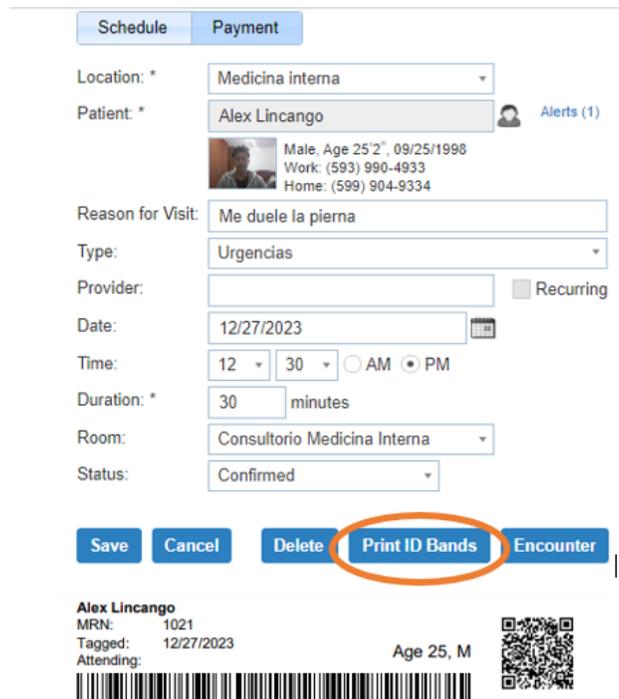


Figura 20: Pulsera de identificación del paciente (Solismed, 2023)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

6. ACTIVIDAD

6.1. Importancia de los sistemas de información Hospitalaria (HIS)

1. ¿Cuál es la importancia de emplear Sistemas de Información Hospitalaria (HIS) en entornos clínicos?

2. Enumere los 3 tipos de sistemas de información dentro de un hospital.

6.2. Proceso para agendar citas médicas online

1. ¿Cuáles son los beneficios de agendar una cita médica por internet?

6.3. Verificar los registros de las citas médicas de los pacientes

1. Ingrese una captura de la ID Card del paciente.

2. Ingrese una captura de la pulsera de ID del paciente.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

7. Conclusiones

- La implementación de Sistemas de Información Hospitalaria (HIS) en centros médicos es fundamental para lograr una gestión eficiente y completa. Esto posibilita un seguimiento detallado de la información de los pacientes y facilita la transmisión de información entre los profesionales de la salud.
- La ejecución del proceso de agendamiento de citas desde la perspectiva del paciente, utilizando un dispositivo alternativo en el entorno de Solismed, resalta la versatilidad y accesibilidad del sistema. Este aspecto es crucial para proporcionar opciones flexibles a los pacientes, mejorando la interacción y adaptándose a diversas preferencias de los usuarios.
- La verificación de los registros de citas médicas de los pacientes mediante el panel de control de Solismed resalta la importancia del monitoreo efectivo en la gestión de la información. Esta funcionalidad facilita la supervisión constante de las citas programadas, contribuyendo a una atención médica más organizada y mejorando la eficiencia en la gestión de recursos y tiempos.

8. Recomendaciones

- Se recomienda instalar el programa lector QR Bar code.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Cerritos, A., Fernández, F., y Gatica, F. (2003). Sistema de información hospitalaria. *Manual de Introducción a la Informática Médica [en línea]. México, DF.*
- Plazotta, F., y Gonzales, D. (2015). Sistemas de información en salud: Integrando datos clínicos en diferentes escenarios y usuarios. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 32(2), 343–351.
- Salvador, J. A. (1997). Sistemas de información hospitalaria. *Scire: Representación y organización del conocimiento*, 3(2), 115–130.
- Solismed. (2023). *Sistema gratuito de gestión de hospitales para pacientes ambulatorios e pacientes hospitalizados*. <https://www.solismed.com/>. (Fecha de Acceso: 20-12-202)
- Spano, D. (2010). El open source como facilitador del open access. En *Ii encuentro iberoamericano de editores científicos* (p. 16).
- Vargas González, V., y Hernández, C. (2009). Sistemas de información de costos para la gestión hospitalaria. *Revista de ciencias sociales*, 15(4), 716–726.
- Vargas Rioja, C. A., y Arrué Pajares, S. D. (2020). Implementación de un sistema de información hospitalario (his) interoperable basado en hl7 para un centro médico de categoría ii-1 o superior.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

C. Anexo : Instalación del sistema de gestión empresarial Odoo (ERP) Pt.1

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo C) Instalación del sistema de gestión empresarial Odoo (ERP) Pt.1

Según (Cabrera, 2015), los sistemas de gestión empresarial se definen como conjuntos de procesos ampliamente utilizados por las empresas con el propósito de administrar y optimizar sus operaciones. Estos sistemas abarcan áreas críticas, tales como la gestión de calidad, seguridad, inventario, salud laboral, entre otros aspectos fundamentales.

1. Objetivo General

Realizar la instalación del sistema de gestión empresarial Odoo (ERP) mediante la página principal del software, para ejecutar ejercicios con el propósito de comprender la importancia de los HIS.

2. Objetivos Específicos

1. Descargar los archivos de instalación del software del sistema de gestión empresarial Odoo(ERP) desde la página oficial.
2. Llevar a cabo la instalación del software del sistema de gestión empresarial Odoo (ERP) en un dispositivo inteligente, para proceder a realizar ejercicios prácticos.
3. ConFigura r los ajustes iniciales del software Odoo (ERP) e instalar módulos adicionales según las necesidades específicas.

3. Marco Teórico

- Sistema de Gestión Empresarial: El propósito fundamental de estos programas es optimizar el control y potenciar la eficiencia de las empresas. Se dispone de una amplia variedad de software de gestión adaptado a diversas áreas funcionales, como ventas, mantenimiento, recursos humanos, inventario, entre otros. Estos sistemas también se ajustan de acuerdo al sector, cubriendo ámbitos como la industria alimentaria, clínicas de salud, construcción, entre otros (Castro Martos, 2021).

- Los ERP, conocidos por sus siglas en inglés “Enterprise Resource Planning”, constituyen una solución integral para la gestión y automatización de una amplia gama de procesos empresariales. Estos sistemas abarcan áreas fundamentales como producción, logística, inventario, envíos y contabilidad, entre otros aspectos empresariales relevantes. (Mogrovejo Bucheli y cols., 2017).

Una característica clave de los ERP es su funcionamiento modular, lo que implica que sus distintos componentes están interconectados mediante una única base de datos empresarial. Esta integración facilita un control efectivo sobre diversas áreas de la empresa, incluyendo ventas, pagos, administración de inventarios y otras funciones específicas. (Mogrovejo Bucheli y cols., 2017).

Además de su capacidad para automatizar procesos, los sistemas ERP suelen incluir herramientas avanzadas de análisis y generación de informes. Estas herramientas permiten a la dirección empresarial tomar decisiones estratégicas basadas en datos en tiempo real, lo que contribuye a una gestión más eficiente y orientada al rendimiento. (Mogrovejo Bucheli y cols., 2017).

Con la capacidad de centralizar y estandarizar la información empresarial, los ERP se han convertido en una herramienta fundamental para aumentar la eficiencia operativa y mejorar la toma de decisiones en las organizaciones modernas.(Mogrovejo Bucheli y cols., 2017)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Definición de Odoo ERP: Es un sistema de planificación de recursos empresariales y gestión de código abierto, desarrollado por TinySPRL en el año 2005, bajo la dirección de Fabien Pinkaers (Mogrovejo Bucheli y cols., 2017).

Este sistema se dirige principalmente a pequeñas y medianas empresas, ofreciéndoles una amplia gama de módulos diseñados para actividades específicas, como ventas, contabilidad, recursos humanos, mantenimiento, entre otros. Cada uno de estos módulos proporciona herramientas e informes relacionados con los procesos empresariales, facilitando así el control y la gestión efectiva de la empresa (Mogrovejo Bucheli y cols., 2017).

- Arquitectura de Odoo ERP: A continuación se presentan la arquitectura de odoo ERP. (Sastre Pons, 2020)

1. **Capas de datos:** Es la capa más baja se encarga de almacenar y persistir los datos utilizando PostgreSQL. Aquí se almacenan documentos e imágenes, los cuales son guardados en los directorios del sistema.
2. **Capa lógica:** En esta capa se encuentran los programas en ejecución, los cuales se encargan de recibir y enviar solicitudes de los usuarios, así como de interactuar con la base de datos cuando es necesario.
3. **Capa de presentación:** Esta capa es la de más alto nivel y corresponde a la interfaz gráfica que el usuario visualiza en la pantalla. Es crucial que esta interfaz sea intuitiva y sencilla de utilizar.

- Módulos de Odoo: Son funcionalidades independientes de la aplicación que se emplean en la plataforma según las necesidades específicas. En Odoo, la adición y eliminación de módulos se lleva a cabo de manera flexible. La plataforma cuenta con una extensa biblioteca de más de 4000 módulos disponibles de forma gratuita, con la posibilidad de combinarlos entre sí. Algunos de los módulos comúnmente presentes en la mayoría de programas ERP incluyen el seguimiento de envíos de productos y pedidos ODOO (2017).

1. **Producción/Inventariado:** Los módulos de Producción e Inventariado se encargan de planificar la fabricación, gestionar el almacén y llevar a cabo la adquisición de materias primas.
Estas funciones son vitales para asegurar un flujo eficiente de producción, garantizar la disponibilidad de los materiales necesarios y optimizar la gestión de inventario en la empresa. La planificación de la fabricación implica coordinar los recursos y procesos necesarios para producir los bienes de manera eficiente y cumplir con la demanda del mercado. (ODOO, 2017).
2. **Finanzas:** Se destaca como uno de los más cruciales para las empresas, ya que optimiza la gestión financiera a través de diversas actividades como la elaboración de presupuestos, contabilidad, gestión de cuentas bancarias, facturación, entre otros. Estas funciones son esenciales para mantener la salud financiera de la empresa, garantizar la precisión en el seguimiento de ingresos y gastos, así como para cumplir con obligaciones contables y financieras. La elaboración de presupuestos permite planificar y controlar los recursos financieros de manera efectiva, mientras que la contabilidad asegura la correcta registración y análisis de las transacciones económicas. (ODOO, 2017).
3. **Recursos Humanos:** Este módulo abarca todas las áreas relacionadas con el personal de la empresa, desde la gestión de sueldos hasta la información de los trabajadores, evaluación de rendimiento y seguimiento de asistencia. Estas funciones son esenciales para garantizar una gestión eficaz del recurso humano de la empresa y mantener un ambiente laboral productivo y armonioso (ODOO, 2017).
4. **Ventas:** Este módulo engloba todas las operaciones comerciales de la empresa, desde la generación de propuestas y presupuestos hasta la gestión de envíos de productos y el seguimiento de pedidos. Estas funciones son fundamentales para impulsar y mantener la actividad comercial de la empresa

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

de manera eficiente y efectiva. La generación de propuestas y presupuestos permite a la empresa presentar ofertas atractivas a los clientes potenciales, mientras que la gestión de envíos garantiza la entrega oportuna y precisa de los productos vendidos (ODOO, 2017).

- Ventajas y desventajas de Odoo ERP: (Aguilar García, 2020)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Odoo es gratuito y Open Source	El software es gratuito pero es necesario invertir en hardware
Es adaptable a cualquier empresa	Es complicado darse de baja de Odoo
Consume pocos recursos y es amigable con el usuario	Hay módulos pagados

Cuadro 1: ventajas y desventajas de usar Odoo

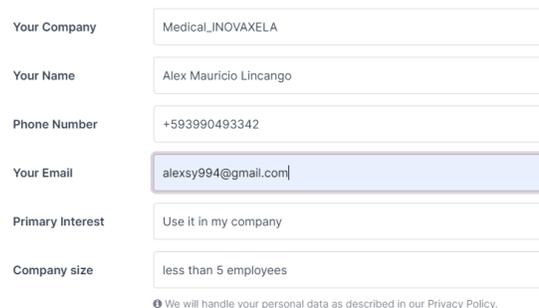
4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X
3. Archivos de instalación.

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Proceso de descarga de archivos de instalación

1. Para el proceso de descargar de los archivos de instalación, se debe acceder al siguiente enlace: https://www.odoo.com/es_ES/page/download, la cual redirigirá a la página principal de descarga.
2. Antes de proceder con la descarga, es necesario completar los campos solicitados por Odoo (ERP). En la sección “Your Company”, se ingresa un nombre a elección. En la sección “Primary Interest”, se selecciona la opción “Use it in my company”, como se muestra en la **Figura 1**.



The image shows a registration form with the following fields and values:

- Your Company: Medical_INOVAXELA
- Your Name: Alex Mauricio Lincango
- Phone Number: +593990493342
- Your Email: alexsy994@gmail.com
- Primary Interest: Use it in my company
- Company size: less than 5 employees

At the bottom, there is a small text: "We will handle your personal data as described in our Privacy Policy."

Figura 1: Campos solicitados por Odoo para registro de datos del usuario (ODOO, 2017)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
	BIOMEDICINA
	63
	EL GIRÓN-QUITO

- El usuario selecciona la versión de Odoo que desea (se recomienda una versión anterior a la que este disponible) y elige el sistema operativo correspondiente. Posteriormente, hace clic en “Download” para iniciar el proceso de descarga, como se muestra en la **Figura 2**.

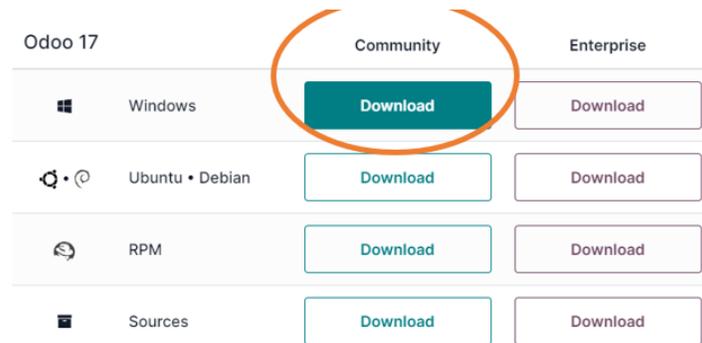


Figura 2: múltiples versiones de Odoo adaptadas a diferentes sistemas operativos. (ODOO, 2017)

- Se elige la ubicación donde se desea guardar el archivo de instalación de Odoo y se hace clic en “Guardar”, tal como se muestra en la **Figura 3**.



Figura 3: Forma de guardado de la aplicación (Lincango, 2024)

- Una vez descargada la aplicación, se realiza un clic derecho y se selecciona “Ejecutar como Administrador”. Luego, se aceptan los términos y condiciones, como se muestra en la **Figura 4**.
- En caso de que aparezca una advertencia de “Windows protegió su PC”, se debe seleccionar la opción “Más información” y luego elegir ejecutar el programa de todas formas.

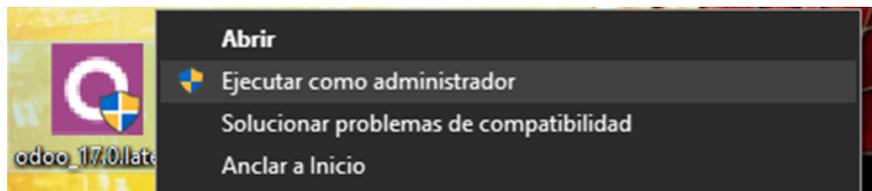


Figura 4: Ejecutar como administrador

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
	BIOMEDICINA
	63
	EL GIRÓN-QUITO

7. Se selecciona el idioma inglés, tal como se muestra en la **Figura 5**.

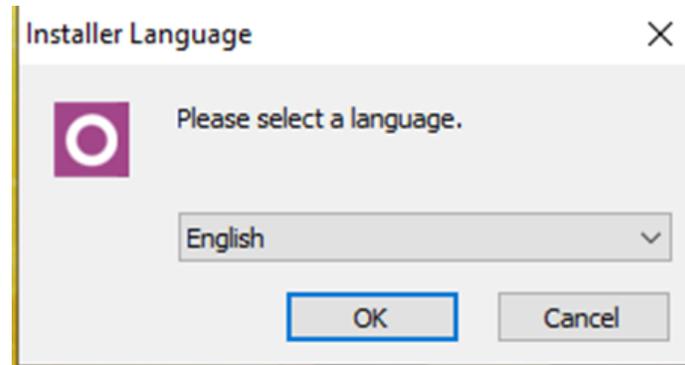


Figura 5: Selección de idioma (ODOO, 2017)

8. El usuario avanza seleccionando “Siguiente” en todas las pestañas que aparezcan durante el proceso, como se muestra en la **Figura 6**.

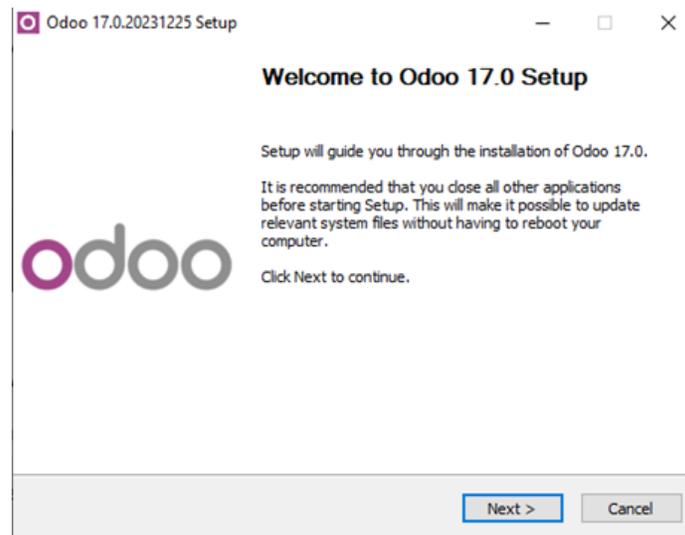


Figura 6: Proceso de instalación de Odoo (ODOO, 2017)

9. Si el dispositivo nunca ha tenido instalado Odoo (ERP), el usuario marca con un visto las opciones de “Odoo Server” y “PostgreSQL Database”. En cambio, si el dispositivo ya tuvo instalado Odoo previamente o todavía cuenta con una versión antigua, solo se mostrará marcada la sección de “Odoo Server”, como se muestra en la **Figura 7**. y dar clic en “next” para continuar.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

<p align="center">MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS</p>	
<p align="center">INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA</p>	
<p align="center">BIOMEDICINA</p>	
<p align="center">63</p>	
<p align="center">EL GIRÓN-QUITO</p>	

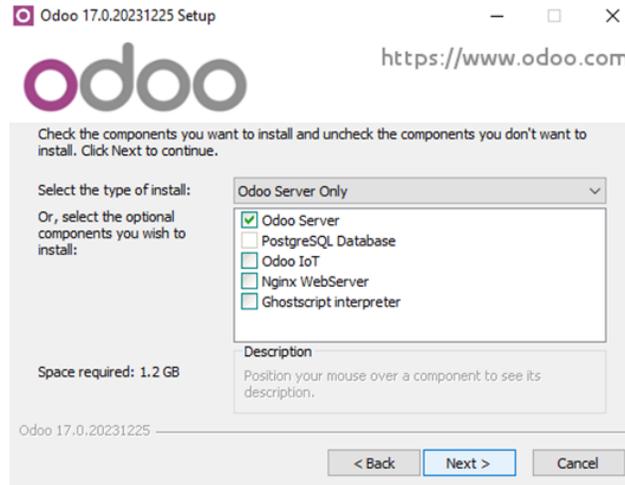


Figura 7: Selección de componentes necesarios para el empleo de Odoo (ODOO, 2017)

10. Si el usuario ha instalado previamente Odoo en su dispositivo, al hacer clic en “Next”, la instalación se realizará de forma automática. Se puede omitir el paso 11.
11. Si el usuario está instalando Odoo por primera vez, en la sección del puerto y en las demás secciones, se deben dejar los valores predeterminados, como se muestra en la **Figura 8**, únicamente hacer clic en “next” y esperar a que empiece la instalación.



Figura 8: Registro de elección de puerto (ODOO, 2017)

12. Una vez concluida la instalación, aparecerá una pestaña de completado. Es importante destacar que se debe desactivar la opción “Start Odoo” y luego hacer clic en “Next”, como se muestra en la **Figura 9**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

<p align="center">MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS</p>	
<p align="center">INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA</p>	
<p align="center">BIOMEDICINA</p>	
<p align="center">63</p>	
<p align="center">EL GIRÓN-QUITO</p>	

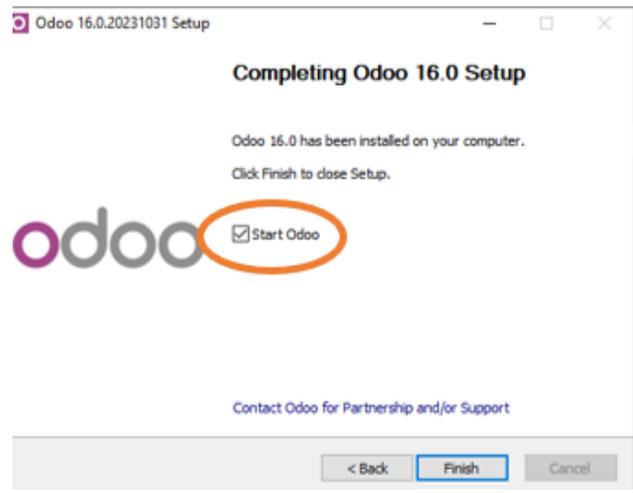


Figura 9: Instalación completa de Odoo (ODOO, 2017)

5.2. Ajustes iniciales del software Odoo (ERP)

1. Antes de iniciar con Odoo, se deben configurar algunos aspectos del dispositivo. Para ello, el usuario presiona la tecla Windows en caso de estar utilizando el sistema operativo Windows, luego busca “Servicios”. Posteriormente, ubica la sección “Odoo-Server-17”, realiza doble clic, selecciona “Automático” en la sección de Tipo de inicio”, hace clic en “Aplicar”, luego en “Iniciar” y finalmente en “Aceptar” como se muestra en la **Figura 10**.

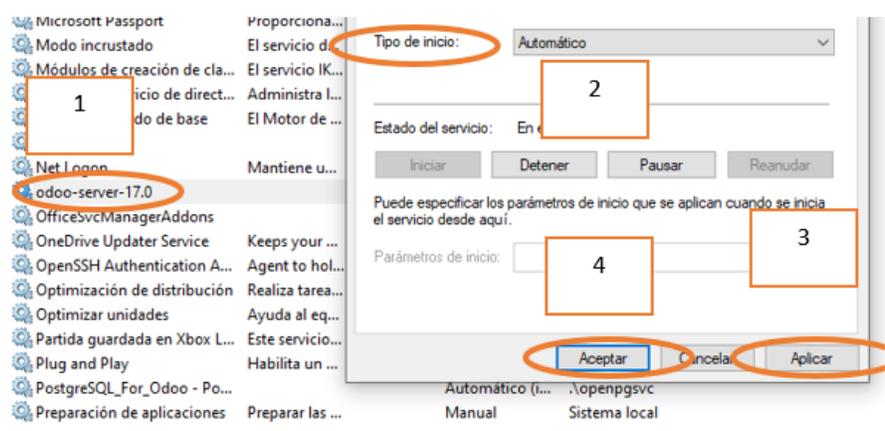


Figura 10: Proceso para activar el servidor, 1: Odoo-Server, 2 Seleccionar tipo de inicio, 3: Aplicar, 4: Aceptar (ODOO, 2017)

2. Para acceder a Odoo desde cualquier navegador, se debe ingresar al localhost mediante el siguiente enlace:<http://localhost:8069>, Al abrirse un formulario, se deben completar los datos correspondientes. En la sección “Master Password”, se ingresa una contraseña que será utilizada para acceder a la base de datos. Es importante señalar que se recomienda una contraseña fácil de recordar. En

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

<p align="center">MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS</p>	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

la sección “Database Name”, se ingresa el nombre de la base de datos, y se completan los campos adicionales antes de hacer clic en “Create database”, como se muestra en la **Figura 11**.

You can change it below but be sure to remember it, it will be asked for future operations on databases.

Master Password	<input type="password" value="....."/> <input type="checkbox"/>
Database Name	<input type="text" value="Odoo17_lab2"/>
Email	<input type="text" value="alexsy994@gmail.com"/>
Password	<input type="password" value="....."/> <input type="checkbox"/>
Phone Number	<input type="text" value="593990493342"/>
Language	<input type="text" value="Spanish (EC) / Español (EC)"/>
Country	<input type="text" value="Ecuador"/>
Demo Data	<input type="checkbox"/>

[or restore a database](#)

Figura 11: Proceso de creación de base de datos (ODOO, 2017)

3. Después de crear la base de datos, se procede a iniciar sesión utilizando el correo electrónico y la contraseña establecidos previamente.
4. Una vez que se accede a la página principal de Odoo, se pueden observar los diversos módulos disponibles en el software, tal como se muestra en la **Figura 12**. Además, existe la opción de descargar e instalar más módulos según las necesidades específicas en las prácticas.

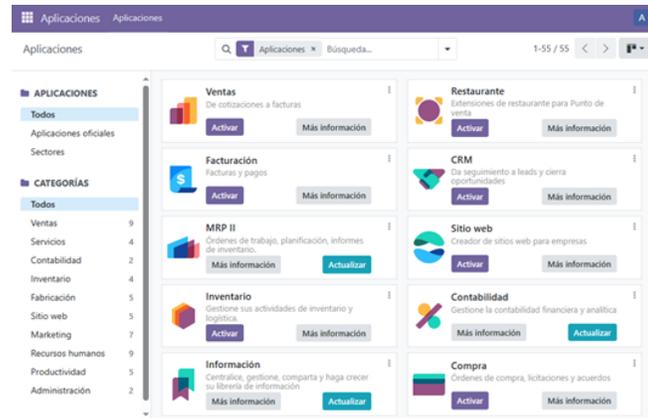


Figura 12: Página principal de Odoo (ODOO, 2017)

5. Para instalar nuevos módulos, se debe hacer clic en la esquina superior izquierda y luego seleccionar “Aplicaciones”, como se muestra en la **Figura 13**

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

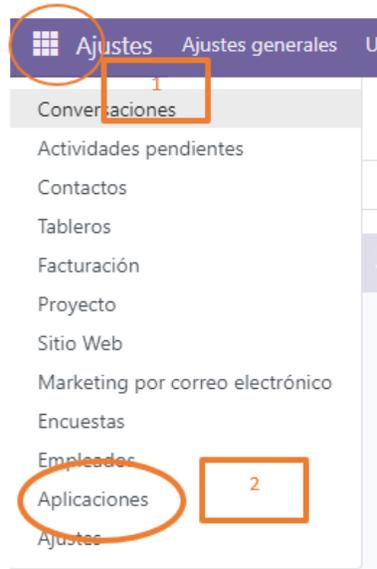


Figura 13: Sección de ajuste del programa Odoo, 1: Ajustes, 2: Aplicaciones (ODOO, 2017)

6. Se debe seleccionar el módulo deseado y hacer clic en “Instalar” o “Activar”, como se muestra en la **Figura 14**.

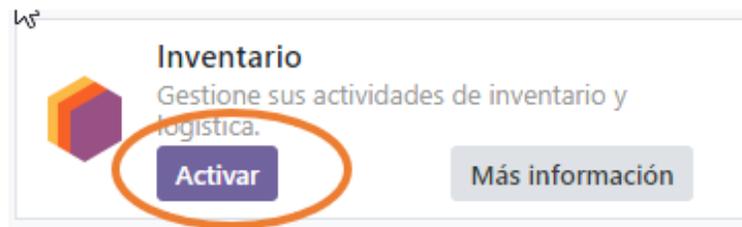


Figura 14: Instalación de módulos (ODOO, 2017)

6. ACTIVIDAD

6.1. Importancia de los sistemas de gestión empresarial

1. ¿Considera que es crucial utilizar sistemas de gestión empresarial como Odoo en entornos clínicos?

-
2. Enumere 3 tipos de Módulos que podrían usarse en entornos clínicos.
-

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

6.2. Instalación de módulos

1. Instale 3 tipos de módulos que pueden usarse en entornos clínicos e ingrese capturas.

-
2. Explique las ventajas y desventajas de los 3 módulos que instaló anteriormente en Odoo.
-

7. Conclusiones

1. La eficiencia en la descarga de los archivos de instalación del software Odoo (ERP) desde la página oficial establece una base sólida para una gestión efectiva. Al obtener los archivos correctos desde la fuente oficial, se asegura la fiabilidad del sistema y se evitan posibles problemas asociados con versiones obsoletas o modificadas.
2. La instalación del software Odoo (ERP) en un dispositivo sin errores técnicos o significativos es fundamental para asegurar su funcionalidad. Este paso indica una implementación exitosa y proporciona un entorno estable para la configuración y uso posterior del sistema.
3. La configuración de los ajustes iniciales del software Odoo (ERP) y la instalación de módulos adicionales, según necesidades específicas, son pasos esenciales para adaptar el sistema a requerimientos particulares. La capacidad de personalización potencia la eficiencia y utilidad del ERP en el contexto empresarial, permitiendo un flujo de trabajo más alineado con los procesos internos de la organización.

8. Recomendaciones

- Se aconseja instalar la versión 16 de Odoo, dado que la última versión disponible presenta inconvenientes.
- Si anteriormente se ha instalado una versión previa de Odoo, se recomienda desinstalar dicha versión antes de descargar la versión 16, y también eliminar la base de datos MySQL asociada.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Referencias

- Aguilar García, R. (2020). Estudio de las características del módulo de finanzas y contabilidad de odoo. desarrollo de un caso práctico y manual de uso.
- Cabrera, H. R. (2015). La integración de sistemas de gestión empresariales, conceptos, enfoques y tendencias.
- Castro Martos, J. (2021). *Sistemas de gestión empresarial: Erp-crm* (Tesis).
- Lincango, A. (2024).
- Mogrovejo Bucheli, J. A., y cols. (2017). *Implementación del erp open source odoo en una pyme* (Tesis de Master no publicada). Espol.
- ODOO. (2017). Gestión de recursos empresariales (erp):.
- Sastre Pons, P. (2020). *Desarrollo de una aplicación para odoo erp* (Tesis Doctoral no publicada). Universitat Politècnica de València.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

**D. Anexo: Gestión de órdenes de trabajo
para mantenimiento de equipos
médicos usando el software Odoo
Pt.2**

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo D) Gestión de órdenes de trabajo para mantenimiento de equipos médicos usando el software Odoos Pt.2

La gestión de órdenes de trabajo destinadas al mantenimiento de equipos médicos en centros de salud se facilita mediante el módulo “Mantenimiento” de Odoos. Esta herramienta proporciona soluciones integrales y eficientes para la administración de labores de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, de los equipos médicos (Mogrovejo Bucheli y cols., 2017).

1. Objetivo General

Elaborar gestiones de ordenes de trabajo dirigidas al mantenimiento de equipos médicos utilizando el software de gestión empresarial Odoos, para comprender la importancia de sistema de información hospitalaria.

2. Objetivos Específicos

1. Importar una base de datos de equipos médicos desde un archivo Excel al módulo de mantenimiento de Odoos con el fin de llevar a cabo las actividades de gestión de órdenes de trabajo.
2. Elaborar órdenes de trabajo de mantenimiento específicas para cada equipo basándose en la información de la base de datos de Excel detallando las tareas necesarias, incluyendo la asignación de responsables y fechas límite.
3. Simular el papel de responsable de mantenimiento empleando el software Odoos para dar seguimiento a las órdenes de trabajo asignadas tomando decisiones sobre la reparación o baja de algún equipo, siguiendo los procedimientos establecidos.

3. Marco Teórico

- **Gestión de mantenimiento:** El proceso de realizar los mantenimientos de equipos médicos es crucial para garantizar su seguridad y operatividad en entornos clínicos. Una práctica de mantenimiento adecuada resulta esencial para ofrecer servicios sanitarios de calidad y brindar seguridad a los pacientes.

La gestión de mantenimiento abarca la programación, supervisión y ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos médicos. Esto incluye actividades como la inspección regular de los equipos, la calibración de instrumentos, la reparación de averías y la actualización de software, entre otras. (García, Haddad, Dellaroza, Costa, y Miranda, 2012)

Un sistema de gestión de mantenimiento eficaz ayuda a garantizar que los equipos médicos estén siempre en óptimas condiciones de funcionamiento, reduciendo el riesgo de fallos y aumentando su vida útil. Además, el mantenimiento adecuado también contribuye a cumplir con las regulaciones y estándares de seguridad en el sector sanitario, lo que es crucial para mantener la confianza del público y garantizar la calidad de la atención médica. (García y cols., 2012).

Las principales actividades son:

1. **Verificar pruebas de seguridad:** Su objetivo es verificar si el equipo cumple con las regulaciones y requerimiento de seguridad. Esta actividad es fundamental para garantizar que los equipos médicos operen de manera segura y cumplan con los estándares establecidos por las autoridades regulatorias y las normativas de seguridad en el sector de la salud. (Rodríguez, Miguel, y Sánchez, 2001).

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

La verificación de las pruebas de seguridad implica realizar pruebas exhaustivas en los equipos, evaluar su funcionamiento en diferentes escenarios y condiciones, y asegurarse de que cumplan con los criterios de seguridad especificados. Esto incluye verificar la resistencia del equipo a condiciones extremas, la protección contra descargas eléctricas, la seguridad de los materiales utilizados y la precisión de los dispositivos de medición, entre otros aspectos. (Rodríguez y cols., 2001).

2. **Verificación de calibración:** La verificación se usa para comprobar si el equipo se encuentra operativo y la calibración implica la comparación con estándares confiables. Este proceso es esencial para garantizar la precisión y fiabilidad de los equipos de medición y control en entornos clínicos y de laboratorio.

La verificación confirma si el equipo está funcionando correctamente y dentro de los límites aceptables de desviación, mientras que la calibración implica ajustar el equipo para que coincida con los estándares de referencia establecidos. Esto garantiza mediciones precisas y consistentes, lo que es crucial para la toma de decisiones clínicas precisas y la calidad de los resultados de los análisis de laboratorio. (Rodríguez y cols., 2001).

3. **Mantenimiento Preventivo:** Son inspecciones periódicas, con el propósito de aumentar los años de vida del equipo. Este tipo de mantenimiento se realiza de forma regular y programada, con el objetivo de identificar y corregir posibles problemas antes de que se conviertan en fallas graves. El mantenimiento preventivo ayuda a reducir el riesgo de averías inesperadas y prolonga la vida útil del equipo, lo que a su vez contribuye a mantener la operatividad y la eficiencia en el entorno clínico o de laboratorio (Rodríguez y cols., 2001).

Mediante la realización de inspecciones rutinarias y la aplicación de acciones correctivas tempranas, se puede minimizar el tiempo de inactividad y los costos asociados con reparaciones mayores. (Rodríguez y cols., 2001).

4. **Mantenimiento correctivo:** es el trabajo sobre un equipo para restaurar el estado de operación. No es planificado y se lleva a cabo a través de un reporte que hace el usuario operador. Este tipo de mantenimiento se realiza en respuesta a un problema o avería que ya ha ocurrido, con el propósito de corregir la situación y devolver el equipo a un funcionamiento correcto lo antes posible. Generalmente, surge como resultado de una falla imprevista o un mal funcionamiento detectado durante el uso normal del equipo. El mantenimiento correctivo puede implicar desde reparaciones simples hasta intervenciones más complejas, dependiendo de la naturaleza y la gravedad del problema. (Rodríguez y cols., 2001).

- **Módulo mantenimiento de Odo:** Este módulo es una herramienta crucial para las micro-empresas que usa equipos tecnológicos, debido a que les ofrece una solución que mejora la integración de diversas áreas. Según (Bucheli y André, 2017) el principal objetivo es brindar a las micro-empresas la facilidad de realizar procesos de mantenimiento y mejorar su eficacia.
- **Orden de trabajo:** Son documentos que describen las reglas y pautas a seguir al realizar trabajos como mantenimiento u actividades operativas. Las órdenes de trabajo son útiles porque formalizan el trabajo realizado por el equipo de mantenimiento. Además de especificar pautas específicas para cada tarea, las órdenes de trabajo también pueden incluir información importante como el equipo requerido, los materiales requeridos, los procedimientos de seguridad y los plazos. Esto garantiza que las actividades se realicen de manera eficiente y segura, al tiempo que proporciona un registro escrito de las actividades realizadas, lo cual es esencial para el seguimiento y la mejora continua de los procesos de mantenimiento (Mogrovejo Bucheli y cols., 2017).

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Según (Mogrovejo Bucheli y cols., 2017) los elementos principales que cuenta una orden de trabajo son las siguiente:

1. Fecha de emisión.
2. Número de orden.
3. Datos de contacto del cliente: nombre y ubicación del equipo .
4. Tipo de intervención: correctivo, preventivo, inspección, etc.
5. Descripción de actividades y procedimientos.
6. Costos relacionados a inventarios y mano de obra.
7. Fecha de inicio y de entrega.
8. Observaciones.
9. Asignar responsable.

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X
3. Odoos instalado
4. Base de datos-Excel
5. 2 correos electrónicos (gmail)

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Importar base de datos-Excel a Odoos

1. Se debe descargar la base de datos Excel con el nombre de “inventario-EQUIPOMEDICOS”. Y proceder a abrirla. Enlace de descarga https://drive.google.com/drive/folders/1HK16ijEuUescS_zyGs1r04NA3H8eg9J0?usp=drive_link
2. Se presenta una base de datos real que abarca los equipos localizados en el centro de salud Chimbacalle. Los datos abarcan la “Ubicación de los equipos”, distribuidos en tres áreas: Urgencias Obs, Oftalmología y Dermatología. La información registrada comprende el “Nombre del equipo”, la “Marca”, el estado operativo, la “Frecuencia de mantenimiento” anual, la naturaleza del mantenimiento (Propio o contratado), y el “Precio” de la visita, tanto unitario como anual, tal como se muestra en la **Figura 1**. Se destaca la presencia de 4 equipos resaltados: aquellos marcados en amarillo requieren exclusivamente mantenimiento preventivo para su funcionamiento, mientras que los marcados en rojo son equipos destinados a ser dados de baja. Estos indicadores resultan fundamentales para llevar a cabo adecuadamente la práctica de laboratorio.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

ESTABLECIMIENTO DE SALUD	UBICACION (AREA CIENTIFICO MEDICA)	HOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	ESTADO OPERATIVO	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO PROPIO	EMPRESA QUE BRINDA EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO	PRECIO DE VALOR UNITARIO POR TEST
CENTRO CLINICO QUIRURGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DIA) - CHIMBACALLE	Urología Obr.	MONITOR MULTIPARAMETROS - HEP (SP02 / TEMP - ADULTO) PEDIATRICO (MONITORES SIGNOS VITALES DE ESTABLE)	EDAN INSTRUMENTS	HE44110	302889-191407140000-01	NO OPERATIVO	2	PROPIO	PROPIO	\$50,00
CENTRO CLINICO QUIRURGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DIA) - CHIMBACALLE	Urología Obr.	ASPIRADOR, TUBO FIBROSCOPICO QUIRURGICO (EUCODONADOR)	BOHCO	85-22-2495	1018	OPERATIVO	2	PROPIO	PROPIO	\$45,00
CENTRO CLINICO QUIRURGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DIA) - CHIMBACALLE	Urología Obr.	REBULADOR	DEWIBISS	HEALTHCARE	545021204195H	NO OPERATIVO	3	PROPIO	EMPRESA	\$30,00
CENTRO CLINICO QUIRURGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DIA) - CHIMBACALLE	Urología Obr.	ELECTROCARDIOGRAMA - TENSIVOMEDIDAS	CONTEC	CMS-50	F11F9030	OPERATIVO	3	PROPIO	PROPIO	\$35,00
CENTRO CLINICO QUIRURGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DIA) - CHIMBACALLE	Oftalmología	LAMPARA DE HENDIDURA	TOPCOM	EL3D	205499	OPERATIVO	2	CONTRATADO	PROPIO	\$40,00
CENTRO CLINICO QUIRURGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DIA) - CHIMBACALLE	Oftalmología	Luz de infra	IBL	9011	2164-70	OPERATIVO	2	PROPIO	PROPIO	\$40,00
CENTRO CLINICO QUIRURGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DIA) - CHIMBACALLE	Oftalmología	REFRACTOMETRO AUTOMATIZADO	AXIOS	PR0-1499	014024D	NO OPERATIVO	2	PROPIO	PROPIO	\$90,00
CENTRO CLINICO QUIRURGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DIA) - CHIMBACALLE	Dermatología	Equipo de ultrasonido Penetración de ultrasonido y sistema controlador de ultrasonido (unidad de control)	BRILL	OPUS-AC	HF8241010016	OPERATIVO	2	PROPIO	PROPIO	\$20,00
CENTRO CLINICO QUIRURGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DIA) - CHIMBACALLE	Dermatología	ELECTROQUIRURGICA - YONOPOLAR (RF) PARA SISTEMA DE STELLADO DE NAOS	WEH	ES-200A	753	OPERATIVO	2	PROPIO	PROPIO	\$40,00

Figura 1: Base de datos de equipos médicos -Excel (Lincango, 2024)

3. Para llevar a cabo la práctica de laboratorio, se considerarán dos perspectivas ejemplares, utilizando los datos de dos roles específicos. A modo de ejemplo, se emplearán los perfiles del administrador hospitalario, identificado como “Alex Lincango”, y la perspectiva del técnico de mantenimiento, llamado “Mauricio Simbaña”. Para representar la perspectiva del administrador, se utilizará un dispositivo con el programa Odoos debidamente instalado; mientras que para la perspectiva del técnico, se requerirá otro dispositivo con la misma instalación del programa Odoos. En caso de no contar con dos dispositivos, se sugiere utilizar dos pestañas de cualquier navegador, asignando una pestaña para cada perspectiva, o utilizar una pestaña normal y otra en modo incógnito para representar ambas perspectivas. Además, se necesitarán dos correos electrónicos, uno destinado al administrador y otro al técnico, con acceso previo para llevar a cabo la práctica de manera efectiva.

PERSPECTIVA DEL ADMINISTRADOR:

4. Una vez que el usuario accede a la página principal de Odoos, se procede a la instalación de los módulos “Mantenimiento”, “Contactos” y “Empleados”, tal como se muestra en la **Figura 2**.

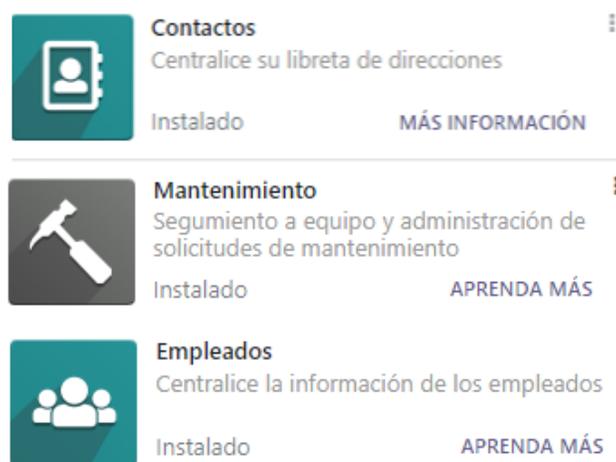


Figura 2: Módulo de instalación de Odoos (ODOOS, 2017)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA <small>ECUADOR</small>	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Una vez que los módulos han sido instalados, se procede a la configuración del perfil. Para ello, se hace clic en la sección “Ajustes” y posteriormente en “Administrar usuario”. En este paso, se efectúan modificaciones en los campos correspondientes, ingresando el nombre del administrador del hospital y proporcionando la dirección de correo electrónico correspondiente, tal como se muestra en la **Figura 3**.

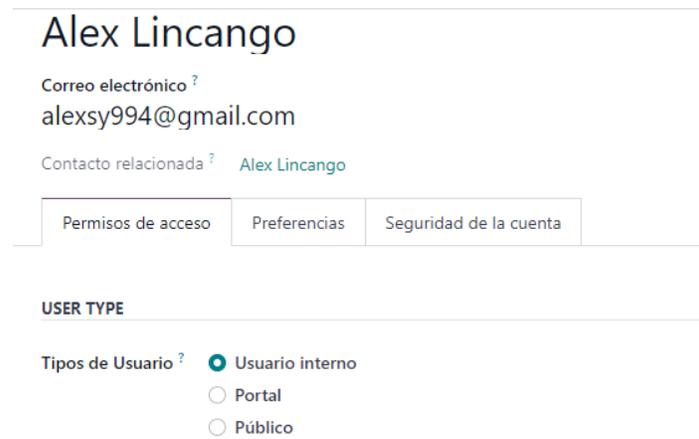


Figura 3: Configuración de perfil de usuario (ODOO, 2017)

- Para importar la base de datos, dar clic en el ícono que se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla y seleccionar el módulo mantenimiento.
- En el modulo de mantenimiento hacer clic en configuración y luego en equipos de mantenimiento. Como se muestra en la **Figura 4**.

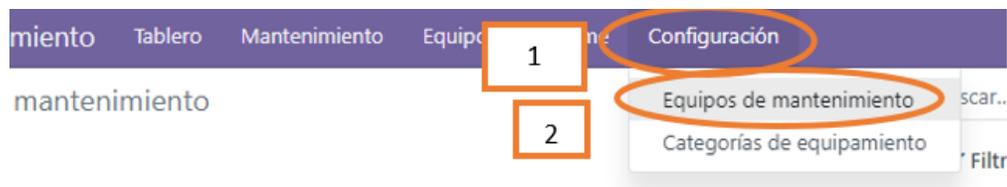


Figura 4: Pasos para configurar los equipos de mantenimiento, 1: Configuración, 2: Equipos de mantenimiento (ODOO, 2017)

- Se crean dos grupos de mantenimiento: “Mantenimiento propio” y “Mantenimiento contratado”, como se muestra en la **Figura 5**. Esto refleja la información de la base de datos que indica si los equipos reciben mantenimiento por parte del personal interno o si se contrata a una empresa externa.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

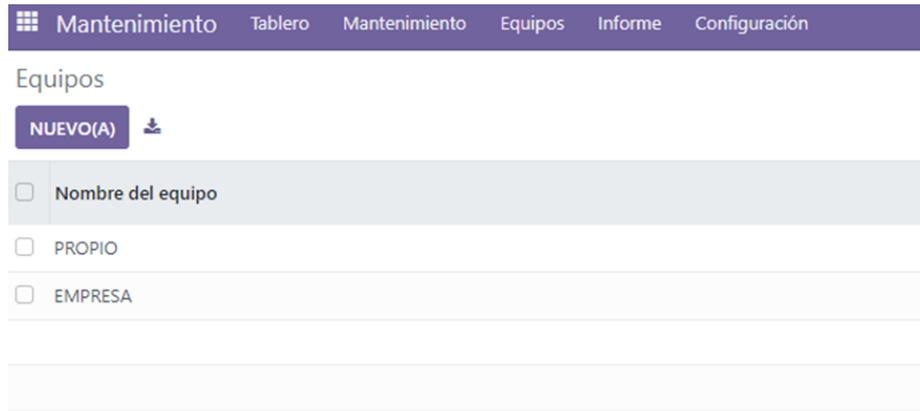


Figura 5: Proceso de creación de tipo de mantenimiento (ODOO, 2017)

9. Se procede a hacer clic nuevamente en “Configuración” y luego en “Categorías de mantenimiento”. En esta etapa, se crean tres secciones correspondientes a las áreas de los servicios médicos que son: “Urgencias Obs, Dermatología y Oftalmología”. En la sección de “Responsable”, se asigna un nombre que representará al técnico de mantenimiento, tal como se muestra en la **Figura 6**.

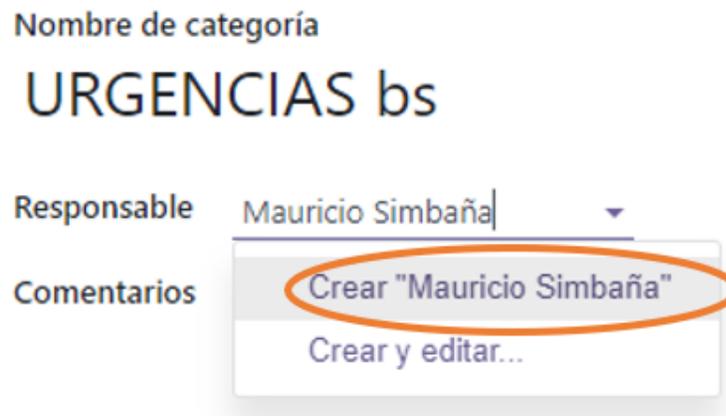


Figura 6: Proceso de reacción de responsable técnico (ODOO, 2017)

10. En la sección de “Correo electrónico” colocar el segundo correo electrónico, seleccionar la opción de crear empleado y “guardar y crear”, como se muestra en la **Figura 7**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

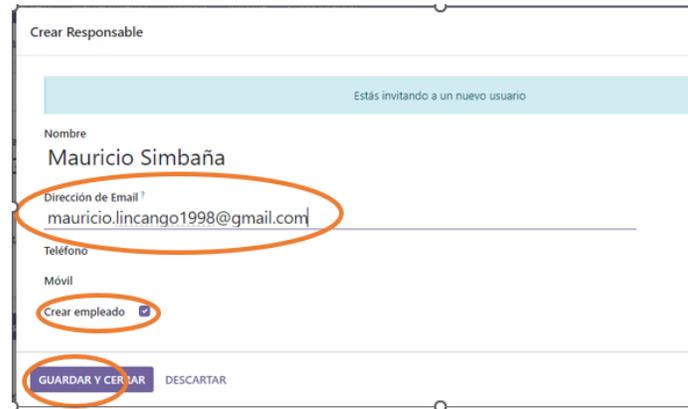


Figura 7: Proceso de creación de responsable de mantenimiento (ODOO, 2017)

11. Las categorías de equipamiento debe quedar, como se muestra en la **Figura 8**

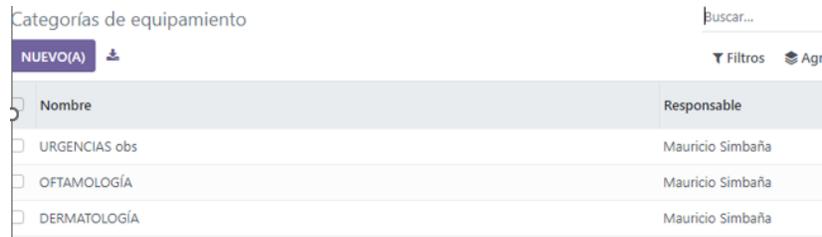


Figura 8: Tipos de categorías de mantenimiento (ODOO, 2017)

12. Para ingresar a la base de datos, dar clic en equipos, luego en favoritos, importar registros, y subir la base de datos de Excel que se puede descargar del siguiente enlace: https://drive.google.com/drive/folders/1HK16ijEuUescS_zyGs1r04NA3H8eg9J0?usp=sharing. como se muestra en la **Figura 9**.

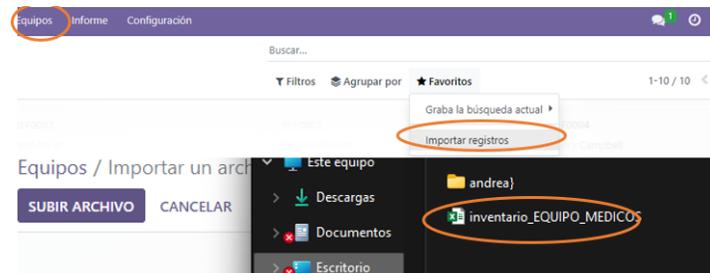


Figura 9: Proceso de subida de base de datos (ODOO, 2017)

13. A continuación en la sección de columnas de archivo “NOMBRE DEL EQUIPO”, cambiar en el campo de Odoo “nombre del equipo” en la columna de “Modelo” en el campo de Odoo seleccionar “Modelo” y por ultimo en la columna del archivo de la sección “Serie” en el campo Odoo seleccionar “N° de Serie”

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

las demás columnas se deja por defecto y por último dar clic en IMPORTAR. Como se muestra en la **Figura 10**.

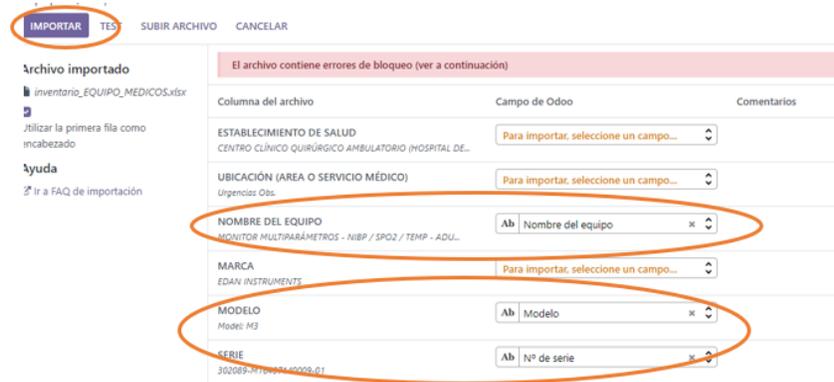


Figura 10: Importar de base de datos (ODOO, 2017)

14. Una vez ingresado la base de datos quedara de siguiente forma. Como se muestra en la **Figura 11**.

MONITOR MULTIPARÁMETROS - NIBP / SPO2 / TEMP - ADULTO/PEDIATRICO (MONITOR SIGNOS VITALES DE TRIAJE) (Model: M3) 302089-M16407140009-01 No asignado	ASPIRADOR - FLUJO / MÓVIL - QUIRÚRGICO (SUCCIONADOR) (p1-22-3055) 1015 No asignado	NEBULIZADOR (HEALTHCARE) S650D/3D6019516 No asignado	ELECTROCARDIOGRAFO-12DERIVACIONES (CMS-80) F1111F0030 No asignado
LAMPARA DE HENDIDURA (SL30) 205498 No asignado	Lensómetro (3011) 2106-70 No asignado	REFRACTOMETRO OFTALMOLOGICO - AUTOMATIZADO - QUERATOMETRO INCLUIDO (PRK-6000) K6AG14D No asignado	Equipo de cirocirugia Pistola de cirugía,juntas y tanque contenedor de nitrogeno liquido 16.12 KG (CPUG-AC) NP82013180086 No asignado
UNIDAD ELECTROQUIRURGICA - MONOPOLAR / BIPOLAR - SISTEMA DE SELLADO DE VASOS (SS-200A) 753 No asignado	Altafrecuencia (SURGITRON) 9120005487 No asignado	Levia Fototerapias UVB (1853) D4314F00829 No asignado	Unidad de fototerapia UVB-NB (GH43506) OS10000PLNBST0004 No asignado

Figura 11: Equipos médicos importados (ODOO, 2017)

15. Se inicia el proceso seleccionando los equipos que requieren mantenimiento, tomando como referencia la base de datos en Excel. A modo de ejemplo, se procede a realizar el mantenimiento del Monitor Multiparamétrico. En la sección “Categoría del Equipo”, se elige el área correspondiente del monitor, mientras que en la sección “Usado por”, se seleccionan los departamentos pertinentes. La base de datos indica que el equipo es de propiedad propia en la sección “Equipo de mantenimiento”. En la sección “Técnico”, se elige el nombre del técnico asignado y, finalmente, en la sección “Usado en la ubicación”, se indica la ubicación específica del equipo, en este caso, en el área de Urgencias Obs, conforme como se muestra en la **Figura 12**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

<p align="center">MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS</p>	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

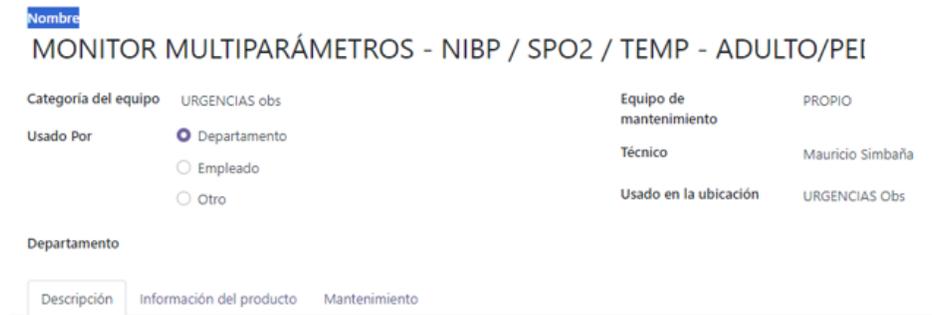


Figura 12: Datos generales del Monitor Multiparamétrico (ODOO, 2017)

5.2. Elaboración de las ordenes de trabajo de mantenimiento

1. Para poder elaborar las ordenes de trabajo, primero es necesario ajustar los servidores de correo saliente. Esto permite garantizar la comunicación con nuestros clientes que acceden a Odoo desde diversos servidores.
2. En primer lugar, se accede al módulo de ajustes y, en la parte inferior de la página, se activa el modo de desarrollador. Con esta acción, aparecen nuevas opciones en la parte superior, incluyendo la sección “Técnico”. Se hace clic en esta sección y se elige la opción “Servidores de correo saliente”, tal como se muestra en la **Figura 13**.

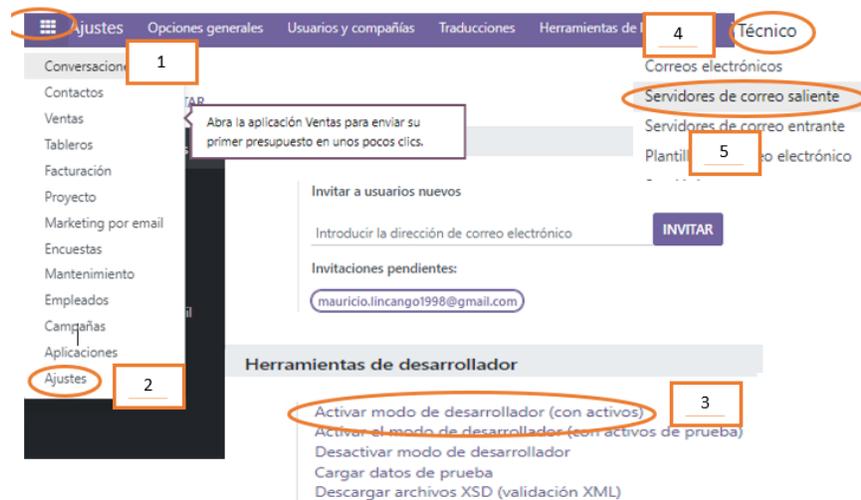


Figura 13: Proceso de activar servidores de correo saliente, 1 y 2: Ajustes 3: Activar desarrollador, 4: Técnico, 5: Servidores de correo saliente. (ODOO, 2017)

3. Para crear un nuevo “Servidor de correo saliente”, se deben completar varios campos. En la sección “Nombre”, se introduce el nombre deseado; en “Autenticar con”, se selecciona el nombre de usuario; en “Prioridad”, se mantiene en 10; en la sección “Encriptado de la conexión”, se elige la opción SSL/TLS; en “Servidores SMTP”, se coloca “smtp.gmail.com”; en “Puerto SMTP”, se establece en el puerto 465;

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA	
BIOMEDICINA	
63	
EL GIRÓN-QUITO	

en la sección “Nombre de Usuario”, se ingresa la dirección de correo electrónico correspondiente, como se muestra en la **Figura 14**. Para la sección de “Contraseña”, será necesario crear una contraseña de aplicación, la cual se explicará en el siguiente paso.

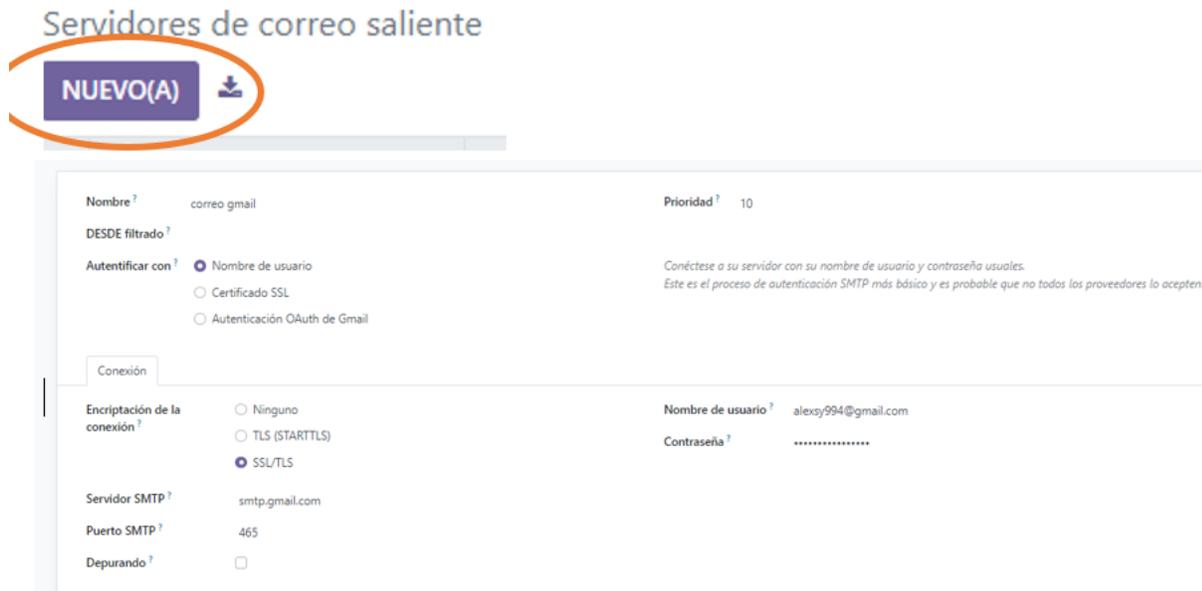


Figura 14: Proceso para crear servidores de correo saliente (ODOO, 2017)

- Para generar una contraseña de aplicación, el usuario accede al correo electrónico (Gmail) en uso. Luego, hace clic en el ícono de ajustes y elige la opción “Ver todos los ajustes”, tal como muestra en la **Figura 15**.



Figura 15: Ajustes de gmail, 1: Ajustes, 2: Ver todos los ajustes.

- Dentro de la sección “Ajustes”, se hace clic en “Reenvío y correo POP/IMAP”. Se procede a habilitar “Habilitar POP para todos los mensajes”, también se activa “Habilitar IMAP” y, por último, se habilita “Eliminar automáticamente”. Se guardan los cambios realizados, como se muestra en la **Figura 16**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

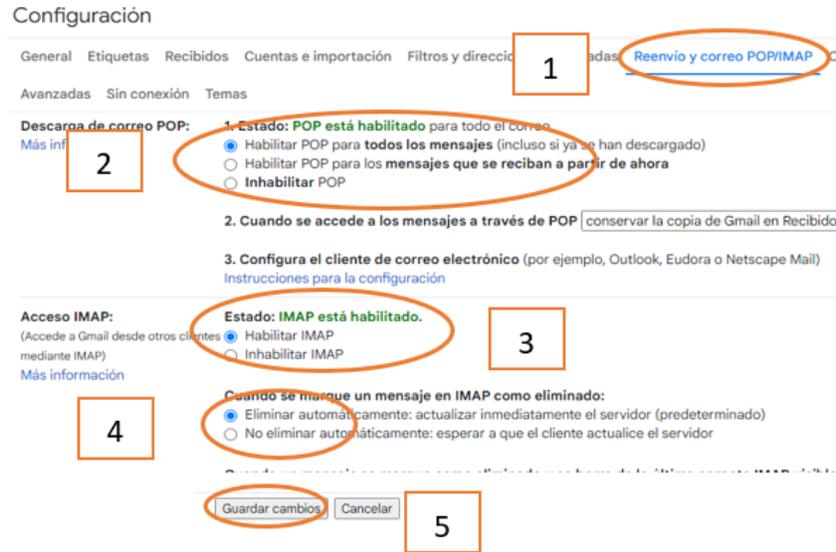


Figura 16: Proceso de configuración POP/IMAP (ODOO, 2017)

6. Dar clic en la foto de perfil y seleccionar “Gestionar tu cuenta google”. A continuación acceder a la sección de “Seguridad” y activar la “Verificación de dos pasos”, como se muestra en la **Figura 17**.

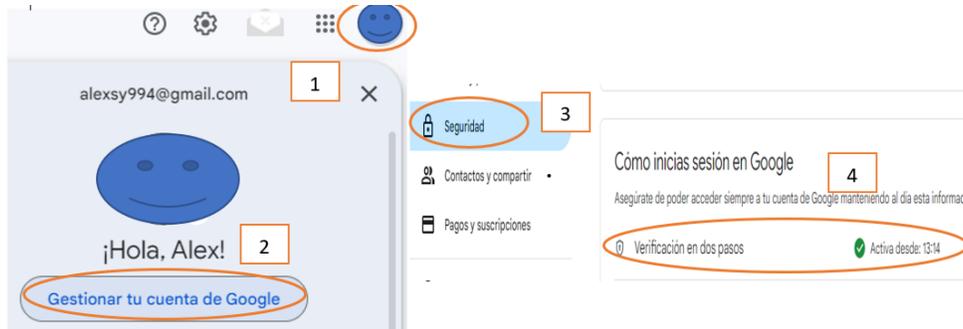


Figura 17: Proceso de verificación de dos pasos de Gmail

7. En el campo de búsqueda, se introduce “Contraseña de aplicaciones” y se hace clic en la opción correspondiente, ingresando la contraseña de la cuenta. A continuación, se procede a crear un nuevo nombre de aplicación, por ejemplo, “Odoo-16”, y se selecciona la opción de crear, tal como se muestra en la **Figura 18**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

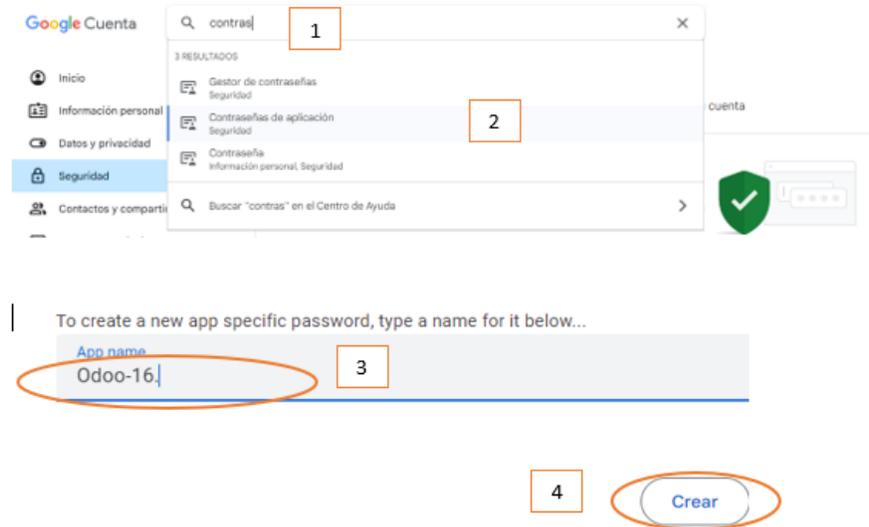


Figura 18: Contraseña de aplicacines de Gmail

8. Una vez hecho clic en crear, aparecerá una contraseña de 16 dígitos como se muestra en la **Figura 19**, esa contraseña se debe ingresar en Odoo. Como se explica en el **paso 3**. Una vez ingresado la contraseña dar clic en “probar conexión”,debe salir Conexión correcta.



Figura 19: Contraseña de aplicaciones de Gmail

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA	
BIOMEDICINA	
63	
EL GIRÓN-QUITO	

9. En Odoo, ingresar al módulo ajuste y, en la sección “Invitar a usuario Nuevo” ingresar el segundo correo electrónico, el correspondiente al técnico y dar clic en “Invitar”, como se muestra en la **Figura 20**.

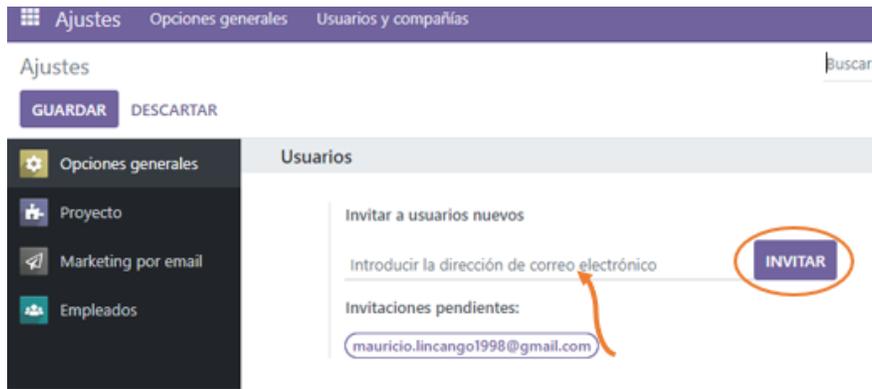


Figura 20: Proceso de invitar a nuevo Usuario (ODOO, 2017)

PERSPECTIVA DEL TÉCNICO:

10. Se recibirá un correo electrónico de invitación para acceder a Odoo del administrador, como se muestra en la **Figura 21**. Es importante tener en cuenta que si no se recibe ningún mensaje, se debe verificar la carpeta de **Spam**.

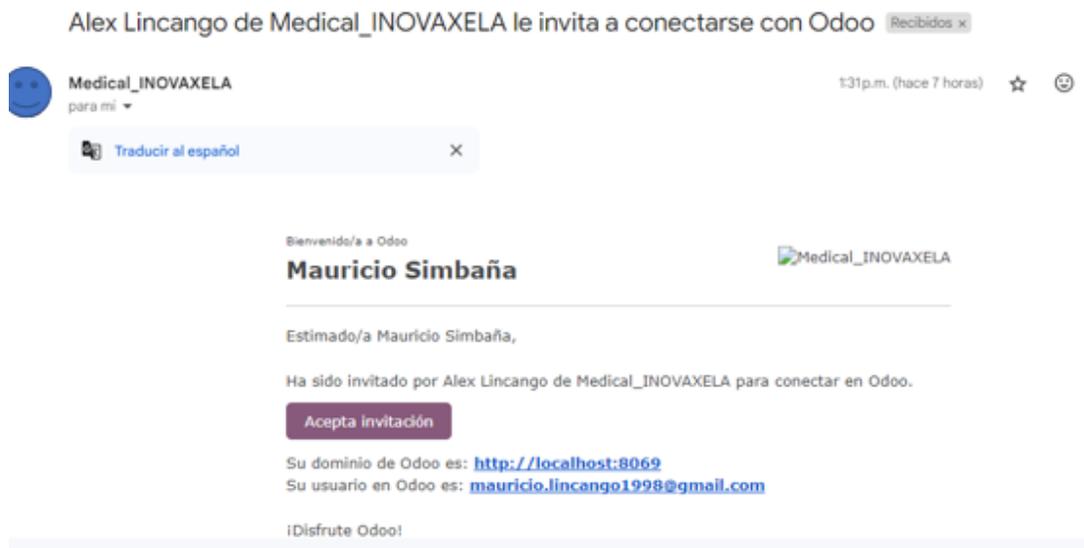


Figura 21: Correo de invitación de Odoo (ODOO, 2017)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA	
BIOMEDICINA	
63	
EL GIRÓN-QUITO	

11. Una vez aceptada la invitación, se obtiene acceso a Odoo como técnico, tal como se muestra en la **Figura 22**.



Figura 22: Odoo del Técnico (ODOO, 2017)

PERSPECTIVA DEL ADMINISTRADOR:

12. Ahora para crear la orden de trabajo de mantenimiento, ingresar al módulo de mantenimiento de Odoo, hacer clic en la sección de “Mantenimiento” e ingresar en “Petición de mantenimiento” y crear una nueva “Solicitud”, como se muestra en la **Figura 23**.



Figura 23: Proceso de solicitud de orden de mantenimiento, 1: Mantenimiento, 2: petición de mantenimiento, 3: Nuevo. (ODOO, 2017)

13. Guiándose por la base de datos, y tomando como ejemplo el caso del monitor multiparamétrico que requiere mantenimiento, se procede a completar los campos correspondientes. En la sección de “Descripción de la falla”, se detalla la problemática, como por ejemplo “La pantalla no enciende”. Posteriormente, en la sección “Equipamiento”, se selecciona el equipo, en este caso, el monitor; en “Categoría”, se elige el área en la que se encuentra el equipo; en “Tipos de mantenimiento”, se determina si es correctivo o preventivo; en “Equipo”, se especifica si el mantenimiento es propio o contratado, según lo indicado en la base de datos; en “Responsable”, se designa al técnico, se elige la fecha y, automáticamente, se genera la orden de trabajo, como se muestra en la **Figura 24**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA	
BIOMEDICINA	
63	
EL GIRÓN-QUITO	

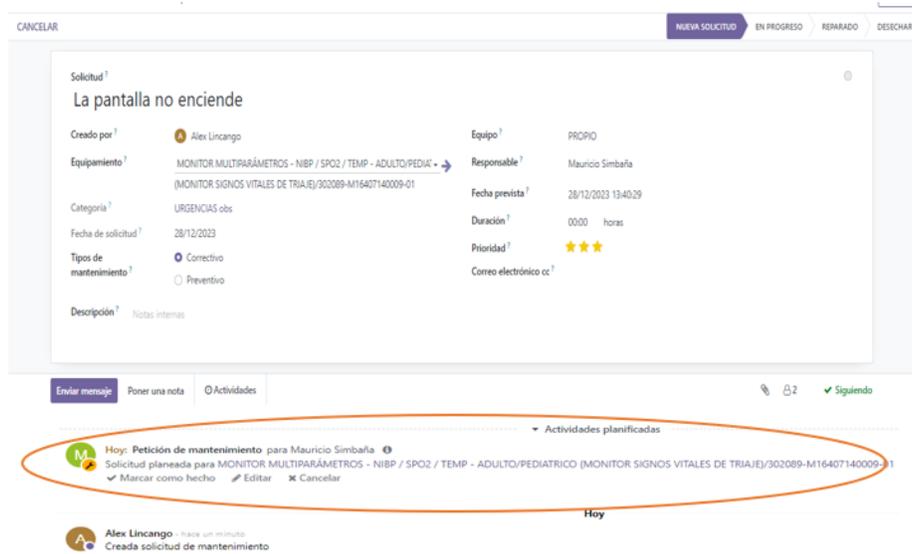


Figura 24: Orden de trabajo creado (ODOO, 2017)

PERSPECTIVA DEL TÉCNICO:

14. Una vez creada la orden de trabajo de mantenimiento por parte del administrador, el técnico recibirá una notificación para realizar mantenimiento en su Odoo, la cual mostrará todos los datos del equipo y la descripción de la falla, como se muestra en la **Figura 25**.

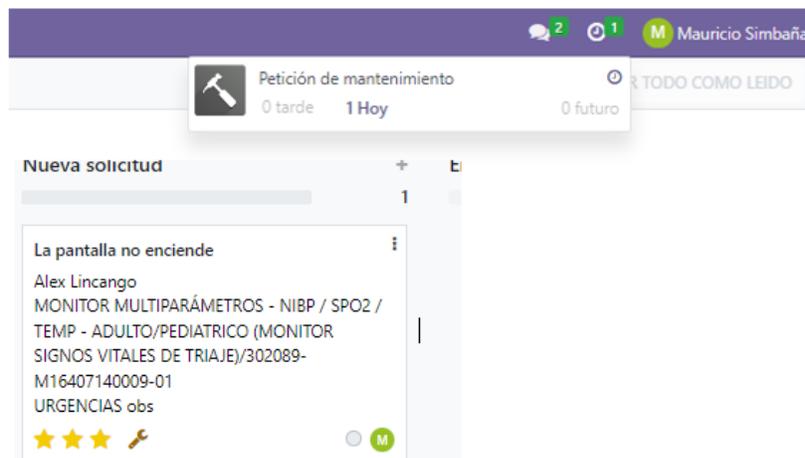


Figura 25: Petición de mantenimiento del usuario (ODOO, 2017)

15. Una vez abierto la notificación de pedida de mantenimiento, marcar como hecho para poder continuar con el proceso, dado clic en “Listo para la siguiente etapa”. como se muestra en la **Figura 26**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA	
BIOMEDICINA	
63	
EL GIRÓN-QUITO	

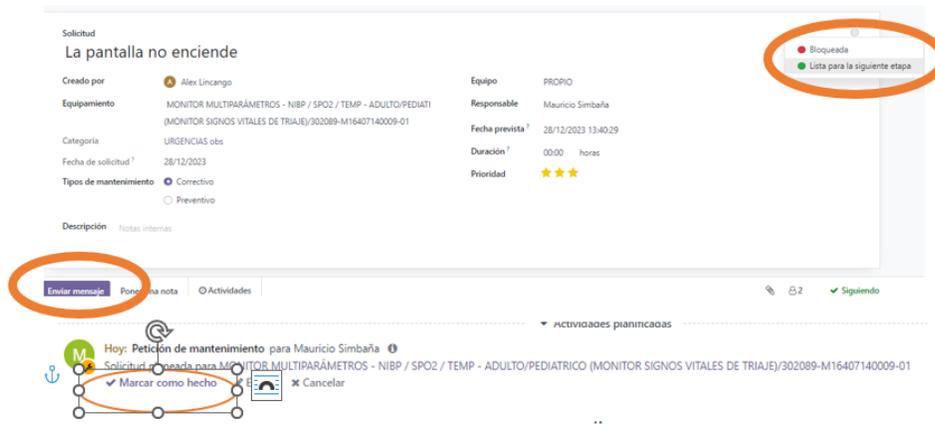


Figura 26: Proceso de petición de mantenimiento (ODOO, 2017)

PERSPECTIVA DEL ADMINISTRADOR

16. En la perspectiva del administrador se puede observar que el estado de la orden de trabajo cambio, ahora esta en la etapa de “en progreso”, como se muestra en la **Figura 27**.

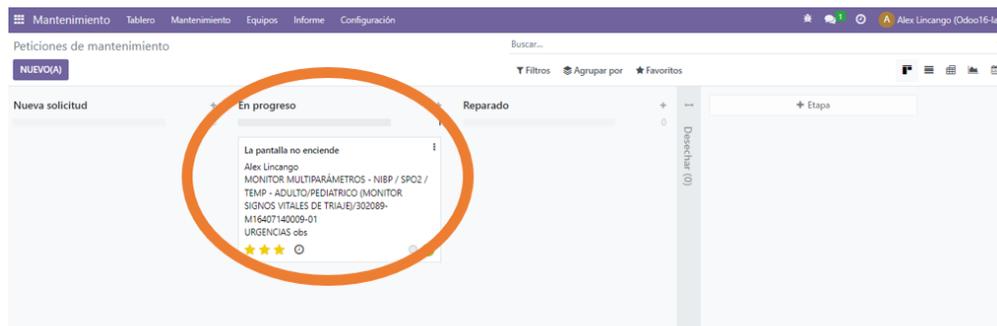


Figura 27: Etapa de progreso de la orden de mantenimiento (ODOO, 2017)

PERSPECTIVA DEL TÉCNICO

17. El técnico, basándose en la información de la base de datos Excel, decide si el equipo se puede reparar o no. En el caso de este monitor, según los datos de Excel, se indica que puede repararse. Por lo tanto, se selecciona la opción de reparado y luego se marca como hecho, como se muestra en la **Figura 28**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

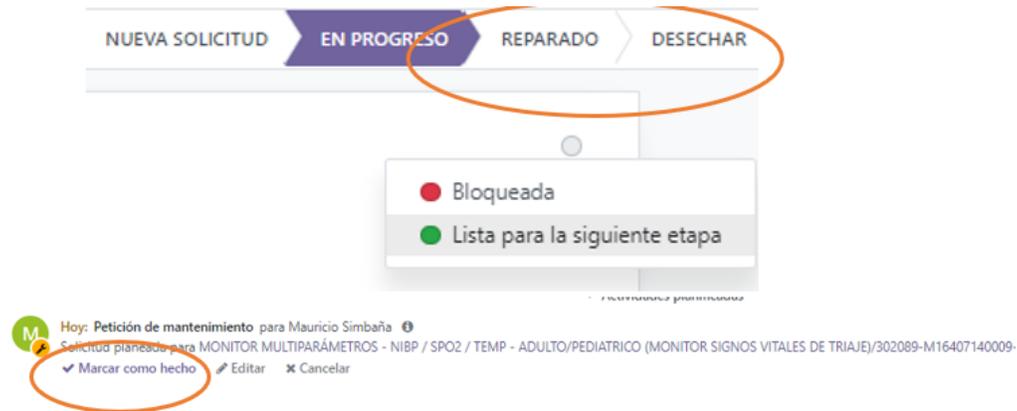


Figura 28: Estado de mantenimiento del equipo médico (ODOO, 2017)

PERSPECTIVA DEL ADMINISTRADOR

18. El administrador puede ver la decisión del técnico, en este caso, que el equipo pudo ser reparado, y esta información se refleja en la sección de “Reparado”, tal como se muestra en la **Figura 29**.

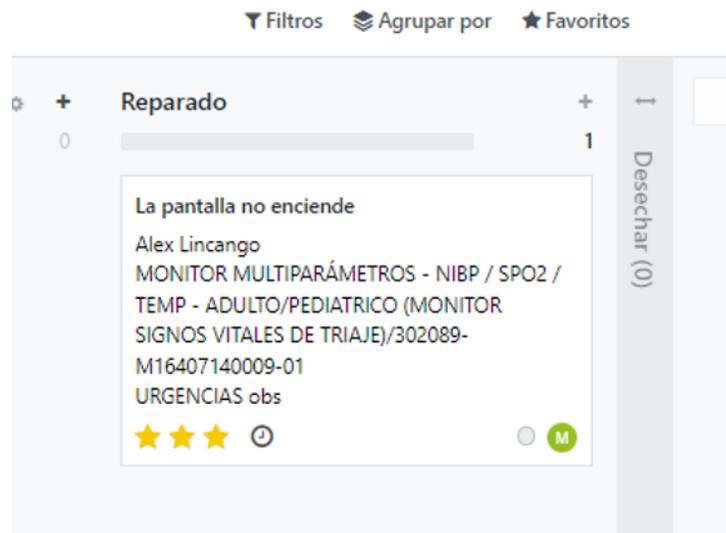


Figura 29: Informe del equipo reparado (ODOO, 2017)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

6. ACTIVIDAD

6.1. Importancia de las ordenes de trabajo de mantenimiento,

1. ¿Por qué es crucial emplear las órdenes de trabajo de mantenimiento?

2. ¿Investigue que son los servidores SMTP?

6.2. Verificar los registros de las ordenes de mantenimiento

1. Elabore órdenes de mantenimiento para los tres equipos que requieren atención, de acuerdo con la información proporcionada en la base de datos. Adjunte capturas de pantalla para ilustrar el proceso..

2. Complete los datos correspondientes de cada equipo para el cual se realizó la solicitud de orden de mantenimiento.

- a) Fecha de emisión:
- b) Número de orden:
- c) Datos de contacto del cliente: nombre y ubicación del equipo:
- d) Tipo de intervención: correctivo, preventivo, inspección, etc.:
- e) Descripción de actividades y procedimientos:
- f) Costos relacionados a inventarios y mano de obra:
- g) Fecha de inicio y de entrega:
- h) Observaciones:
- i) Asignar responsable:

7. Conclusiones

1. Importar una base de datos desde Excel a los módulos de Odoe simplifica considerablemente el proceso, evitando la tediosa tarea de ingresar los datos manualmente uno por uno. Esta integración logra una gestión más completa al registrar datos claves como ubicación, estado operativo, frecuencia de mantenimiento entre otros.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

2. La elaboración detallada de órdenes de trabajo específicas para cada equipo, basándose en la información proporcionada en la base de datos de Excel, ha demostrado ser una estrategia efectiva. La asignación precisa de tareas, la designación de responsables y la fijación de fechas límite contribuyen a una gestión de mantenimiento proactiva y eficaz.
3. La simulación del papel de responsable de mantenimiento mediante el software Odoos ha proporcionado una visión práctica del seguimiento de órdenes de trabajo asignadas. La toma de decisiones en tiempo real sobre la reparación o baja de equipos, siguiendo los procedimientos establecidos, refuerza la capacidad de respuesta y la agilidad en la gestión de mantenimiento. Esta simulación es crucial para evaluar y mejorar la efectividad del proceso en situaciones de la vida real.

8. Recomendaciones

- Para llevar a cabo la práctica de manera adecuada, se recomienda realizarla en parejas, cada uno con un dispositivo diferente. Uno de los dispositivos asumirá el rol del administrador, mientras que el otro tomará el papel del técnico.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Bucheli, M., y André, J. (2017). Implementación del erp open source odoos en una pyme..
- García, S. D., Haddad, M. d. C. L., Dellaroza, M. S. G., Costa, D. B. d., y Miranda, J. M. d. (2012). Gestão de material médico-hospitalar e o processo de trabalho em um hospital público. *Revista brasileira de enfermagem*, 65, 339–346.
- Lincango, A. (2024).
- Mogrovejo Bucheli, J. A., y cols. (2017). *Implementación del erp open source odoos en una pyme* (Tesis de Master no publicada). Espol.
- ODOOS. (2017). Gestión de recursos empresariales (erp):.
- Rodríguez, E., Miguel, A., y Sánchez, M. (2001). Gestión de mantenimiento para equipos médicos. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 22(1), 59–67.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

E. Anexo: Implementación de facturación electrónica con el Sistema de información Hospitalaria OpenEMR

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo E) Implementación de facturación electrónica con el Sistema de información Hospitalaria OpenEMR

Los Sistemas de Información Hospitalaria (HIS) desempeñan un papel crucial en la gestión y operación de los centros de salud. Estos sistemas contribuyen a agilizar diversas actividades, como el registro de pacientes, la administración de equipos y, especialmente, la facturación. Según (Cardona y López, 2017), una facturación eficiente y precisa es fundamental para mantener la estabilidad financiera de la institución. A pesar de las diversas utilidades que ofrecen los HIS, la implementación efectiva de la funcionalidad de facturación sigue siendo esencial.

1. Objetivo General

Implementar el proceso de facturación electrónica mediante el empleo del software OpenEMR para optimizar y agilizar la gestión de información financiera en entornos hospitalarios, para comprender la importancia y funcionamiento de los sistemas de información hospitalaria.

2. Objetivos Específicos

1. Instalar el software de información hospitalaria OpenEMR en un dispositivo inteligente, garantizando un proceso libre de inconvenientes técnicos, con el propósito de adquirir los conocimientos fundamentales para su implementación.
2. Emplear OpenEMR para crear y administrar expedientes de pacientes, optimizando la coordinación de citas médicas y preparando los datos necesarios para la generación de facturas electrónicas.
3. Realizar la generación y emisión de facturas electrónicas mediante el uso de software OpenEMR, asegurando un proceso de facturación basado en los datos gestionados previamente del paciente y su cita médica.

3. Marco Teórico

- Sistema de información hospitalaria (HIS): Es un sistema informático, la cual su principal función es la de apoyar las actividades operativas, tácticas y estratégicas dentro de un hospital o clínica. Es necesario contar con una computadora para almacenar, comunicar y procesar información administrativa y clínica. (Salvador, 1997)

Algunas de las funciones principales que suelen ofrecer estos sistemas informáticos incluyen:

1. **Gestión de registros médicos electrónicos (EMR):** Permiten almacenar de manera segura y accesible la información clínica de los pacientes, incluyendo historias médicas, resultados de exámenes, tratamientos y diagnósticos.(Salvador, 1997)
2. **Administración de citas y horarios:** Facilitan la programación de citas médicas, la asignación de recursos como salas de consulta o quirófanos, y el seguimiento de la disponibilidad del personal médico.(Salvador, 1997)
3. **Gestión de inventario y suministros:** Ayudan a controlar el inventario de medicamentos, equipos médicos y suministros necesarios para la atención de los pacientes, optimizando su uso y evitando desabastecimientos. (Salvador, 1997)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

4. **Facturación y gestión financiera:** Automatizan los procesos de facturación, cobro y seguimiento de pagos, así como la generación de informes financieros que ayudan a la administración a tomar decisiones financieras informadas. (Salvador, 1997)
 5. **Integración con equipos médicos:** Permiten la conexión y la transferencia de datos entre los sistemas informáticos y los equipos médicos, facilitando el monitoreo en tiempo real de parámetros vitales y otros datos clínicos. (Salvador, 1997)
 6. **Soporte para la toma de decisiones clínicas:** Proporcionan herramientas y recursos que ayudan a los profesionales de la salud a tomar decisiones basadas en evidencia, accediendo a información actualizada sobre tratamientos, protocolos médicos y guías clínicas. (Salvador, 1997)
 7. **Seguridad y cumplimiento normativo:** Garantizan la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información del paciente, cumpliendo con los estándares de seguridad y privacidad de datos establecidos por las regulaciones sanitarias y de protección de datos. (Salvador, 1997)
- Ventajas de emplear un sistema de información hospitalaria: Emplear un Sistema de Historia Clínica Electrónica (HIS) en una clínica u hospital conlleva numerosos beneficios, como son:
 1. **Evitar la escasez en el suministro de insumos:** El uso del HIS permite monitorear de manera constante el flujo de insumos gracias a las opciones de inventariado disponibles en este sistema. (Vargas González y Hernández, 2009)
 2. **Mejorar la planificación del equipo sanitario y del paciente:** Los sistemas de información hospitalaria (HIS) posibilitan un seguimiento preciso de las citas médicas de los pacientes. (Vargas González y Hernández, 2009)
 3. **Mayor seguridad y atención al paciente:** Con el empleo de los sistemas de información hospitalaria (HIS), los hospitales pueden fomentar la integración de la información del paciente en todas las etapas de su atención, lo que conlleva a una mejora en la satisfacción del paciente. Esto implica recopilar y almacenar datos relevantes, como informes de diagnóstico, historial médico, reacciones alérgicas. (Salvador, 1997)
 4. **Cumple con los estándares sanitarios internacionales:** Emplea el protocolo HL7, lenguaje de marcación y comparación de datos empleados a nivel mundial. (Vargas González y Hernández, 2009)
 - OpenEMR: Es un software de código abierto y gratuito, que permite a los usuarios de atención médica, gestionar, citas, registro de pacientes, facturación, entre otras actividades administrativas de manera eficiente. A demás hay menús totalmente personalizables. Ofreciendo una interfaz fácil y lógica de usar con controles y capacidades de búsqueda. (*OpenEMR*, 2024)
algunas funcionalidades que tiene este HIS son los siguiente:
 1. Planificación: Esta función les permite a las clínicas programar eventos repetitivos, flujos de trabajo de forma automatizada. (*OpenEMR*, 2024)
 2. Prescripción electrónica: Esta función permite ingresar recetas médicas y enviarlas electrónicamente al paciente. (*OpenEMR*, 2024)
 3. Informes CMS: Esta función permite crear informes de mantenimiento de los equipos médicos. (*OpenEMR*, 2024)
 4. Integración de laboratorio: Esta función permite realizar ordenes de laboratorio de forma automatizada y que se envíen a los laboratorios de forma automática. (*OpenEMR*, 2024)
 5. Facturación electrónica: Esta función permite crear factura electrónicas de manera automatizada. (*OpenEMR*, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- EMR: El acrónimo EMR significa registro médico electrónico”, que es una versión digital de los registros en papel que se guardan en el consultorio de un médico. El EMR incluye el historial médico, el tratamiento y el diagnóstico del paciente. Este cambio hacia la digitalización ha cambiado la forma en que se gestiona y se accede a la información médica, ya que los registros médicos electrónicos almacenan los datos de los pacientes de manera más eficiente y segura.

Además, ayudan a brindar a los profesionales de la salud acceso a información médica, mejorar la coordinación de la atención, reducir errores y superposiciones y aumentar la eficiencia de la atención médica. Los EMR también se pueden integrar con otros sistemas de información sanitaria, como los sistemas de facturación y programación de citas, para mejorar aún más la calidad y la coordinación de la atención al paciente. (Saini, 2021)

- Ventajas de la EMR:(Saini, 2021)
 1. Mejora el seguimiento de los datos de los pacientes en periodos largos.(Saini, 2021)
 2. Cuenta con recordatorios para exámenes y chequeos de pacientes.(Saini, 2021)
 3. Se encarga de monitorear la atención de los pacientes.(Saini, 2021)
 4. Seguridad de los datos.(Saini, 2021)
- Facturación electrónica: Es un documento tributario que reemplaza al documento físico tradicional, sin perder su valor legal, como condiciones de integridad, seguridad y autenticidad. (Guzmán, s.f.)
Se refiere como autenticidad a la certeza y validez de la información, que asegura su originalidad y la ausencia de alteraciones, en cambio la integridad señala que el sistema esta libre de riesgos, garantizando la confiabilidad de los datos. (Guzmán, s.f.)
- XAMPP: Es un distribuidor de apache que incluye diferentes tipos de softwares libre, está desarrollado por Apache Friendas y cuenta con licencia GNU. (Bou, 2019) Los programas con los que cuenta XAMPP son los siguiente:
 1. MySQL: Es una base de datos.(Bou, 2019)
 2. PHP: Es un lenguaje de programación de código abierto.(Bou, 2019)
 3. Perl: Lenguaje de programación usado en el la administración del sistema.(Bou, 2019)

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X
3. XAMPP
4. OpenEMR
5. JAVA

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Instalación del software del sistema de información Hospitalaria OpenEMR

1. Antes de proceder con la instalación del software OpenEMR, es necesario descargar un servidor web local conocido como “XAMPP”. Para ello, se debe acceder al siguiente enlace: <https://www.apachefriends.org/es/download.html>, se recomienda descargar la versión 8.1.25/PHP 8.1.25, como se muestra en la **Figura 1**. En vez de la versión actualizada debido a que contiene muchos errores.

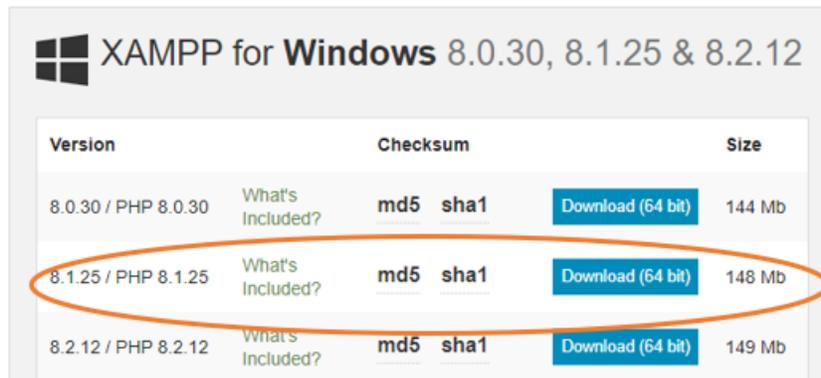


Figura 1: Versiones de XAMPP (XAMPP, 2024)

2. Una vez que el programa ha sido descargado, se inicia el proceso de instalación. Durante este proceso, se deben deseleccionar las opciones de “FileZilla FTP Server”, “Mercury Mail”, “Webalizer” y la opción de “Fake Sendmail”. Posteriormente, se procede haciendo clic en “Next”, como se muestra en la **Figura 2**.

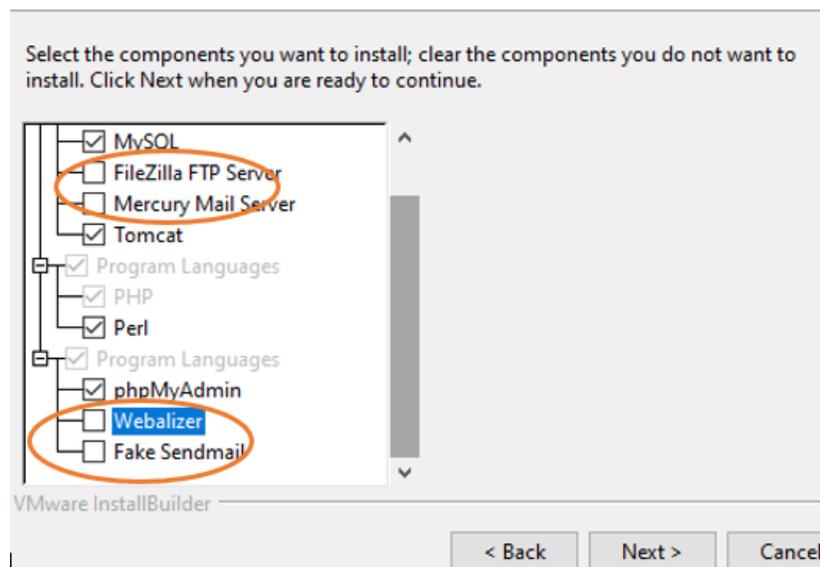


Figura 2: Instalación de programas necesarios para instalar XAMPP (XAMPP, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

3. Una vez instalado el programa “XAMPP”, se abrirá el panel de control del XAMPP. Para comenzar, hacer clic en “START” en el módulo de “Apache” y luego en “START” en el módulo “MySQL”. Una vez que ambos estén activos y se muestren en verde, proceder a hacer clic en “Admin” en la sección de MySQL, tal como se muestra en la **Figura 3**.

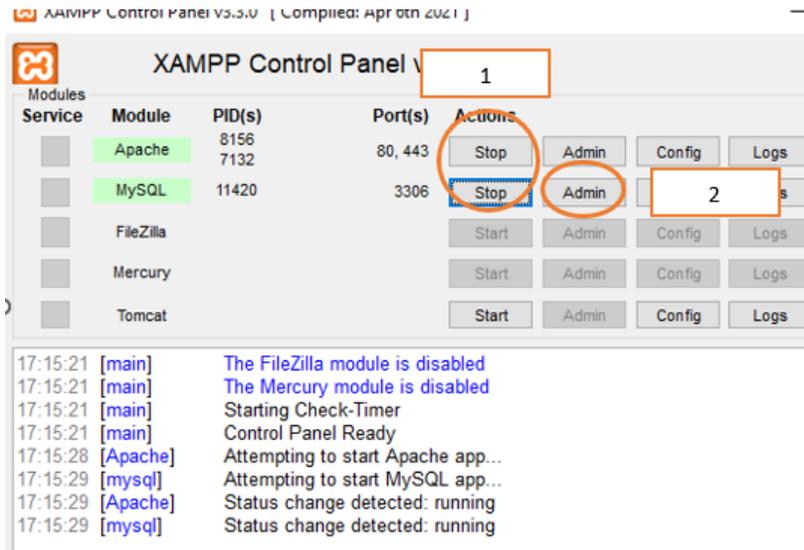


Figura 3: Panel de control de XAMPP, 1:Activar Apache y Mysql, 2: Admin (XAMPP, 2024)

4. Al abrirse la página principal de “phpMyAdmin”, será necesario crear una base de datos para utilizar el HIS openEMR. Para hacerlo, acceder a la sección de “Cuenta de usuario” y luego seleccionar “Agregar cuenta de usuario”, siguiendo las indicaciones como se muestra en la **Figura 4**.

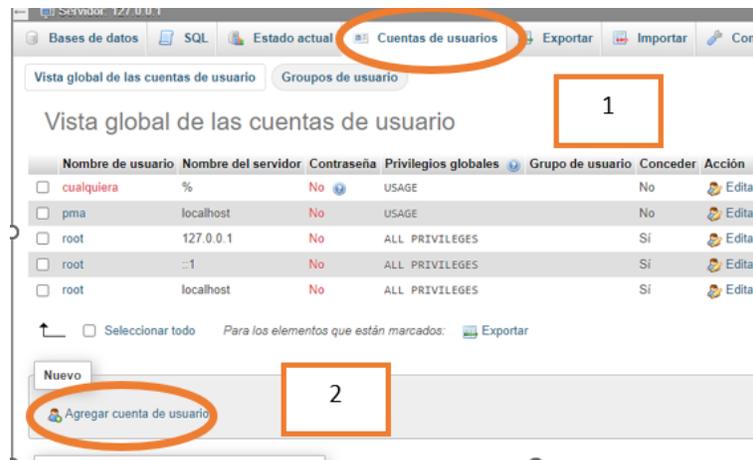


Figura 4: Proceso para agregar cuenta de usuario 1: Cuenta de usuario, 2: Agregar cuenta de usuario (phpmyadmin,2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

5. En la sección de “Nombre de usuario”, se introduce “openemr”. En la sección de “Nombre de host”, se selecciona la opción “LOCAL” e introduce “localhost”. Respecto a la sección de “Contraseña”, se introduce una contraseña que sea fácil de recordar. Luego, se eligen las opciones de “Crear base de datos” y “Otorgar todos los privilegios”, seleccionando además los privilegios globales, tal como se muestra en la **Figura 5**.

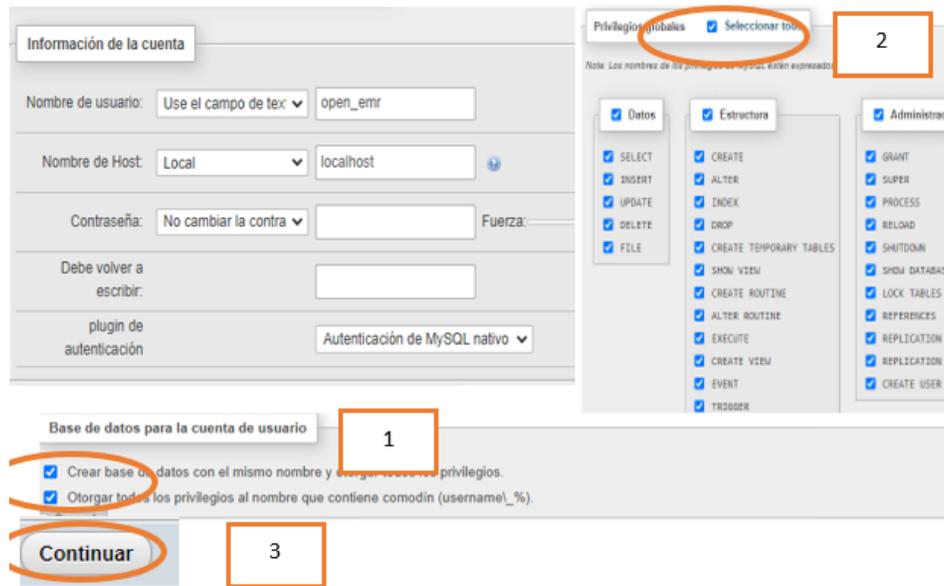


Figura 5: Proceso para crear cuenta de usuario, 1: Crear y otorgar base de datos, 2: Selección base de datos, 3: continuar. (phpmyadmin,2024)

6. Para instalar el software openEMR, hay que dirigirse al siguiente enlace: https://www.open-emr.org/wiki/index.php/OpenEMR_Downloads y descargar el archivo “OPenemr-7.0.2.zip” y descomprimir el archivo, como se muestra en la **Figura 6**.

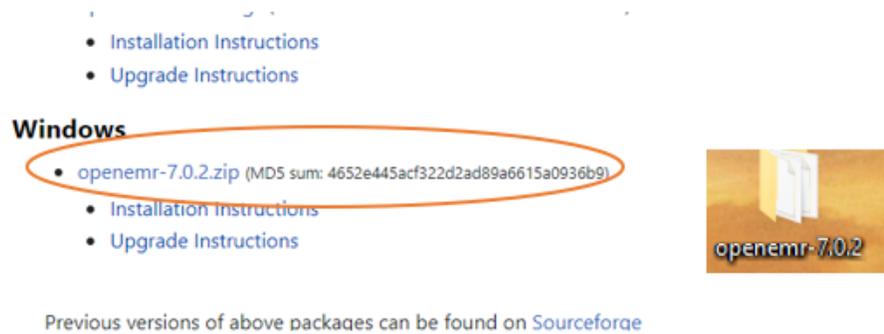


Figura 6: Descarga de archivos de OpenEMR (OpenEMR, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

7. Copiar la carpeta y pegar en la siguiente dirección de ruta: C:/xampp/htdocs. Como se muestra en la siguiente **Figura 7. OJO.** Hay que modificar el nombre a la carpeta a “openemr”.

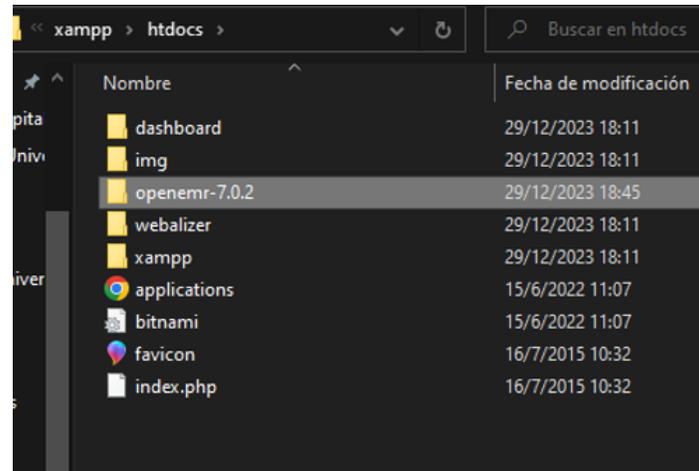


Figura 7: Dirección de ruta para copiar archivos OpenEMR

8. A continuación, acceder a través de cualquier navegador al enlace <http://localhost/openemr>. Hacer clic en “Proceed to Step 1”, elegir la opción “Have setup create the database”, y luego hacer clic en “Proceed to Step 2”. Esto dirigirá a una página donde hay que completar algunos campos. La única sección que hay que modificar es la de “Password”, donde se ingresa la misma contraseña se utilizó al crear el usuario en MySQL. También es necesario definir un “Initial User Login Name” y un “Initial user Password”, mientras que el resto de los campos no es necesario modificarlos tal como se muestra la **Figura 8.**

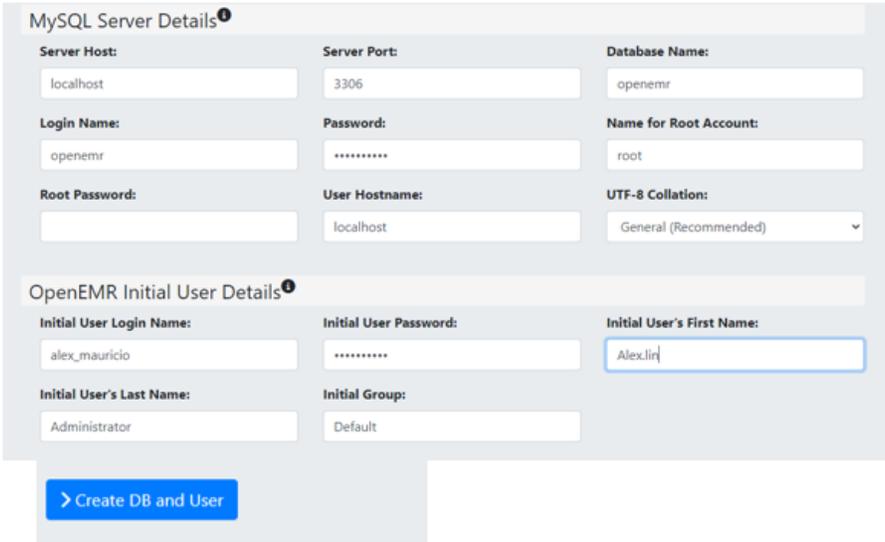


Figura 8: Registro de datos del usuario (*OpenEMR*, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
	BIOMEDICINA
	63
	EL GIRÓN-QUITO

9. Se accede a OpenEMR con el “Username” y “Password” previamente establecidos, eligiendo un idioma de preferencia. De esta manera, se obtiene acceso al Sistema de Información Hospitalaria (HIS) OpenEMR, como se muestra en la **Figura 9**.

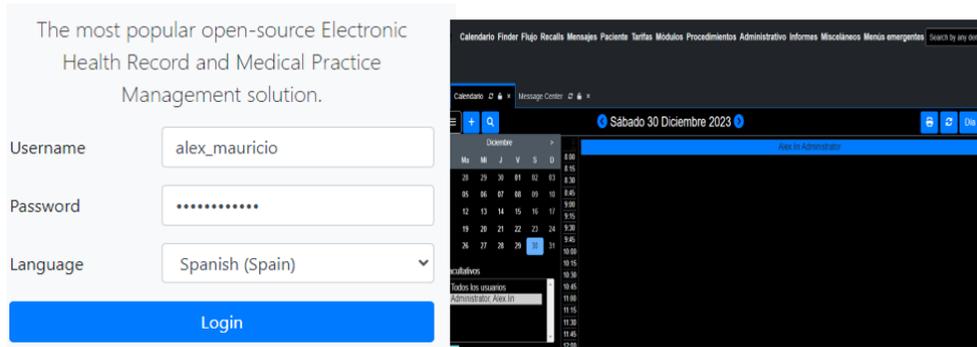


Figura 9: Pagina principal de OpenEMR (*OpenEMR*, 2024)

5.2. Creación de paciente y gestión de citas médicas.

1. Previo a la facturación electrónica, es necesario crear un nuevo paciente, incluyéndole la programación de una cita médica en el sistema.
2. Para llevar a cabo el registro de nuevos pacientes, se accede al panel de control de OpenEMR y se selecciona la sección de “Buscador de pacientes”. Posteriormente, se hace clic en la sección de “Añadir nuevo paciente”. Se despliega una página en la cual es necesario completar la información del paciente y finalmente se hace clic en el botón de “Creación de pacientes”, como se muestra en la **Figura 10**.

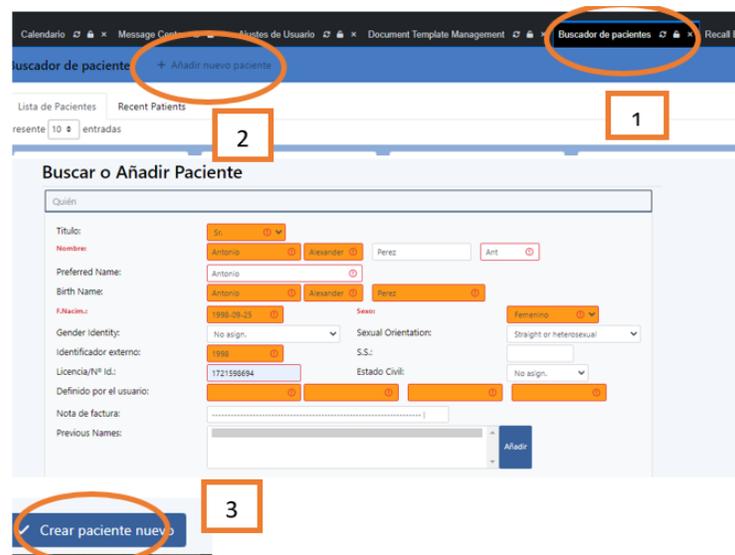


Figura 10: Proceso para crear un nuevo paciente. 1: Buscador de paciente, 2: Añadir nuevo paciente, 3: Crear nuevo paciente. (*OpenEMR*, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
	BIOMEDICINA
	63
	EL GIRÓN-QUITO

3. Una vez que el paciente ha sido creado, se procede a agendar una cita médica. Para ello, se accede a la sección de “Citas” y posteriormente se selecciona la opción de “Agregar citas”, tal como se muestra en la **Figura 11**

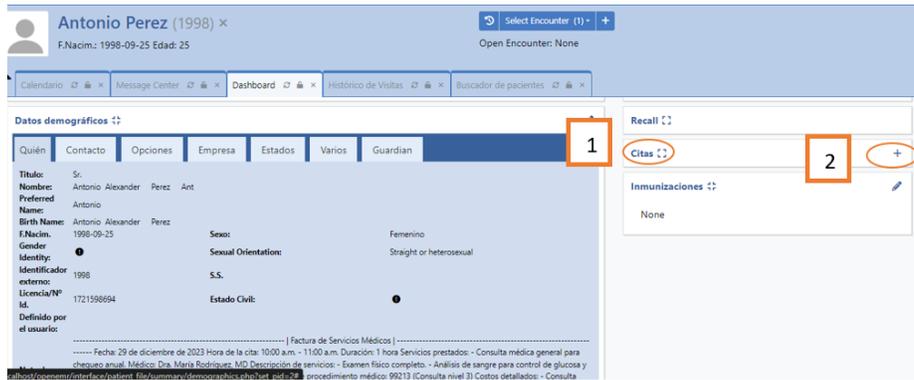


Figura 11: Proceso de gestión de citas médicas. 1: Citas, 2: Añdir. (OpenEMR, 2024)

4. Para registrar una cita, es necesario completar todos los campos obligatorios, que abarcan el área médica, el nombre del doctor, la fecha y el motivo de la cita, entre otros. Una vez que se han ingresado estos datos, basta con hacer clic en 'Guardar' para registrar la cita, tal como se muestra en la **Figura 12**.

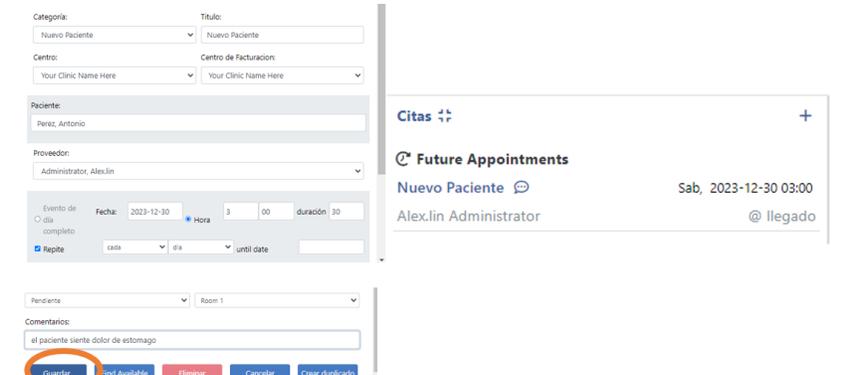


Figura 12: Registro de datos del paciente para crear cita médica.(OpenEMR, 2024)

5. Al acceder a la sección del calendario, se visualiza la cita que ha sido gestionado previamente.

5.3. Generación y emisión de la factura electrónica

6. Una vez que se ha registrado al paciente y programado su cita médica, el siguiente paso consiste en la generación de la factura electrónica. Se accede a la sección de “Tarifas” y posteriormente se elige la opción “Pagos”, tal como se muestra en la **Figura 13**

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA	
BIOMEDICINA	
63	
EL GIRÓN-QUITO	

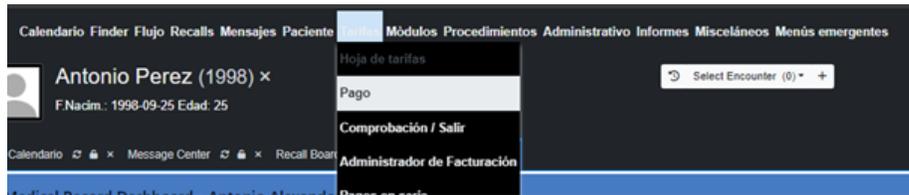


Figura 13: Sección de tarifas para crear factura electrónica. (OpenEMR, 2024)

- En la sección de “Pago”, seleccionar el “Método de pago” ya sea, efectivo, pago por cheque o por tarjeta, en la sección de “Cobertura de paciente”, si el paciente cuenta con seguro médico o si paga el mismo. En la parte final colocar el precio de la consulta y en generar recibo, como se muestra en la **Figura 14**.

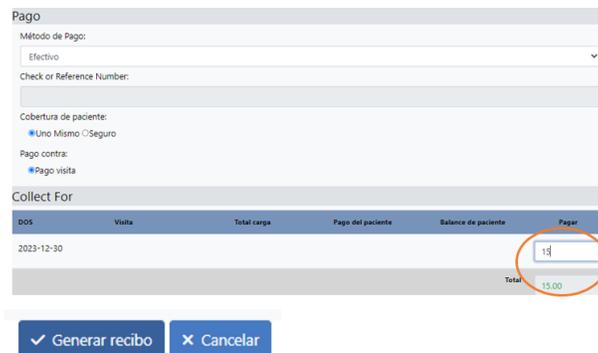


Figura 14: Proceso de generación de factura electrónica (OpenEMR, 2024)

- A continuación se puede observar la factura electrónica generada como se muestra **Figura 15**.



Figura 15: Factura electrónica (OpenEMR, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

6. ACTIVIDAD

6.1. Importancia del uso de los sistemas de información hospitalaria (OpenEmr)

1. ¿Considera que los Sistemas de Información Hospitalaria (HIS) mejoran la eficiencia del proceso de facturación electrónica?

2. Indique 3 aplicaciones con las que cuenta el HIS OpenEMR.

6.2. Creación de pacientes y citas médicas

1. Registra tres pacientes y genera sus citas médicas correspondientes.

Ingrese captura paciente 1

Ingrese captura paciente 2

Ingrese captura paciente 3

6.3. Generación y emisión de facturas electrónicas

1. De los 3 pacientes creados anteriormente, elabore sus respectivas facturas.

Ingrese captura factura 1

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Ingrese captura factura 2

Ingrese captura factura 3

7. Conclusiones

- La instalación del software OpenEMR en dispositivos inteligentes se llevó a cabo de manera impecable, asegurando un proceso sin inconvenientes técnicos. Este paso esencial permitió a los usuarios adquirir los conocimientos fundamentales necesarios para la implementación efectiva del sistema en el ámbito hospitalario.
- El uso de OpenEMR ha demostrado ser altamente eficiente en la creación y administración de expedientes de pacientes. Esta funcionalidad ha optimizado la coordinación de citas médicas, proporcionando una herramienta integral para organizar la información clínica y mejorar la eficacia en la gestión de la atención médica.
- La generación precisa de facturas electrónicas a través de OpenEMR ha destacado por su coherencia y exactitud. La utilización de datos previamente gestionados del paciente y su historial médico ha asegurado un proceso de facturación electrónico fiable, fortaleciendo la integridad de los registros financieros hospitalarios.

8. Recomendaciones

- Se recomienda instalar la versión 8.1.25 del servidor XAMPP, ya que la versión 8.0.30 presenta fallos al conectarse a phpMyAdmin y contiene errores que pueden afectar el funcionamiento adecuado del sistema.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Bou, R. C. (2019). *Usando xampp con bootstrap y wordpress*. Mercedes Gómez Alcalá.
- Cardona, M. E., y López, S. (2017). Una revisión de literatura sobre el uso de sistemas de adquisición de datos para la enseñanza de la física en la educación básica, media y en la formación de profesores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 39(4), e4404. Descargado de <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0308> doi: 10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0308

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Guzmán, M. (s.f.). “análisis del proceso de implementación de la facturación electrónica en el Ecuador desde el año (Tesis).

Openemr. (2024). Descargado de <https://www.open-emr.org/>

Saini, P. (2021, 30 de julio). Emr vs ehr - diferencia entre emr y ehr. *Webmedy*. Descargado de <https://webmedy.com/blog/es/emr-and-ehr-difference/>

Salvador, J. A. (1997). Sistemas de información hospitalaria. *Scire: Representación y organización del conocimiento*, 3(2), 115–130.

Vargas González, V., y Hernández, C. (2009). Sistemas de información de costos para la gestión hospitalaria. *Revista de ciencias sociales*, 15(4), 716–726.

XAMPP. (2024). Sitio web. Descargado de <https://www.apachefriends.org/es/index.html> (Recuperado el 15 de febrero de 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

F. Anexo: Elaboración de Modelos de procesos para la gestión de adquisición de Equipos Médicos empleando la notación gráfica BPMN

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo F) Elaboración de Modelos de procesos para la gestión de adquisición de Equipos Médicos empleando la notación gráfica BPMN

BPMN es una herramienta de notación gráfica para el modelado, simulación y ejecución de los procesos de negocio, proporciona una representación gráfica clara y concisa de los flujos de trabajo, facilitando la comprensión de cada etapa involucrada en los procesos. Además, permite una comunicación efectiva entre las distintas áreas que intervienen en los procesos de negocio. (López, 2013). Su aplicación en la adquisición de equipos médicos permite identificar las áreas involucradas en este proceso, facilitando su gestión y comprensión.

1. Objetivo General

Elaborar modelos de procesos de gestión de adquisición de equipos médicos mediante la notación gráfica BPMN, Para clarificar cómo se llevan a cabo estas operaciones y facilitar la comprensión de los distintos pasos involucrados.

2. Objetivos Específicos

1. Realizar la instalación del software Bizagi desde su página oficial como herramienta principal para la representación gráfica (BPMN) de los procesos de adquisición de equipos médicos.
2. Establecer las funciones y responsabilidades de los actores clave involucrados en el proceso de adquisición de equipos médicos, tales como el personal médico, ingenieros biomédicos, comités de adquisición y proveedores, para comprender las tareas y roles específicos desempeñados por cada uno de ellos.
3. Aplicar la notación gráfica BPMN para representar visualmente cada etapa del proceso de adquisición de equipos médicos, siguiendo los principios y procesos abordados en la unidad 2, con especial énfasis en resaltar flujos de trabajo, decisiones, interacciones y roles específicos.

3. Marco Teórico

- Equipos médicos: Según (de salud Pública, 2014) equipamiento biomédico es cualquier instrumento, artefacto, aparato u otro artículo, usado solo o en combinación, incluyendo accesorios, programas informáticos, componentes que participen en su buen desempeño y contribuyan para prevenir, diagnosticar, o tratar afecciones u enfermedades.
- BPMN: Es una nomenclatura visual, muy usado para modelar procesos de negocio, diseñado como una notación de tipo diagrama de flujos, fácil de usar e independiente de la implementación. Para realizar análisis empleando BPMN no es necesario tener conocimiento en algún lenguaje de programación para describir los procesos de negocio en sí, BPMN cuenta con conceptos usados en la programación, como por ejemplo: intercambio de mensajes, condicionales, flujos en paralelo, estados y eventos. (López, 2013)

La notación BPMN se encuentra conformado por un conjunto de elementos gráficos que facilitan el desarrollo de diagramas simples, los elementos son elegidos debido a que son distinguibles y reconocibles. Existen 4 categorías básicas que son las siguientes:

1. Objetos de flujo (Compuesto por 3 elementos):

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Eventos: Es representado con un círculo y representa que algo “pasa” durante un proceso. Y suele tener una causa o un impacto. Hay 3 tipos “inicio”, “intermedio” y “fin”. como se muestra en la **Figura 1**.



Figura 1: Eventos

Actividad: Es representado con un rectángulo y representa en trabajo que hace la organización. Se divide en actividades y en subprocesos que se distingue por una marca [+] en la parte central de la figura, como se muestra en la siguiente **Figura 2**.



Figura 2: Subprocesos

Gateway (compuerta de decisión): Representado por una Figura rombo como se muestra en la **Figura 3**, usado como control de divergencia o convergencia. Determina las decisiones y crea nuevos caminos.



Figura 3: Gateway

- Objetos de conexión: Se encargan de conectar a los objetos de flujo para crear la estructura de un proceso de negocio. Existe 3 tipos de objetos de conexión:

Sequence Flow: Es un flujo de secuencia representada con un linea solida con cabeza y flecha como se muestra en la **Figura 4**, usado para mostrar orden en las actividades.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO



Figura 4: Flujo de secuencia

Message Flow: Este flujo esta representada por una linea discontinua con una punta de flecha, como se muestra en la **Figura 5**, se usa para mostrar el flujo de mensajes entre 2 usuarios.



Figura 5: Flujo de mensaje

Association: Esta representado por una linea de puntos con una flecha como se muestra en la **Figura 6**, usado para asociar textos y otros objetos de flujo. Las asociaciones sirven para mostrar entradas y salidas de actividades.



Figura 6: Flujo de asociación

3. Swimlanes (canales): Es un mecanismo para organizar actividades en categorías separadas para ilustrar diferentes funciones o responsabilidades. Existen 2 objetos Swimlanes.

Pool: Divide un conjunto de actividades en áreas o entidades como se muestra en la **Figura 7**.

Lane: Es una sub-partición dentro del Pool, como se muestra en la **Figura 7**, se encarga de categorizar las actividades.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

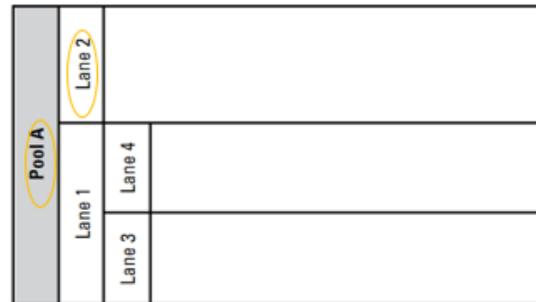


Figura 7: Swimlanes

- Bizagi: Es una aplicación de uso gratuito que se emplea para diagramar, documentar y simular procesos en el formato BPMN (Germania, 2020).
- Pasos para adquisición de equipos médicos: (Molina Velásquez, 2007)
 1. Definir las necesidades reales del hospital o clínica.
 2. Identificar la tecnología que cubre la necesidad.
 3. Crear requerimientos técnicos específicos.
 4. Obtener un presupuesto.
 5. Obtener cotizaciones de diferentes vendedores.
 6. Presentar la propuesta para ser revisada.
 7. Presenciar ensayos o demostraciones de los equipos.
 8. Evaluación de soporte e ingeniería.
 9. Negociación de precio y soporte, posterior orden.
 10. Instalación e inspección.
 11. Capacitación del usuario y del personal de mantenimiento.
 12. Gerencia y manejo del inventario.
- Normativa de regulación de adquisición de equipos médicos: El ARCSA es el encargado de establecer normativas y controles, que garanticen que los equipos médicos importados cumplan con estándares de calidad, seguridad y eficiencia necesaria para el uso en Ecuador. (ministerio de salud pública, 2016)

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X
3. Bizagi

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
	BIOMEDICINA
	63
	EL GIRÓN-QUITO

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Instalación de bizagi

1. Antes de comenzar la simulación, es esencial descargar un software capaz de interpretar BPMN, como Bizagi, por ejemplo.
2. ingresar al siguiente enlace: <https://www.bizagi.com/es/plataforma/modeler> crear una cuenta y descargar el programa Bizagi Modeler como se muestra en la **Figura 8**, se ejecuta e instala normalmente.

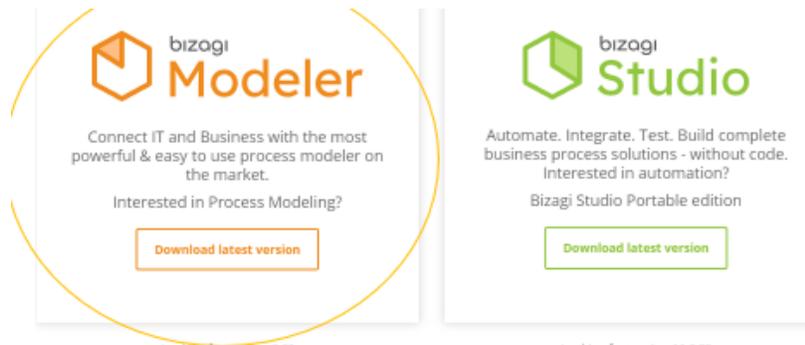


Figura 8: Programa Bizagi Modeler (Bizagi, 2024)

3. Una vez instalado, se procede a abrir el programa, como se muestra en la **Figura 9**. En la parte izquierda se encuentran los elementos que permitirán llevar a cabo los procesos de adquisición de equipos médicos.

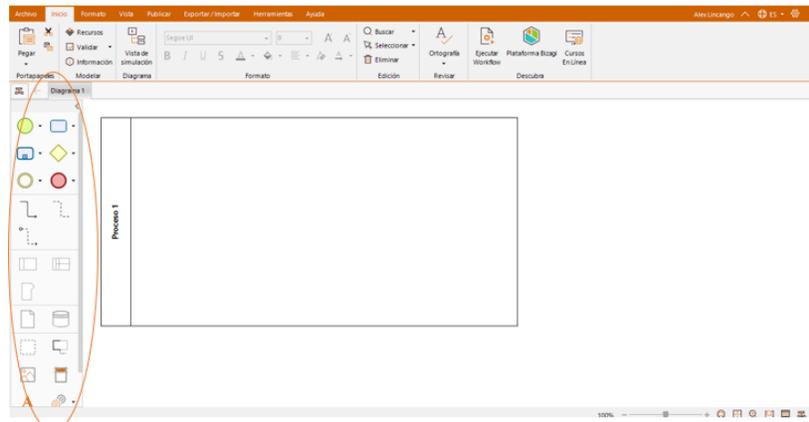


Figura 9: Pantalla inicial de Bizagi Modeler (Bizagi, 2024)

5.2. Elaborar proceso de adquisición de equipos médicos

1. En esta practica de laboratorio se simulará los pasos requeridos para la adquisición de equipos médicos utilizando BPMN. En este proceso, participarán diversos actores, entre ellos, el personal médico, el ingeniero biomédico, el comité de adquisición, el departamento de compras y los proveedores, todos desempeñando roles cruciales tal como se muestran en la **Figura 10**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

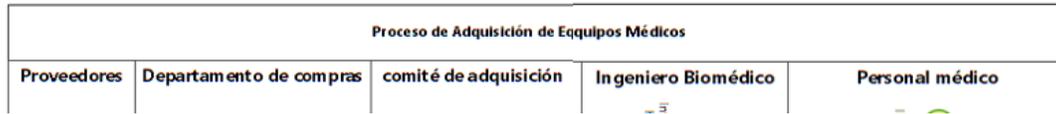


Figura 10: Actores principales presentes en el proceso de adquisición de equipos médicos (Bizagi, 2024)

2. Iniciando con el personal médico, se establece un punto de inicio seguido por un flujo hacia un proceso en el cual “identifica la necesidad de nuevos equipos médicos”. Posteriormente, se procede a un flujo que conduce a una compuerta de decisión planteando la pregunta: “¿Existe la necesidad de adquirir un nuevo equipo?”. En caso de obtener una respuesta negativa, se notifica al ingeniero biomédico y se concluye el proceso. En cambio, si la respuesta es afirmativa, el ingeniero verifica las especificaciones técnicas a través de un subproceso, como se muestra en la **Figura 11**.

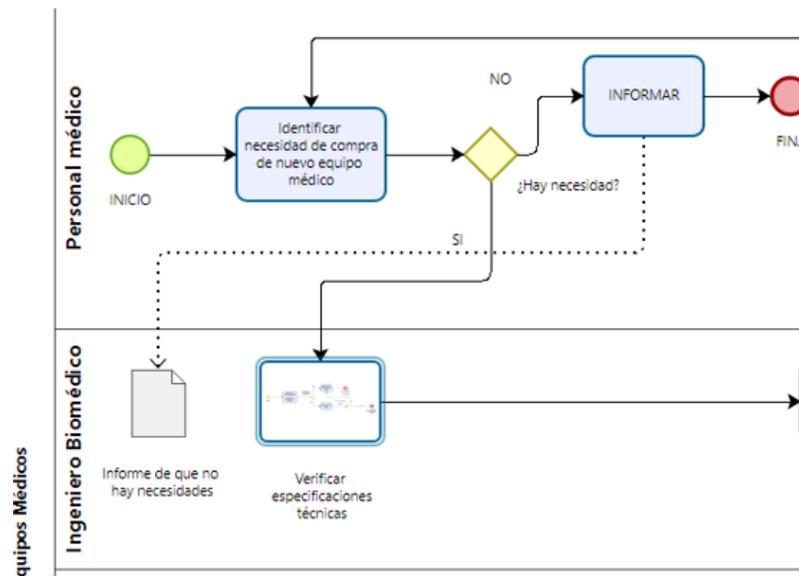


Figura 11: Flujo de secuencias del personal médico y del Ingeniero Biomédico (Bizagi, 2024)

3. Una vez que el personal médico ha identificado la necesidad e informado al ingeniero biomédico, se procede a verificar las especificaciones técnicas. Se establece un punto de inicio en el subproceso, seguido de un flujo secuencial hacia un proceso donde se lleva a cabo la “verificación de los espacios físicos para la instalación del equipamiento biomédico”. Se inserta un flujo secuencial hacia una compuerta de decisión que plantea la pregunta: “¿Cumple con los espacios físicos adecuados?”. En caso de obtener una respuesta negativa, se debe “realizar un informe de adecuación de espacios físicos” y se cancela la compra. Por otro lado, si la respuesta es afirmativa, se procede a “verificar la correcta instalación eléctrica”, seguido de un flujo secuencial hacia otra compuerta de decisión que cuestiona: “¿Existe una correcta instalación eléctrica?”. En caso de obtener una respuesta negativa, se debe realizar un informe de adecuación de espacios físicos y cancelar la compra. En cambio, si la respuesta es afirmativa, se concluye la verificación de las especificaciones técnicas, como se muestra en la **Figura 12**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

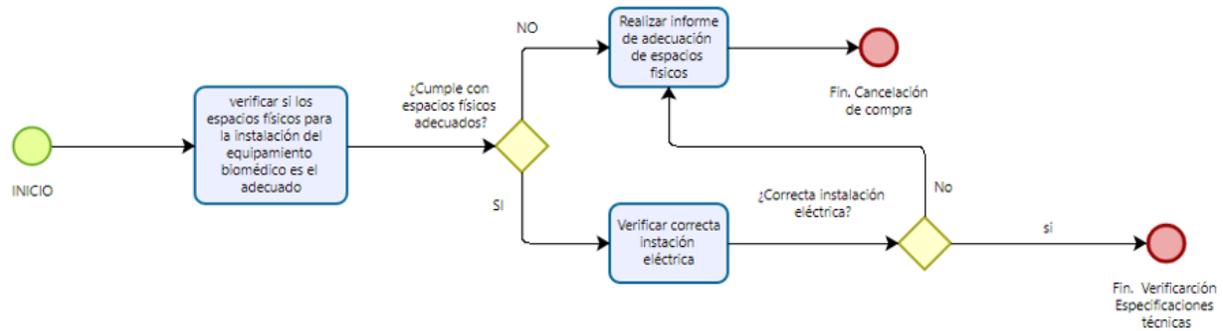


Figura 12: Flujo de secuencias para verificar especificaciones técnicas de la clínica u hosoidal (Bizagi, 2024)

- Una vez verificada las especificaciones técnicas, el ingeniero biomédico, procede a la “Búsqueda y selección de proveedores”, se añade un flujo secuencial en la cual el departamento de comprar “Solicita cotizaciones” a los proveedores la cual se encargará de “Realizar las cotizaciones”, como se muestra en la **Figura 13**.

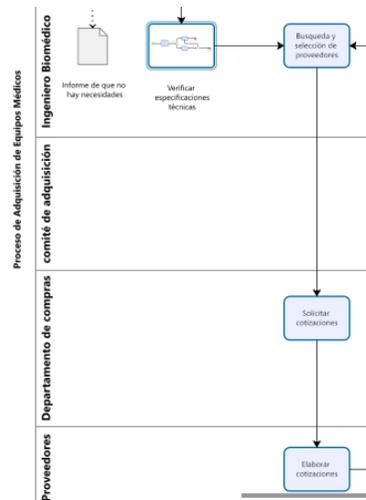


Figura 13: Flujo de secuencias para proceso de solicitud de cotización (Bizagi, 2024)

- Los proveedores proceden a “Enviar las cotizaciones” hacia el departamento de comprar que se encargaran de “Evaluar y seleccionar la mejor cotización, que pasará al comité de adquisición que se encarga de “aprobar la cotización”, como se muestra en la **Figura 14**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

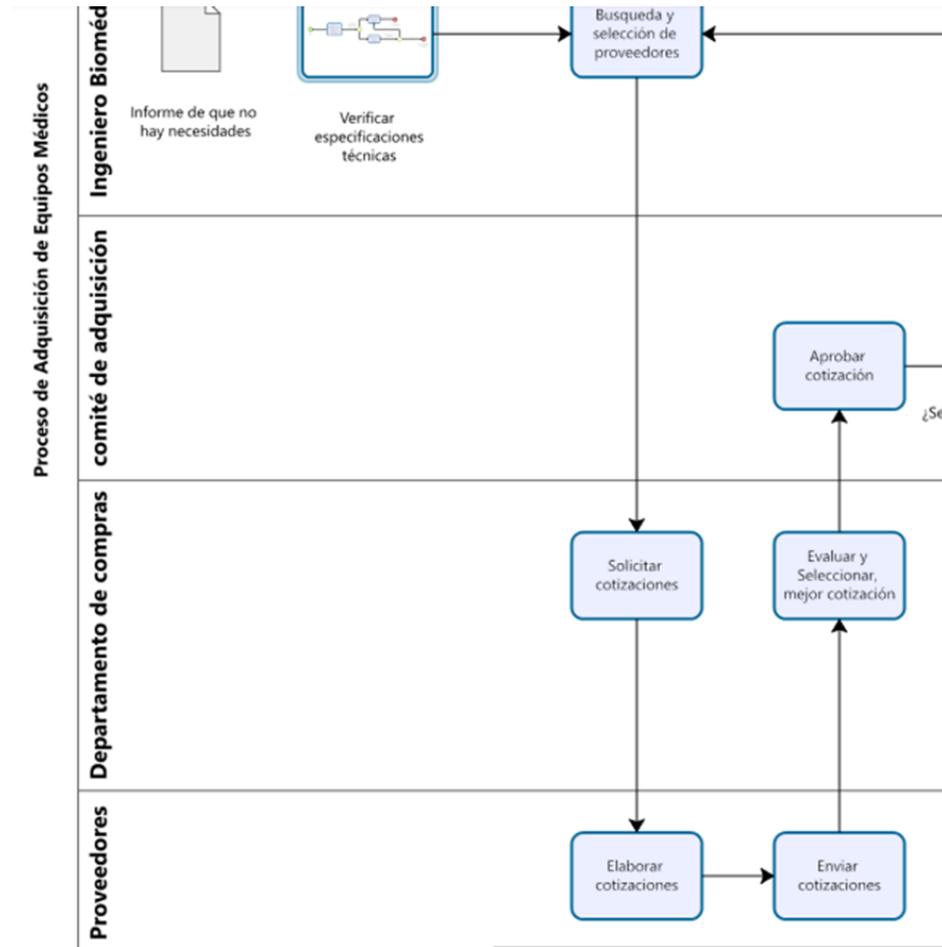


Figura 14: Flujo de secuencias para proceso de solicitud de cotización (Bizagi, 2024)

6. El comité de adquisición, a través de una compuerta de decisión, plantea la pregunta: “¿Se aprueba la cotización?” En caso de obtener un “NO”, se asigna al ingeniero biomédico la tarea de realizar nuevamente la “búsqueda y selección de proveedores”, repitiendo el proceso anterior. Por otro lado, si la respuesta es un “SI”, el departamento de compras asume la responsabilidad de “Negociar y formalizar la compra”

A través de otra compuerta de decisión, se pregunta: “¿Se ha llegado a un acuerdo?” En caso de recibir “NO”, el departamento de compras deberá proceder a “negociar y formalizar la compra” nuevamente. En cambio, si la respuesta es positiva, la responsabilidad de la “entrega del equipo” recae sobre los proveedores.

A continuación, el ingeniero biomédico se encarga de la “Recepción e inspección del equipo”, seguido por el proceso de “Instalación, capacitación y puesta en marcha”, como se muestra en la **Figura 15**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

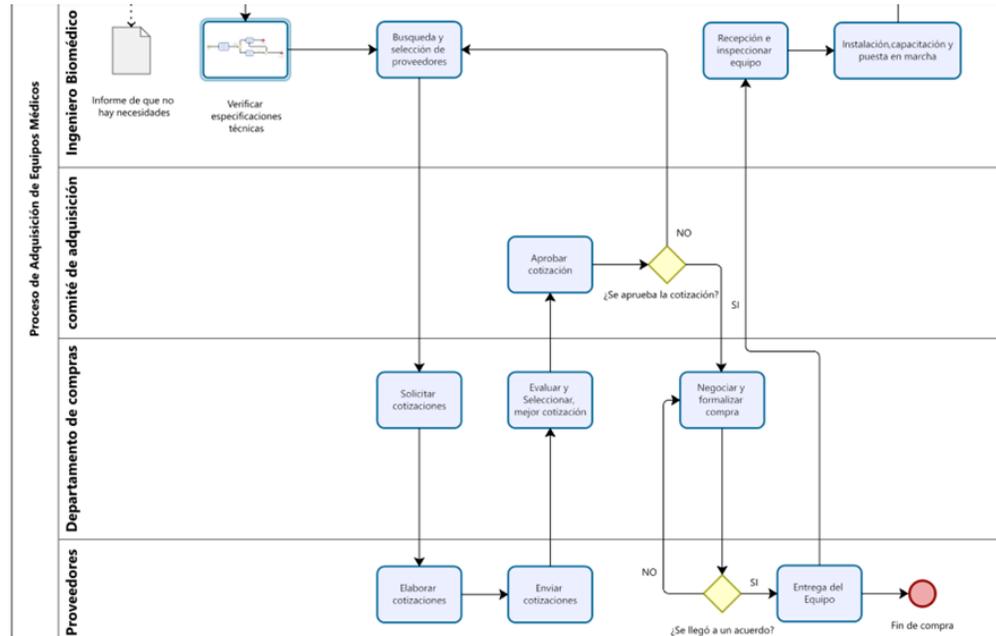


Figura 15: Flujo de secuencia para proceso de compra (Bizagi, 2024)

7. Una vez que el ingeniero biomédico ha completado la instalación, capacitación y puesta en marcha, el equipo entra en la “fase de utilización y conservación” por parte del personal médico. En este punto, el personal médico se plantea la pregunta a través de una compuerta de decisión: “¿Funciona correctamente el equipo?” En caso de obtener una respuesta negativa, se requiere repetir los pasos anteriores. Por otro lado, si la respuesta es afirmativa, el proceso concluye, tal como se indica en la **Figura 16**.

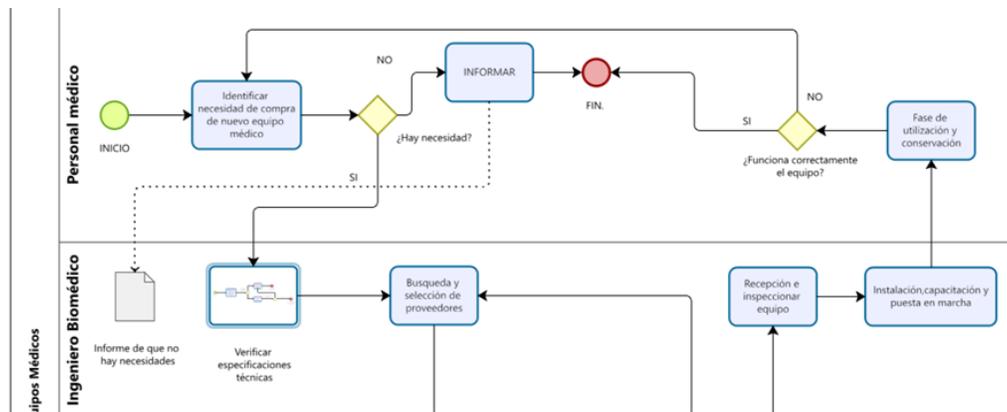


Figura 16: Flujo de secuencias para proceso final de la adquisición del equipo médico (Bizagi, 2024)

8. A continuación en la **Figura 17**, se muestra el proceso completo para la adquisición de equipos médicos en un centro de salud.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

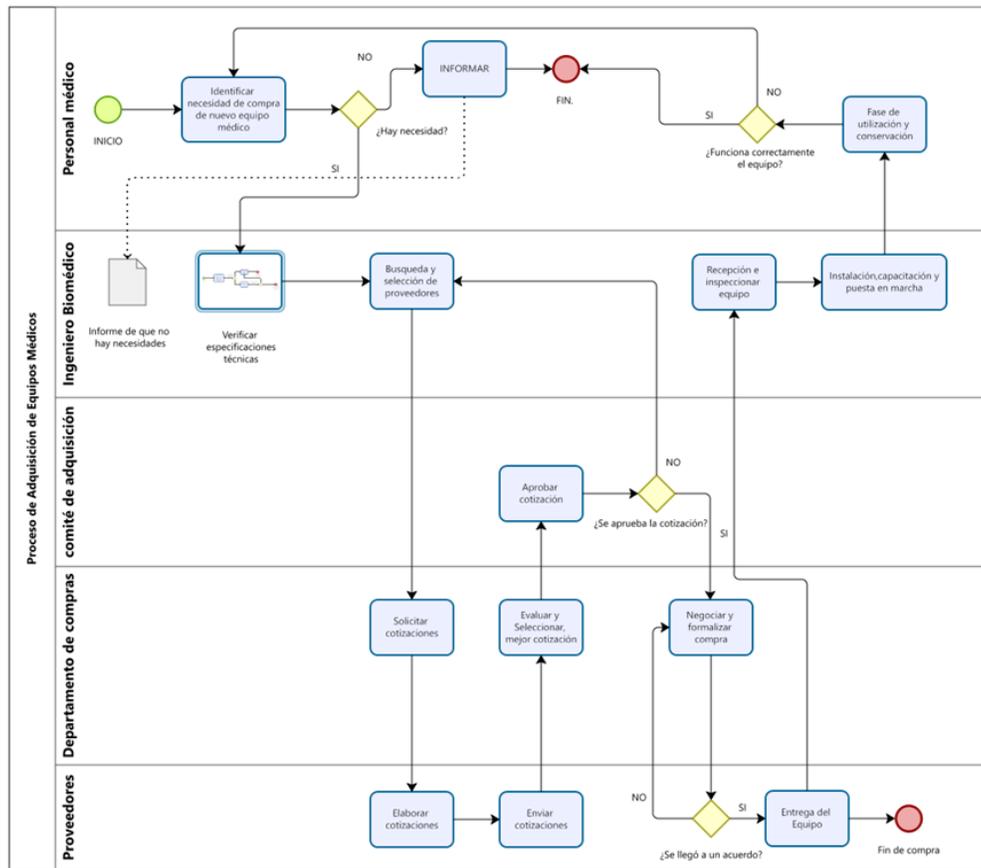


Figura 17: Flujo de secuencias completo para la adquisición de equipos médicos (Bizagi, 2024)

6. ACTIVIDAD

6.1. Importancia de usar Business Process Model and Notation (BPMN)

1. Realiza una investigación sobre distintos softwares que sean compatibles con el formato BPMN.

2. Indique para que se usa BPMN.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

6.2. Proceso de adquisición de equipos médicos

1. ¿Cuáles son los pasos fundamentales en el proceso de adquisición de equipos médicos?

2. Realiza una investigación sobre los tres proveedores principales de equipos en Ecuador.

3. Realiza una investigación sobre la agencia responsable de supervisar y establecer los requisitos necesarios para la importación de equipos médicos en Ecuador.

4. Utilizando la notación BPMN, crea un diagrama que represente la secuencia de actividades para el proceso de adquisición de equipos médicos en la Clínica del Valle, específicamente enfocado en la actualización de equipos para el área de cirugía. Incluye todas las etapas, desde la evaluación de necesidades y selección de proveedores hasta la instalación y puesta en marcha de los nuevos equipos.

7. Conclusiones

- La instalación del software Bizagi desde su página oficial ha proporcionado una plataforma robusta y confiable para la representación gráfica de los procesos de adquisición de equipos médicos. Esta

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

herramienta será fundamental para la visualización clara y efectiva de los flujos de trabajo utilizando la notación BPMN.

- La definición precisa de funciones y responsabilidades de los actores clave, como el personal médico, ingenieros biomédicos, comités de adquisición y proveedores, ha permitido comprender a fondo las tareas y roles específicos desempeñados por cada uno en el proceso de adquisición de equipos médicos. Esta claridad contribuirá a una ejecución más eficiente y coordinada del proceso.
- La aplicación de la notación BPMN para visualizar cada etapa del proceso de adquisición de equipos médicos, de acuerdo con los principios y procesos abordados en la unidad 2, ha proporcionado representaciones gráficas claras y detalladas. La identificación y resaltado de flujos de trabajo, decisiones, interacciones y roles específicos mejoran la comprensión global del proceso, facilitando la identificación de áreas de mejora y optimización.

8. Recomendaciones

- Aunque hay otros softwares capaces de interpretar el formato BPMN, se recomienda descargar Bizagi debido a que es mucho más ligero, gratuito y cuenta con cuadros de ayuda en caso de que no se reconozca algún flujo de trabajo.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- de salud Pública, M. (2014). Lineamientos para adquisición de equipamiento médico. En *Viceministerio de atención integral en salud* (pp. 1–20).
- Germania, A. V. A. (2020). Automatización del proceso de evaluación de los trabajadores a través de la plataforma bizagi. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*(E27), 41–53.
- López, E. G. (2013). Bpmn: Estándar para modelar procesos de negocio. *INNOTEC Gestión*(5 ene-dic), 56–60.
- ministerio de salud pública. (2016). Título del artículo. *Resolución ARCSA*.
- Molina Velásquez, T. (2007). Ingeniería clínica para no ingenieros: adquisición de equipos médicos. *Revista Ingeniería Biomédica*, 1(2), 40–47.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

G. Anexo: Desarrollo de un programa para automatizar la Matriz de Decisión Pugh

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo G) Desarrollo de un programa para automatizar la Matriz de Decisión Pugh

El método pugh permite seleccionar la mejor alternativa utilizando criterios de evaluación implicadas, para ello es necesario especificar los criterios, asignarles un valor de importancia y comparar las alternativas con cada criterio. El resultado final es una valoración de cada criterio, facilitando la elección. (Hernández y Meneses, 2020)

1. Objetivo General

Crear una aplicación mediante el uso de HTML y JavaScript que implementará el Método Pugh para una evaluación y comparación rigurosa de las especificaciones técnicas en el proceso de adquisición de cada equipo médico, con el propósito de seleccionar la opción más conveniente.

2. Objetivos Específicos

1. Diseñar y desarrollar una interfaz interactiva que permita recopilar eficientemente los datos necesarios, incorporando la lógica del Método Pugh, empleando JavaScript y HTML para la evaluación de las especificaciones técnicas de equipos médicos.
2. Realizar pruebas utilizando datos de tres monitores ingresando su información en la aplicación, para comparar las especificaciones técnicas de distintos equipos médicos, con el fin de demostrar la aplicación práctica del Método Pugh en el análisis de compra.
3. Comparar los resultados de los equipos evaluados empleando la aplicación para determinar cuál es la mejor opción a la hora de adquirir el equipo médico.

3. Marco Teórico

- Evaluación tecnológica: La evaluación tecnológica constituye un proceso focalizado en la resolución de problemáticas, mediante el análisis de oportunidades, riesgos, impactos sociales y eventuales modificaciones o expansiones en las tecnologías. Por ende, este tipo de evaluación facilita la toma de decisiones por parte de las entidades normativas, promueve el intercambio de ideas entre profesionales acerca de tecnologías y proporciona una base informada para la toma de decisiones. (ONU, 2022)

Asimismo, la evaluación tecnológica suele abordar aspectos como la viabilidad económica, la sostenibilidad ambiental y la ética en el desarrollo y uso de tecnologías. Adicionalmente, implica la comparación de diversas soluciones tecnológicas disponibles en el mercado y la evaluación de su interoperabilidad y compatibilidad con sistemas preexistentes. (ONU, 2022)

- Fundamentos y conceptos claves de la Matriz de Pugh: Es necesario comprender algunos conceptos antes de crear una matriz Pugh.

1. **Alternativas:** Son las diferentes opciones a un problema o desafío. Estas alternativas representan distintas aproximaciones o soluciones potenciales para abordar la situación en cuestión. La matriz de decisión Pugh se utiliza precisamente para evaluar y comparar estas alternativas de manera sistemática y objetiva, permitiendo determinar cuál de ellas es la más viable y adecuada para resolver el problema o enfrentar el desafío en consideración. (Cristofer., 2022)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

2. **Criterios de evaluación:** Son características empleadas para comparar y calificar alternativas. (Cristofer., 2022)
3. **Puntajes:** Se asignan un puntaje a cada alternativa dependiendo de su desempeño en relación con los criterios de evaluación establecidos. Estos puntajes permiten una evaluación cuantitativa y objetiva de las alternativas, facilitando así el proceso de toma de decisiones al proporcionar una base numérica para comparar y clasificar las diferentes opciones disponibles. (Cristofer., 2022)
4. **Opción preferida:** Se refiere a la alternativa que obtiene el puntaje más alto en la evaluación. Esta alternativa es seleccionada como la preferida o la elegida para ser implementada, ya que se considera la más adecuada o beneficiosa según los criterios establecidos. (Cristofer., 2022)

■ Aplicaciones del Método Pugh en Ingeniería.

Este método se ha convertido en una herramienta utilizada en ingeniería en una variedad de contextos.

1. Desarrollo de productos: Para seleccionar el mejor diseño entre múltiples opciones. (Cristofer., 2022)
2. Mejora de procesos: Para optimizar la eficiencia y calidad de procesos de producción o fabricación. (Cristofer., 2022)
3. Selección de proveedores: Evalúa y compara los proveedores en criterios específicos. (Cristofer., 2022)
4. Gestión de proyectos: Tomar decisiones críticas en planificación de ejecución de proyectos. (Cristofer., 2022)

- Método de Pugh: Es un procedimiento sistemático que tiene como objetivo seleccionar la mejor opción de diseño al integrar de manera holística todos los criterios de evaluación disponibles. Este método implica la definición de criterios específicos, la asignación de valores de importancia y la comparación de alternativas en relación con cada uno de estos criterios. Al culminar, ofrece un resultado de evaluación ponderada que facilita la identificación de la opción más favorable. (Hernández y Meneses, 2020)

Pasos para la creación de la matriz de Pugh

1. Identificar criterios de evaluación: Las filas de los criterios de evaluación representan las características o requisitos fundamentales, como ejemplo, costos, tiempo, calidad y duración. Estos elementos se consideran como los aspectos más relevantes a tener en cuenta.
2. Identificar columnas de alternativas: Tras definir los criterios de evaluación, se procede a analizar diversas alternativas con el fin de encontrar soluciones.
3. La evaluación de alternativas se realiza asignando valores que van de -1 a 0.
 - a) **-1:** Cuando la alternativa es peor que la original.
 - b) **0:** Cuando la alternativa sea igual que la original.
 - c) **+1:** Cuando la alternativa es mejor que la original.
4. Calcular puntuación: Se suman todos los valores.
5. Selecciona la mejor alternativa: Seleccionar la opción con mayor resultado.

- Visual Studio Code: Es un editor de código fuente potente que se ejecuta en el escritorio y está disponible para diferentes sistemas operativos, incluyendo Windows, macOS y Linux. Permite programar en JavaScript, TypeScript y Node.js, y además, se le pueden añadir extensiones para otros lenguajes y entornos de ejecución, como C++, C, Java, Python, PHP, Go y .NET. (Visual, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X
3. Visual Studio Code
4. JavaScript

5. PROCEDIMIENTO

Esta práctica de laboratorio se divide en dos fases que se llevarán a cabo en dos sesiones, dada la complejidad del ejercicio. En la fase inicial, se enfocará en la implementación de la guía, lo que implica la creación del programa mediante el uso de HTML, CSS y JavaScript. Además, se abordarán las preguntas y actividades relacionadas con la guía.

La segunda fase se centra en mejorar la aplicación. Este proceso implica la incorporación de funcionalidades adicionales, como el envío a una base de datos de los equipos con la mejor opción calculada en el ejercicio anterior para las áreas de odontología y urgencias. También se busca mejorar la interfaz para que sea más intuitiva para el usuario, con la separación de las partes de criterios y alternativas mediante columnas en lugar de comas.

PARTE 1

5.1. Creación de interfaz de usuario

1. Previo al inicio de la creación de la interfaz, es fundamental contar con un editor de código fuente instalado. En la red, existe una amplia gama de programas, tales como Atom, Visual Studio Code, entre otros. Para esta práctica en particular, se utilizará el editor de código fuente “Visual Studio Code”.
2. Para instalar el programa, se debe acceder al siguiente enlace: <https://code.visualstudio.com/download> y descargar el archivo correspondiente al sistema operativo utilizado, siguiendo las indicaciones presentadas en la **Figura 1**.

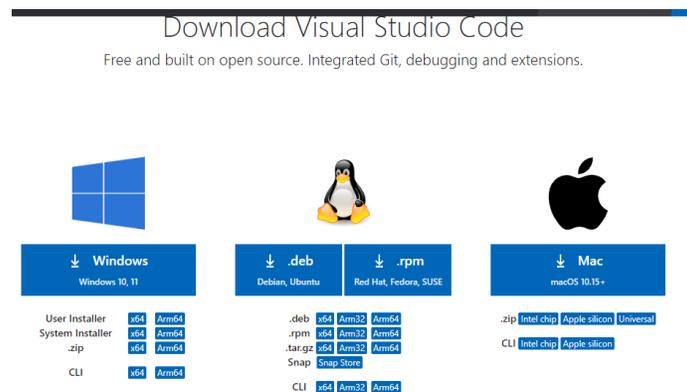


Figura 1: Tipos de sistema operativo de Visual Studio Code (Visual Studio Code, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Se crea una carpeta en el escritorio denominada “Método de Pugh”, destinada a almacenar los archivos de programación. Posteriormente, se accede al editor de código, en este caso, “Visual Studio Code”.
- Dentro de “Visual Studio Code”, se generan tres archivos. El primero contendrá el código HTML, denominado “Método_pugh”. El segundo archivo se asignará al código CSS y llevará el nombre “styles”. Finalmente, se crea un archivo para el código JavaScript, titulado “script”, tal como se muestra en la **Figura 2**.

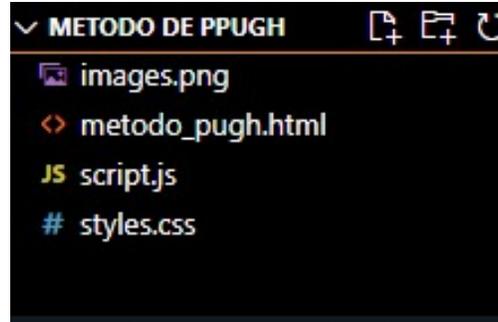


Figura 2: Archivos necesarios para el programa de Método de Pugh (Lincango, 2024)

- En la sección de HTML proceder a copiar el siguiente código:

Este código HTML define una página web que implementa el “Método de Pugh”. La página incluye campos de entrada para que el usuario ingrese criterios y alternativas separados por comas. Hay botones para agregar estos elementos, y después de ingresarlos, el usuario puede hacer clic en el botón “Calcular Mejor Opción” tal como se muestra en la **Figura 3**. Los datos ingresados se manipulan a través de funciones JavaScript definidas en un archivo externo llamado “script.js”. Estas funciones probablemente realizan el cálculo necesario para determinar la mejor opción según el Método de Pugh y muestran el resultado en un elemento de párrafo con el id “resultado”. Además, el código vincula un archivo de estilo CSS llamado “styles.css” para mejorar la presentación visual de la página.

Método de Pugh

Criterios (separados por coma):

Alternativas (separadas por coma):

Figura 3: Archivo index.html (Lincango, 2024)

```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="en">
3 <head>
4   <meta charset="UTF-8">
5   <title>M todo de Pugh</title>
6   <link rel="stylesheet" href="styles.css">
7 </head>
8 <body>

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

9   <h1>M todo de Pugh</h1>
10  <div class="inputs">
11    <label for="criterios">Criterios (separados por coma):</label>
12    <input type="text" id="criterios">
13    <button onclick="agregarCriterios()">Agregar</button>
14  </div>
15  <div class="inputs">
16    <label for="alternativas">Alternativas (separadas por coma):</label>
17    <input type="text" id="alternativas">
18    <button onclick="agregarAlternativas()">Agregar</button>
19  </div>
20  <div id="valores"></div>
21  <button onclick="calcularMejorOpcion()">Calcular Mejor Opci n</button>
22  <p id="resultado"></p>
23
24  <script src="script.js"></script>
25 </body>
26 </html>

```

6. En la sección de styles.css proceder a copiar el siguiente código:

Este bloque de código establece reglas de estilo para una página web. Define la tipografía, márgenes y otros estilos generales, como centrar los encabezados h1, el diseño de los campos de entrada y botones, el formato de tablas, y crea un contenedor para mostrar resultados con un fondo de imagen que se ajusta al tamaño de la pantalla y no se repite tal como se muestra en la **Figura 4**.

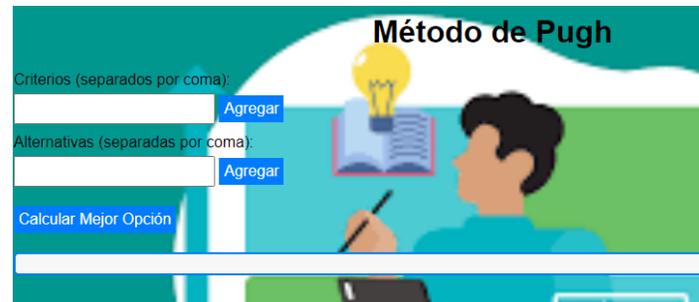


Figura 4: Archivo styles.css (Lincango, 2024)

```

1  body {
2    font-family: Arial, sans-serif;
3    margin: 20px;
4  }
5
6  h1 {
7    text-align: center;
8  }
9
10 .inputs {
11   margin-bottom: 10px;
12 }
13

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

14  label {
15      display: block;
16      margin-bottom: 5px;
17  }
18
19  input[type="text"],
20  button {
21      padding: 5px;
22      font-size: 16px;
23  }
24
25  button {
26      cursor: pointer;
27      background-color: #007bff;
28      color: #fff;
29      border: none;
30  }
31
32  button:hover {
33      background-color: #0056b3;
34  }
35
36  #valores {
37      margin-top: 20px;
38  }
39
40  table {
41      width: 100%;
42      border-collapse: collapse;
43      margin-bottom: 10px;
44  }
45
46  table,
47  th,
48  td {
49      border: 1px solid #ccc;
50  }
51
52  th,
53  td {
54      padding: 8px;
55      text-align: left;
56  }
57
58  #resultado {
59      text-align: center;
60      font-weight: bold;
61      margin-top: 20px;
62      padding: 10px;
63      border: 2px solid #007bff;
64      border-radius: 5px;
65      background-color: #f7f7f7;
66  }
67

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

68  body {
69    font-family: Arial, sans-serif;
70    margin: 20px;
71    background-image: url('images.png'); /* Reemplaza
       'ruta/de/la/imagen.jpg' con la ubicaci n de tu imagen */
72    background-size: cover; /* Ajusta el tama o de la imagen para cubrir
       todo el fondo */
73    background-repeat: no-repeat; /* Evita que la imagen se repita */
74  }

```

7. En la sección de script.js proceder a colocar el siguiente código:

Este conjunto de funciones utiliza JavaScript para crear una interfaz que permite al usuario ingresar criterios y alternativas, asignar puntajes a las alternativas según los criterios dados, y determinar la mejor alternativa basada en esos puntajes. Las funciones agregarCriterios() y agregarAlternativas() toman los datos ingresados por el usuario, mostrarValores() los muestra en la página, y calcularMejorOpcion() evalúa los puntajes asignados a las alternativas según los criterios para encontrar la mejor opción.

```

1      let criterios = [];
2  let alternativas = [];
3  let valores = {};
4
5  function agregarCriterios() {
6    const inputCriterios =
       document.getElementById('criterios').value.split(',');
7    criterios = inputCriterios.map(criterio => criterio.trim());
8    mostrarValores();
9  }
10
11 function agregarAlternativas() {
12   const inputAlternativas =
       document.getElementById('alternativas').value.split(',');
13   alternativas = inputAlternativas.map(alternativa => alternativa.trim());
14   mostrarValores();
15 }
16
17 function mostrarValores() {
18   const valoresDiv = document.getElementById('valores');
19   valoresDiv.innerHTML = '';
20   criterios.forEach(criterio => {
21     valoresDiv.innerHTML += '<label>${criterio}:</label><br>';
22     alternativas.forEach(alternativa => {
23       valoresDiv.innerHTML += '
24         <input type="number" min="-1" max="1" value="0"
25           id="${criterio}_${alternativa}">
26         ${alternativa}<br>
27       ';
28     });
29     valoresDiv.innerHTML += '<br>';
30   });
31 }
32
33 function calcularMejorOpcion() {
34   const puntajes = {};

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

35  alternativas.forEach(alternativa => {
36    puntajes[alternativa] = 0;
37    criterios.forEach(criterio => {
38  const valor =
39    parseInt(document.getElementById(`${criterio}_${alternativa}`).value);
40    puntajes[alternativa] += valor;
41  });
42
43  const mejorAlternativa = Object.keys(puntajes).reduce((a, b) =>
44    puntajes[a] > puntajes[b] ? a : b);
45  const mejorPuntaje = puntajes[mejorAlternativa];
46
47  const resultado = document.getElementById('resultado');
48  resultado.innerHTML = `La mejor alternativa es: '${mejorAlternativa}'
    con un puntaje total de: ${mejorPuntaje}`;
49 }

```

8. Al ejecutar el programa, se visualizará una interfaz similar a la que se muestra en la **Figura 5**.



Figura 5: Interfaz de método Pugh (Lincango, 2024)

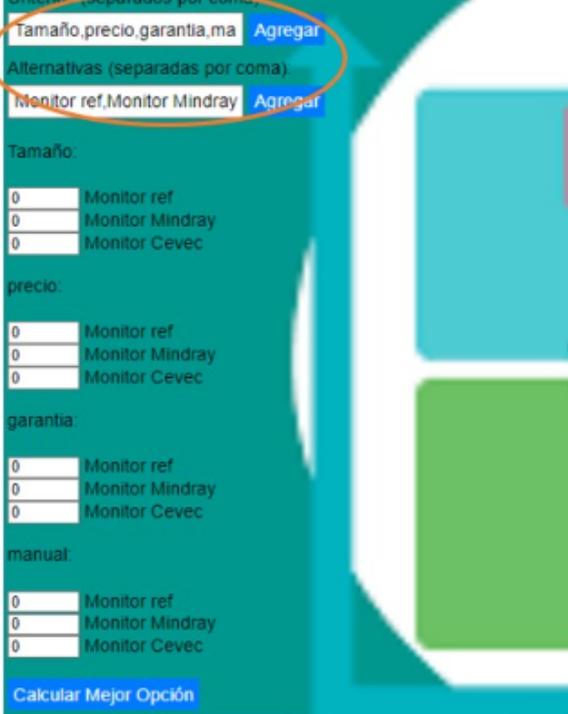
5.2. Evaluar el programa empleando el Método de Pugh

1. En la interfaz inicial del programa, como se muestra en la **Figura 6**, se observa una celda destinada a introducir los criterios, los cuales deben separarse por comas. Una vez ingresados, se añaden haciendo clic en el botón correspondiente. Además, se dispone de otra celda para introducir las alternativas, también separadas por comas, y luego se agregan pulsando el botón correspondiente.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

2. En la sección de criterios, se presentan ejemplos representativos para la evaluación, utilizando tres monitores multiparamétricos. Se incluye un monitor de referencia y se seleccionan dos monitores adicionales que serán objeto de comparación. Los criterios considerados para esta evaluación son: tamaño, coste y garantía tal como se muestra en la **Figura 6**.



Crear alternativas por criterio

Tamaño, precio, garantía, manual

Alternativas (separadas por coma)

Monitor ref, Monitor Mindray

Tamaño:

0 Monitor ref
0 Monitor Mindray
0 Monitor Cevec

precio:

0 Monitor ref
0 Monitor Mindray
0 Monitor Cevec

garantía:

0 Monitor ref
0 Monitor Mindray
0 Monitor Cevec

manual:

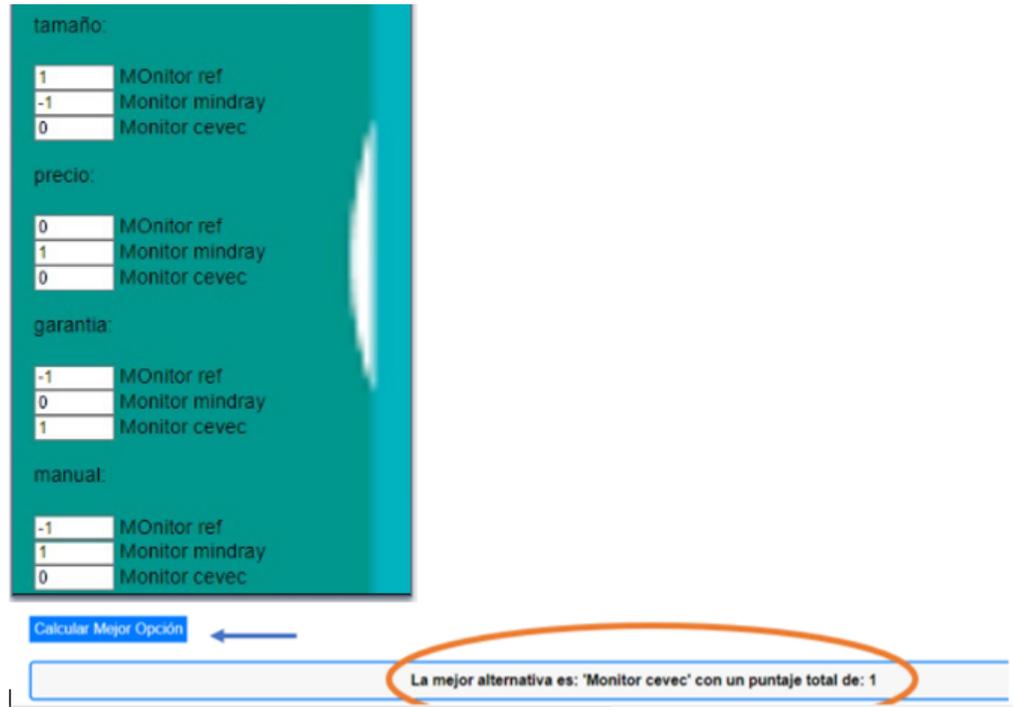
0 Monitor ref
0 Monitor Mindray
0 Monitor Cevec

Figura 6: Proceso de registro de datos de criterio y alternativas de monitores multiparamétricos (Lincango, 2024)

3. En esta sección, se asignan valores para la evaluación de criterios. Optar por el valor de -1 indica una calidad inferior del equipo en ese criterio en comparación con el equipo de referencia. Un valor de 0 denota igualdad entre ambos equipos en dicho aspecto, mientras que un valor de +1 señala una superioridad considerable del equipo respecto al de referencia. Al hacer clic en el botón "Calcular Mejor Opción", se obtiene la indicación sobre cuál equipo es la mejor opción, tal como se muestra en la **Figura 7**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO



tamaño:
 1 MOnitor ref
 -1 Monitor mindray
 0 Monitor cevec
precio:
 0 MOnitor ref
 1 Monitor mindray
 0 Monitor cevec
garantía:
 -1 MOnitor ref
 0 Monitor mindray
 1 Monitor cevec
manual:
 -1 MOnitor ref
 1 Monitor mindray
 0 Monitor cevec

Calcular Mejor Opción

La mejor alternativa es: 'Monitor cevec' con un puntaje total de: 1

Figura 7: Resultado de la mejor opción aplicado el Método de Pugh

6. ACTIVIDAD

6.1. Matriz de decisiones método de Pugh

1. Investigue otras metodologías que faciliten la toma de decisiones.

2. ¿Qué criterios son típicos al aplicar el Método Pugh en la toma de decisiones para equipos médicos?

3. Investigue. ¿Cuáles son las ventajas y limitaciones del Método Pugh en comparación con otros enfoques de toma de decisiones?

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

6.2. Comparación técnica de equipos médicos

1. Compare 3 equipos médicos del área de Odontología.

Ingrese captura 1

-
2. Compare 3 equipos médicos del área de Urgencias.

Ingrese captura factura 2.

PARTE 2

6.3. Método de Pugh

1. Mejore la interfaz con el fin de brindar una experiencia más intuitiva al usuario, disponiendo las secciones de criterios y alternativas en columnas en lugar de separarlas por comas..

-
2. Guarde en una base de datos, como MySQL, los equipos médicos que han sido identificados con la mejor opción calculada en el ejercicio anterior para las áreas de odontología y urgencias.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

7. Conclusiones

- El diseño y desarrollo de una interfaz interactiva empleando los lenguajes de programación JavaScript y HTML permitieron recopilar eficientemente los datos necesarios para la evaluación de las especificaciones técnicas de equipos médicos. La incorporación de la lógica del Método Pugh ha logrado mejorar la capacidad de analizar y comparar de manera sistemática las opciones, proporcionando una herramienta fuerte para la toma de decisiones en la adquisición de equipos médicos.
- Las pruebas realizadas empleando datos de tres monitores, ingresando su información en la aplicación, han demostrado de manera práctica la aplicación del Método Pugh en el análisis de compra. La capacidad de comparar las especificaciones técnicas de diferentes equipos médicos destaca la utilidad y versatilidad de la aplicación en la toma de decisiones informadas y eficientes.
- La comparación de resultados de los equipos evaluados mediante la aplicación ha permitido determinar cuál es la mejor opción a la hora de adquirir equipos médicos. El análisis detallado, respaldado por la metodología del Método Pugh, ha facilitado la identificación de la opción más favorable, considerando factores clave y garantizando una decisión informada y alineada con los objetivos establecidos.

8. Recomendaciones

- Aunque existen varios editores de texto para código, se recomienda el uso de Visual Studio Code debido a su eficiencia y rapidez, consumiendo menos recursos. Además, destaca por ofrecer una integración superior con TypeScript y JavaScript.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Cristofer., E. (2022, 20 de noviembre). Innovación y mejora continua con la matriz de pugh. *Impulso06*. Descargado de <https://impulso06.com/innovacion-y-mejora-continua-con-la-matriz-de-pugh/>
- Hernández, J. L., y Meneses. (2020). Comparación de productos de asistencia incluidos en catálogos ortopédicos utilizando la matriz de pugh: Un enfoque de diseño universal y ergonomía. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica*, 17(2), 1.
- Lincango, A. (2024).
- ONU, O. d. I. N. U. (2022). Las evaluaciones tecnológicas como instrumentos para la optimización de las repercusiones de las nuevas tecnologías. *Junta de comercio y desarrollo*(13), 844–847.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

H. Anexo: Desarrollo de una aplicación para calcular el índice de mantenimiento preventivo empleando javascript para equipos médicos de una clínica privada

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo H) Desarrollo de una aplicación para calcular el índice de mantenimiento preventivo empleando javascript para equipos médicos de una clínica privada.

El cálculo del índice de mantenimiento preventivo permite a los ingenieros medir y cuantificar la efectividad de las acciones preventivas implementadas en los equipos médicos. Al analizar los datos recopilados, se pueden identificar patrones o tendencias en el rendimiento de los equipos, lo que proporciona información valiosa para la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento y la planificación. (Díaz, 2015) Además, el índice de mantenimiento preventivo permite realizar comparaciones entre diferentes equipos o instalaciones, lo que facilita la identificación de áreas de mejora y la implementación de medidas correctivas adecuadas.

1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación para calcular el índice de mantenimiento preventivo empleando javascript para los equipos médicos de una clínica privada necesaria para establecer un programa de mantenimiento preventivo anual.

2. Objetivos Específicos

1. Diseñar y desarrollar una interfaz interactiva que permite recopilar los datos necesarios para el cálculo del índice de mantenimiento preventivo empleando en javascript y HTML para los equipos médicos de una clínica privada.
2. Realizar pruebas utilizando datos de seis equipos médicos ubicados en el área de dermatología ingresando su información en la aplicación para obtener el cálculo del índice de mantenimiento preventivo de una clínica privada.
3. Visualizar y clasificar por orden de importancia los equipos médicos según el cálculo del índice de mantenimiento preventivo para priorizar aquellos que requieren atención inmediata con el propósito de planificar de manera eficiente programas de mantenimiento preventivo a corto y a largo plazo.

3. Marco Teórico

- El mantenimiento preventivo: Implica la ejecución regular de tareas de mantenimiento con el fin de prevenir posibles problemas o fallos futuros en los dispositivos. Consiste en solucionar cualquier posible inconveniente antes de que ocurran fallos, lo que contribuye a mantener la integridad y la eficiencia de los sistemas en funcionamiento. Este enfoque proactivo ayuda a evitar interrupciones no planificadas y garantiza una operación más fluida y confiable de los dispositivos a lo largo del tiempo.(Botero, 1991)
- Mantenimiento correctivo: Su enfoque se centra en solucionar las fallas del equipo que demandan reparación o sustitución. Estas acciones no están planificadas ni previstas, lo que puede generar escasez de piezas de repuesto o la ausencia de técnicos disponibles debido a la naturaleza imprevista de las fallas. (Primero, Díaz, García, y González-Vargas, 2015)

El mantenimiento correctivo conlleva un impacto financiero más considerable debido al tiempo prolongado en el que el equipo no se encuentra disponible. Aunque la aplicación de planes de mantenimiento preventivo puede reducir estas fallas de manera significativa, este tipo de mantenimiento sigue siendo esencial, especialmente en equipos con menor importancia, cuyos fallos no inciden en la productividad de la empresa. (Primero y cols., 2015)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Nivel de prioridad: El nivel de prioridad se calcula sumando la función, la aplicación, el mantenimiento y el historial de fallas. Este cálculo busca identificar el nivel de importancia o urgencia de los equipos. Al considerar estos diversos factores en conjunto, se puede determinar con mayor precisión la prioridad asignada a cada equipo, lo que permite una gestión más eficiente de los recursos y una respuesta más adecuada a las necesidades de mantenimiento y reparación. (MSP, 2018)

$$P_i = \text{Funcion} + \text{Aplicacion} + \text{Mantenimiento} + \text{historicoFallas}$$

- La categoría de “función” se subdivide en cuatro clases: terapéutica, diagnóstica, analítica y de apoyo. Cada una de estas clases se evalúa con una ponderación mínima de 2 y máxima de 10 tal como se muestra en la **Figura 1**.

Clase	Función del equipo	Ponderación
Terapéuticos	Soporte de Vida	10
	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Terapia física y tratamiento	8
Diagnóstico	Monitorización de cirugía y cuidados intensivos	7
	Control fisiológica adicional y diagnóstico	6
Analíticos	Análisis de Laboratorio	5
	Accesorios de laboratorio	4
	Computadoras y afines	3
Apoyo	Relacionados al paciente y otros	2

Elaborado: Dirección Nacional de Equipamiento Sanitario

Figura 1: Ponderación para cálculo de nivel (MSP, 2018)

- Aplicación:** Se clasifica en cuatro secciones: “puede ocasionar muerte”, “puede producir daño”, “terapia inapropiada”, “riesgo mínimo” y “sin riesgo”. Cada sección está evaluada con una ponderación mínima de 1 y máxima de 5, como se puede observar en la **Figura 2**.

Aplicación	Ponderación
Puede ocasionar muerte del paciente	5
Puede producir daño o lesiones al paciente u operador	4
Terapia inapropiada o falso diagnóstico	3
Riesgo mínimo	2
Sin riesgo significativo	1

Elaborado: Dirección Nacional de Equipamiento Sanitario

Figura 2: Ponderación de función (MSP, 2018)

- Mantenimiento: Los requerimientos de mantenimiento se dividen en tres secciones: extenso, promedio y mínimo, con puntuaciones respectivas de 1, 3 y 5, como se muestra **Figura 3**.
 - Histórico de fallas: Cada mantenimiento correctivo que ha experimentado el equipo en un año recibe una valoración ponderada de 1, tal como se muestra en la **Figura 4**.
- Índice de mantenimiento preventivo: Es una métrica para evaluar la efectividad y frecuencia de las actividades de mantenimiento preventivo frente al tiempo disponible para realizar cada tarea. Su importancia radica en su capacidad para evaluar la efectividad de las prácticas de mantenimiento preventivo de equipos específicos. Al proporcionar una comprensión clara de cómo se utilizan los recursos de

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
	MATERIA
	CARRERA
	PERIODO
	SEDE

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
BIOMEDICINA
63
EL GIRÓN-QUITO

Requerimiento de mantenimiento	Ponderación
Extensivo (calibración de rutina y reemplazo de partes)	5
Promedio (verificación del desempeño y pruebas de seguridad)	3
Mínimo (inspección visual)	1

Elaborado: Dirección Nacional de Equipamiento Sanitario

Figura 3: Ponderación de requerimiento de mantenimiento (MSP, 2018)

Histórico fallas	Ponderación
Incluir un punto por cada mantenimiento correctivo en el último año	1 por cada mantenimiento correctivo

Elaborado: Dirección Nacional de Equipamiento Sanitario

Figura 4: Ponderación de histórico fallas (MSP, 2018)

mantenimiento y si se están cumpliendo los objetivos de mantenimiento preventivo, estas métricas le permiten identificar áreas de su programa de mantenimiento que requieren mejora y optimización.

para calcular el índice de mantenimiento preventivo se utiliza la siguiente formula:

$$IMT = EM \times \left(\frac{t_{\text{días}}}{T_{\text{días}}} \right)$$

donde:

- IMP= Índice de mantenimiento preventivo.
 - EM= Número de gestión de equipos.
 - t= tiempo transcurrido desde el último mantenimiento.
 - T= tiempo transcurrido entre inspecciones.
- Visual Studio Code: Es un editor de código fuente potente que se ejecuta en el escritorio y está disponible para diferentes sistemas operativos, incluyendo Windows, macOS y Linux. Permite programar en JavaScript, TypeScript y Node.js, y además, se le pueden añadir extensiones para otros lenguajes y entornos de ejecución, como C++, C, Java, Python, PHP, Go y .NET. (Visual, 2024)

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X
3. Visual Studio Code
4. JavaScript
5. Base de datos Excel

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA	
BIOMEDICINA	
63	
EL GIRÓN-QUITO	

5. PROCEDIMIENTO

Esta práctica de laboratorio se divide en dos fases, las cuales se llevarán a cabo en dos sesiones debido a su complejidad. En la fase inicial, se centrará en la implementación de la guía, involucrando la creación del programa mediante el uso de HTML, CSS y JavaScript. Además, se abordarán las preguntas y actividades relacionadas con la guía.

La segunda fase se enfoca en mejorar la aplicación. Este proceso incluye la incorporación de funcionalidades adicionales, como en la sección de “t (días)”, donde actualmente los valores se ingresan manualmente. Aquí, se desarrollará un nuevo programa que permitirá al usuario introducir una fecha y calculará automáticamente el tiempo transcurrido desde el último mantenimiento.

PARTE 1

5.1. Creación de interfaz de usuario

1. Se crea una carpeta en el escritorio denominada “IMP” para almacenar los archivos de programación. Luego, se accede al editor de código, en este caso, Visual Studio Code.
2. Dentro de Visual Studio Code, se procede a crear tres archivos. El primero contendrá el código HTML, al cual se le asignará el nombre “index.htm”. El segundo archivo estará destinado al código CSS y será nombrado “styles”. Por último, se creará un archivo para el código JavaScript con el nombre “script”, según se muestra en la **Figura 5**.

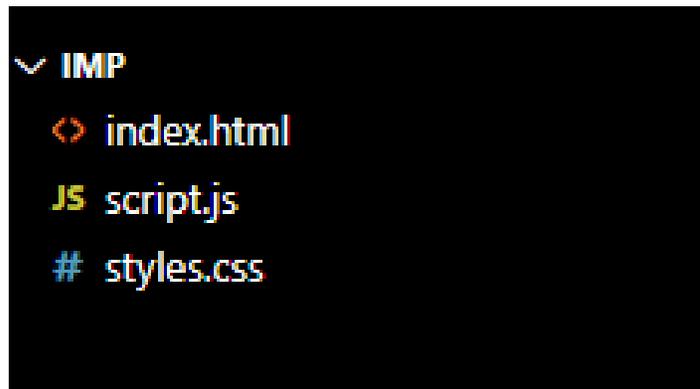


Figura 5: Archivos necesarios para la aplicación del cálculo de Índice de mantenimiento preventivo (Lincango, 2024)

3. En la sección de HTML proceder a copiar el siguiente código:

Este código HTML crea una página web para gestionar el mantenimiento preventivo de dispositivos. Presenta dos secciones principales: una tabla editable con campos como dispositivos, ubicación, función, riesgo, y datos relacionados con el mantenimiento, como el tiempo entre mantenimientos (T), el tiempo total de observación (t), y la cantidad de equipos (EM). Esta tabla tiene un botón para agregar filas dinámicamente, facilitando la inclusión de nuevos dispositivos tal como se muestra en la **Figura 6**.

Además, hay una segunda tabla que muestra el valor del Índice de Mantenimiento Preventivo (IMP) para cada dispositivo. El contenido de ambas tablas se generará dinámicamente a través de un archivo JavaScript (“script.js”).

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Indice de Mantenimiento preventivo

Dispositivos Ubicación Funcion Riesgo Mantenimiento T (días) t (días) EM IMP

Agregar Fila

Dispositivo Valor IPM

Figura 6: Archivo index.html (Lincango, 2024)

```

1      <!DOCTYPE html>
2  <html lang="es">
3  <head>
4      <meta charset="UTF-8">
5      <title>Cuadro con secciones y lista desplegable</title>
6      <link rel="stylesheet" href="styles.css">
7  </head>
8  <body>
9      <h1>Indice de Mantenimiento preventivo</h1>
10     <div class="container">
11         <table id="myTable">
12             <thead>
13                 <tr>
14                     <th>Dispositivos</th>
15                     <th>Ubicaci n</th>
16                     <th>Funcion</th>
17                     <th>Riesgo </th>
18                     <th>Mantenimiento</th>
19                     <th>T ( d as )</th>
20                     <th>t ( d as )</th>
21                     <th>EM</th>
22                     <th>IMP</th>
23
24                 </tr>
25             </thead>
26             <tbody>
27                 <!-- Filas se agregar n aqu din micamente -->
28             </tbody>
29         </table>
30         <button id="addRow">Agregar Fila</button>
31     </div>
32
33     <table id="displayTable">
34         <thead>
35             <tr>
36                 <th>Dispositivo</th>
37                 <th>Valor IPM</th>
38             </tr>
39         </thead>
40         <tbody>

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

41     <!-- Filas se agregar n aqu din micamente -->
42     </tbody>
43 </table>
44
45 <script src="script.js"></script>
46 </body>
47 </html>
    
```

4. En la sección de styles.ccs colocar el siguiente código:

Este código CSS define los estilos visuales para una página web. Establece propiedades para las tablas, como la eliminación de bordes duplicados entre celdas, el espaciado y alineación del texto en celdas de encabezado y cuerpo tal como se muestra en la **Figura 7**.

Indice de Mantenimiento preventivo

Dispositivos	Ubicación	Funcion	Riesgo	Mantenimiento	T (días)	t (días)	EM	IMP
Agrega Fila								
Dispositivo				Valor IPM				



Figura 7: Archivo styles.CSS (Lincango, 2024)

También define clases con la propiedad “display: none”, lo que oculta ciertas secciones de la página por defecto. Además, hay estilos para el cuerpo de la página, incluyendo la configuración de una imagen de fondo específica (“mantenimiento.jpg”), que se muestra a lo largo de toda la ventana del navegador, ajustando su tamaño para cubrir el fondo y evitando la repetición de la imagen. Estos estilos aportan estructura y diseño visual al contenido de la página, junto con la capacidad de ocultar ciertos elementos cuando sea necesario.

```

1     /* Estilos */
2 table {
3     border-collapse: collapse;
4     width: 100%;
5 }
6 th, td {
7     border: 1px solid #ddd;
8     padding: 8px;
9     text-align: left;
10 }
11 .subSection {
12     display: none;
13 }
14 .subSectionR {
15     display: none;
16 }
17 .rValue {
18     display: none;
19 }
20 body {
21     /* Imagen de fondo */
    
```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

22 background-image: url('mantenimiento.jpg');
23 background-size: cover;
24 background-repeat: no-repeat;
25 }

```

5. En la sección de script.js colocar el siguiente código: Este fragmento de código JavaScript se enfoca en la manipulación del DOM y la lógica para agregar dinámicamente filas a una tabla al hacer clic en un botón. Cuando se presiona el botón identificado por “addRow”, se crea una nueva fila en la tabla “myTable” con varios elementos editables como celdas de texto, selectores desplegables y celdas con valores que pueden ser modificados por el usuario.

Además, hay eventos agregados a los elementos recién creados para controlar los cambios y actualizar la suma de valores seleccionados, permitiendo calcular un índice de mantenimiento preventivo (IPM) basado en la fórmula: $IPM = \text{Suma de Función} + \text{Riesgo} + \text{Mantenimiento} * (\text{T días} / \text{t días})$. Esta tabla dinámica también muestra el resultado del IPM para cada fila en otra tabla, ordenando los dispositivos según su valor de IPM en orden descendente, mostrando los dispositivos y sus valores de IPM correspondientes en la tabla de visualización.

```

1 document.addEventListener("DOMContentLoaded", function () {
2   const addRowButton = document.getElementById("addRow");
3   const tableBody = document.querySelector("#myTable tbody");
4
5   addRowButton.addEventListener("click", function () {
6     const newRow = document.createElement("tr");
7     newRow.innerHTML = `
8       <td contenteditable="true"></td>
9       <td contenteditable="true"></td>
10      <td>
11        <select>
12          <option value="0">Seleccione</option>
13          <option value="10">Apoyo Vital (10)</option>
14          <option value="9">Cirugia (9)</option>
15          <option value="8">Fisioterapia (8)</option>
16          <option value="7">Control de Cirugia (7)</option>
17          <option value="6">Control Fisiológico (6)</option>
18          <option value="5">Análisis de Laboratorio (5)</option>
19          <option value="4">Accesorios de Laboratorio (4)</option>
20          <option value="3">Computadoras (3)</option>
21          <option value="2">Relación con Paciente (2)</option>
22        </select>
23      </td>
24      <td>
25        <select>
26          <option value="0">Seleccione</option>
27          <option value="5">Posible muerte del paciente (5)</option>
28          <option value="4">Posible lesión (4)</option>
29          <option value="3">Terapia inapropiada (3)</option>
30          <option value="2">Daño en el equipo (2)</option>
31          <option value="1">No se detecta riesgo (1)</option>
32        </select>
33      </td>
34      <td>
35        <select>

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

36         <option value="0">Seleccione</option>
37         <option value="5">Extensivo: calibraci n (5)</option>
38         <option value="4">Superiores al promedio (4)</option>
39         <option value="3">Promedio: verificaci n (3)</option>
40         <option value="2">Inferiores al promedio (2)</option>
41         <option value="1">M nimos: inspecci n visual (1)</option>
42     </select>
43 </td>
44 <td>
45     <select>
46         <option value="0">Seleccione</option>
47         <option value="180">180</option>
48         <option value="360">360</option>
49     </select>
50 </td>
51 <td contenteditable="true"></td>
52 <td class="emSum"></td>
53 <td class="ipmResult"></td>
54 `;
55 tbody.appendChild(newRow);
56
57 const selects = newRow.querySelectorAll("select");
58 selects.forEach(select => {
59     select.addEventListener("change", updateSum);
60 });
61
62 const contentEditables = newRow.querySelectorAll("td:nth-child(6),
63     td:nth-child(7), td:nth-child(8), td:nth-child(9)");
64 contentEditables.forEach(editable => {
65     editable.addEventListener("input", updateSum);
66 });
67
68 function updateSum() {
69     const currentRow = this.closest("tr");
70     const fValue = parseInt(currentRow.querySelector("td:nth-child(3)
71     select").value) || 0;
72     const rValue = parseInt(currentRow.querySelector("td:nth-child(4)
73     select").value) || 0;
74     const mValue = parseInt(currentRow.querySelector("td:nth-child(5)
75     select").value) || 0;
76     const tValue = parseInt(currentRow.querySelector("td:nth-child(6)
77     select").value) || 0;
78     const tDaysValue =
79     parseInt(currentRow.querySelector("td:nth-child(7)").textContent) || 0;
80
81     const sum = fValue + rValue + mValue;
82     const emSumCell = currentRow.querySelector(".emSum");
83     emSumCell.textContent = sum;
84
85     const ipmResultCell = currentRow.querySelector(".ipmResult");
86     const ipmValue = (sum * (tDaysValue / tValue)).toFixed(2);
87     ipmResultCell.textContent = ipmValue;
88     const devicesAndIpmValues = [];

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

84  const displayTableBody = document.querySelector("#displayTable tbody");
85
86  const rows = tableBody.querySelectorAll("tr");
87  rows.forEach(row => {
88      const device = row.querySelector("td:nth-child(1)").textContent;
89      const ipm = parseFloat(row.querySelector(".ipmResult").textContent) ||
90          0;
91
92      if (device && ipm) {
93          devicesAndIpmValues.push({ device, ipm });
94      }
95  });
96
97  // Ordenar los dispositivos por valor de IPM (de mayor a menor)
98  devicesAndIpmValues.sort((a, b) => b.ipm - a.ipm);
99
100 displayTableBody.innerHTML = ""; // Limpiar la tabla
101
102 devicesAndIpmValues.forEach(deviceData => {
103     const newRow = document.createElement("tr");
104     newRow.innerHTML = `
105         <td>${deviceData.device}</td>
106         <td>${deviceData.ipm}</td>
107     `;
108     displayTableBody.appendChild(newRow);
109 });
110 }
111 });
    
```

6. Al iniciar la ejecución del programa, se activará el entorno de aplicación, lo que dará lugar a la apertura de una interfaz gráfica o una ventana en la pantalla, tal y como se muestra en la **Figura 8**.



Figura 8: Interfaz de Usuario (Lincango, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

5.2. Realizar pruebas con diversos datos para garantizar la exactitud

1. Con el fin de asegurar la precisión de los cálculos realizados por el programa, se llevará a cabo un ejercicio que utilizará una base de datos de equipos médicos, como se muestra en la **Figura 9**. Este ejercicio consiste en realizar los cálculos de manera manual y a través del programa para luego comparar los resultados obtenidos. La base de datos proporciona información sobre el nombre, modelo y la frecuencia de mantenimiento requerida anualmente para cada equipo. El propósito de este ejercicio es validar la efectividad y la precisión de las funcionalidades del programa en relación con los datos de mantenimiento.

ESTABLECIMIENTO DE SALUD	UBICACIÓN (ÁREA O SERVICIO MÉDICO)	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	ESTADO (OPERATIVO)	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO PROPIO CONTRATADO	EMPRESA DE MANTENIMIENTO
CENTRO CLÍNICO QUIRÚRGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DÍA) - CHIMBACALLE	Dermatología	Altafrecuencia	ELLMAN	SUPQITRON	3120005487	OPERATIVO	2	PROPIO	
CENTRO CLÍNICO QUIRÚRGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DÍA) - CHIMBACALLE	Dermatología	Levia Fototerapias UVB	DAAVLIN	1853	D4314F0029	OPERATIVO	2	PROPIO	
CENTRO CLÍNICO QUIRÚRGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DÍA) - CHIMBACALLE	Dermatología	Unidad de fototerapia UVB-NB	DAAVLIN	GH43508	DS10090PLNBT0004	OPERATIVO	2	PROPIO	
CENTRO CLÍNICO QUIRÚRGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DÍA) - CHIMBACALLE	Dermatología	Equipo Laser par Dermatología, incluye: Plataforma laser, contorne.	SIN	2520-0003	25-1174	OPERATIVO	2	PROPIO	
CENTRO CLÍNICO QUIRÚRGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DÍA) - CHIMBACALLE	Dermatología	Medidor de Melanine	PALOMAR CYMESURE	2530A-0083	25A38EM062	NO OPERATIVO	2	PROPIO	
CENTRO CLÍNICO QUIRÚRGICO AMBULATORIO (HOSPITAL DEL DÍA) - CHIMBACALLE	Dermatología	Dermatoscopio manual (mango cargador y dispositivo optico.	RIESTER	SIN	13001542	OPERATIVO	3	PROPIO	

Figura 9: Base de datos de equipos médicos (Lincango, 2024)

2. ingresar todos los datos en el programa, y se observan los valores calculados de IMP como se muestra en la **Figura 10**.

Índice de Mantenimiento preventivo

Dispositivos	Ubicación	Funcion	Riesgo	Mantenimiento	T (días)	t (días)	EM	IMP
Alta frecuencia	Dermatología	Fisioterapia (8)	Terapia inapropiada (3)	Extensivo: calibración (5)	180	120	16	10.67
Levia Fototerapia	Dermatología	Cirugía (9)	Posible lesión (4)	Extensivo: calibración (5)	180	200	18	20.00
Unidad de fototerapia	Dermatología	Fisioterapia (8)	Posible lesión (4)	Superiores al promedio (4)	180	150	16	13.33
Equipo Laser	Dermatología	Control Fisiológico (6)	Posible lesión (4)	Promedio: verificación (3)	180	300	13	21.67
Medidor Melanine	Dermatología	Control de Cirugía (7)	Posible lesión (4)	Superiores al promedio (4)	180	54	15	4.50
Dermatoscopio	Dermatología	Control Fisiológico (6)	Daño en el equipo (2)	Inferiores al promedio (2)	180	121	10	6.72

Figura 10: Proceso de registro de datos para el cálculo del IMP (Lincango, 2024)

5.3. Clasificar por orden de importancia los equipos según IMP

1. Una vez ingresados los datos, los cálculos se realizarán automáticamente, lo que generará el orden de importancia basado en los valores del IPM como se muestra en la **Figura 11**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

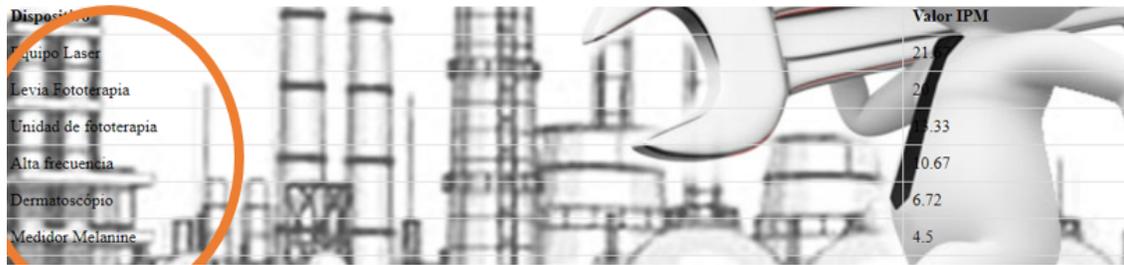


Figura 11: Resultado del IMP (Lincango, 2024)

6. ACTIVIDAD

6.1. Índice de mantenimiento preventivo

1. ¿Cuál es la importancia de calcular el índice de mantenimiento preventivo en los equipos médicos?

2. ¿Cuál es la finalidad del cálculo del nivel de prioridad (EM) en los equipos médicos?

6.2. Calculo del índice de mantenimiento preventivo.

1. Utilice el programa para calcular el IMP de los siguientes equipos.

Dispositivo	Ubicación	N° mantenimientos anual	último mantenimiento.
Nebulizador	Urgencias obs	2	120 días
Electrocardiógrafo-12 derivaciones	Urgencias-crítico	2	240 días
Rotator Nutator	Laboratorio	1	400 días
Colonoscópio	Gastroenterología	2	300 días

Tabla 1: Datos de equipos médicos para desarrollar la actividad

2. Ingrese captura de los resultados IMP.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

3. Ingrese captura del orden de importancia

PARTE 2

1. En la sección de t (días), actualmente los valores se ingresan de forma manual. Desarrolle un programa que permita al usuario introducir una fecha y calcule automáticamente el tiempo transcurrido desde el último mantenimiento. Ingrese capturas:

7. Conclusiones

- El diseño y desarrollo de una interfaz interactiva empleando javascript y HTML ha logrado facilitar la recopilación de datos esenciales para el cálculo del índice de mantenimiento preventivo en equipos médicos de una clínica privada. Esta interfaz proporciona una herramienta efectiva y de fácil manejo para la gestión de la información.
- Las pruebas realizadas con datos provenientes de seis equipos médicos, ubicados en el área de dermatología, han sido fundamentales para asegurar la confiabilidad del cálculo del índice de mantenimiento preventivo. Este proceso de validación garantiza la precisión de los resultados.
- La visualización y clasificación por orden de importancia de los equipos médicos, basada en el cálculo del índice de mantenimiento preventivo, ofrece una valiosa orientación para priorizar aquellos que necesitan atención inmediata. Esta clasificación se traduce en una planificación eficiente de programas de mantenimiento preventivo, tanto a corto como a largo plazo, contribuyendo a la sostenibilidad y eficacia de los servicios médicos en la clínica.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA	
BIOMEDICINA	
63	
EL GIRÓN-QUITO	

8. Recomendaciones

- Se sugiere descargar la base de datos y guardarla en una carpeta junto con los archivos HTML, JavaScript y CSS para facilitar la realización de los ejercicios.
- Aunque existen varios editores de texto para código, se recomienda el uso de Visual Studio Code debido a su eficiencia y rapidez, consumiendo menos recursos. Además, destaca por ofrecer una integración superior con TypeScript y JavaScript.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

Botero, C. (1991). *Mantenimiento preventivo*. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

Díaz. (2015). Manual para la gestión del mantenimiento correctivo de equipos biomédicos en la fundación valle del lili. *Revista Ingeniería Biomédica*, 9(18), 81-87.

Lincango, A. (2024).

MSP, M. d. s. p. (2018). Gestion de mantenimientos biomedicos. *MSP*.

Primeró, D., Díaz, J., García, L., y González-Vargas, A. (2015). Manual para la gestión del mantenimiento correctivo de equipos biomédicos en la fundación valle del lili. *Revista Ingeniería Biomédica*, 9(18), 81-87.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

I. Anexo: Desarrollo de una aplicación para calcular el valor de la carga laboral mensual empleando javaScript para el personal de mantenimiento de equipos médicos de una empresa privada.

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo I) Desarrollo de una aplicación para calcular el valor de la carga laboral mensual empleando javaScript para el personal de mantenimiento de equipos médicos de una empresa privada.

La importancia de calcular la carga laboral del personal Biomédico radica en la optimización de la asignación de recursos y la planificación eficiente de las tareas. Al calcular la carga laboral, se puede determinar la cantidad de trabajo que cada técnico puede asumir de manera realista en un periodo determinado, evitando la sobrecarga.(Soffa y Colihuil-Catrileo, 2021)

1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación para calcular el valor de la carga laboral mensual empleando JavaScript para el personal de mantenimiento de una empresa privada necesario para establecer un programa de mantenimiento anual de equipos médicos.

2. Objetivos Específicos

1. Diseñar y desarrollar una interfaz interactiva que permita recopilar los datos necesarios para el cálculo de la carga laboral empleando JavaScript y HTML para el personal de mantenimiento de equipos médicos de una empresa privada.
2. Realizar pruebas utilizando datos de un ingeniero y tres técnicos ingresando su información en la aplicación para garantizar la fiabilidad del cálculo de carga laboral mensual del personal de mantenimiento de equipos médicos.
3. Visualizar la disponibilidad horaria del personal de mantenimiento a través del cálculo de la carga laboral, con el propósito de planificar de manera eficiente programas de mantenimiento preventivo a corto y largo plazo.

3. Marco Teórico

- **Carga laboral:** Es una medida que refleja la cantidad de tareas asignadas a una cadena productiva sin obstruir su flujo operativo. Consiste en una o varias unidades de trabajo que contribuyen al desarrollo continuo de las operaciones. Esta carga representa un riesgo inherente en las actividades laborales de cualquier entidad, ya que se refiere a los requisitos psicofísicos a los que un trabajador se enfrenta durante su jornada. (Jaramillo, 2015)

Incluye actividades musculares o físicas que pueden implicar riesgos asociados a la explotación laboral. Es crucial gestionar adecuadamente la carga laboral para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores, así como para mantener la eficiencia y productividad en la cadena de producción. (Jaramillo, 2015)

- **La distribución de la carga laboral:** Es el proceso de asignación equitativa y proporcional del número de actividades o tareas entre uno o varios trabajadores. Este proceso está fundamentado en la medición del trabajo, con el objetivo de asegurar una distribución justa y balanceada de las responsabilidades laborales, teniendo en cuenta las capacidades y la capacidad de cada individuo. Una distribución efectiva de la carga laboral no solo contribuye a la optimización del rendimiento laboral, sino que también promueve un ambiente de trabajo justo y equitativo, evitando el agotamiento y el estrés innecesario en los empleados. (la Cruz, 2018)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Tipos de carga laboral: Según (Jaramillo, 2015) la carga laboral se clasifica en 2 grupos:

1. Carga física de trabajo.

- Se refiere al conjunto de actividades físicas a las que un empleado se ve expuesto durante su jornada laboral, incluyendo esfuerzos físicos, postura laboral y manipulación de cargas. Esta carga puede variar según el tipo de trabajo y las responsabilidades asociadas, pero su gestión adecuada es fundamental para prevenir lesiones musculoesqueléticas y garantizar un ambiente laboral seguro y saludable. (Jaramillo, 2015)

2. Carga laboral mental y emocional.

- Se presenta cuando la demanda intelectual y emocional interfieren en el desempeño laboral debido a la cantidad de trabajo requerido. Esta carga puede manifestarse en forma de estrés, agotamiento emocional o dificultades para concentrarse, afectando negativamente la salud y el bienestar de los trabajadores. Es importante gestionar esta carga de manera efectiva para promover un ambiente laboral saludable y productivo. (Jaramillo, 2015)

- Cálculo de carga laboral: Para calcular la carga laboral se utiliza la siguiente formula.

$$CLi = P \times \left(\frac{Días_{lab-año} \times Horas_{lab-día}}{12} \right)$$

donde:

CLi: es la carga laboral mensual disponible por especialista (i).

días.lab-año: Días laborales restándole los días festivos y vacaciones.

horas.lab-dia: Número de horas laborales restándole el tiempo de comida de los trabajadores.

P: Eficiencia y rendimiento con la que los trabajadores completan sus tareas en un período de tiempo.

- Visual Studio Code: Es un editor de código fuente potente que se ejecuta en el escritorio y está disponible para diferentes sistemas operativos, incluyendo Windows, macOS y Linux. Permite programar en JavaScript, TypeScript y Node.js, y además, se le pueden añadir extensiones para otros lenguajes y entornos de ejecución, como C++, C, Java, Python, PHP, Go y .NET. (Visual, 2024)

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X
3. Visual Studio Code
4. JavaScript

5. PROCEDIMIENTO

Esta práctica de laboratorio está dividida en dos fases que se llevarán a cabo en dos sesiones de laboratorio, debido a la complejidad de esta. En la fase inicial, se centra en la implementación de la guía, lo que implica la creación del programa mediante el uso HTML, CSS y JavaScript. Además, se abordarán las preguntas y actividades vinculadas a la guía. La segunda fase se enfoca en mejorar la aplicación. Este proceso implica la incorporación de funcionalidades adicionales, como la capacidad de exportar los valores de carga laboral a una base de datos. Además, se buscará optimizar la interfaz de usuario para hacer la entrada de datos más intuitiva y eficiente.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

5.1. Creación de interfaz de usuario Pt1

1. Previo al inicio de la creación de la interfaz, es fundamental contar con un editor de código fuente instalado. Existe una amplia gama de programas, tales como Atom, Visual Studio Code, entre otros. Para esta práctica en particular, se utilizará el editor de código fuente “Visual Studio Code”.
2. Para instalar el programa dirigirse al siguiente enlace: <https://code.visualstudio.com/download> y descargar el archivo dependiendo de sistema operativo que se este utilizando, tal como se muestra en la **Figura 1**.

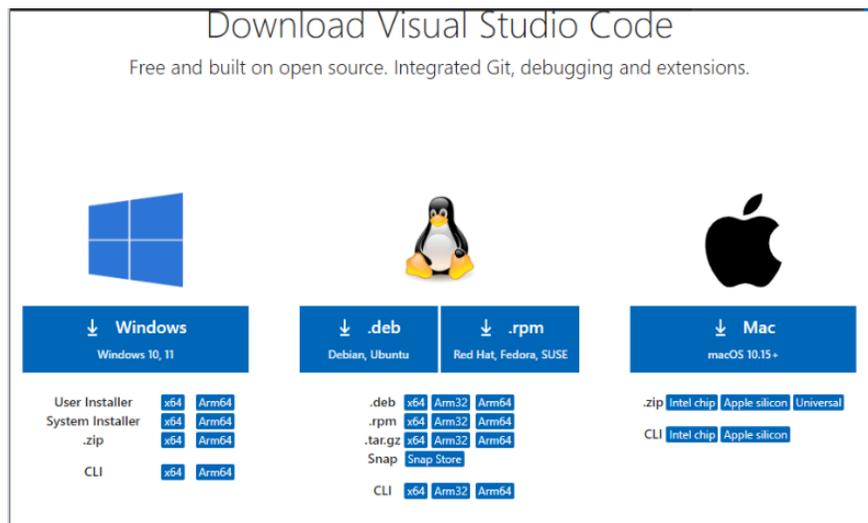


Figura 1: Tipos de sistema operativo de Visual Studio Code (Visual Studio Code, 2024)

3. Ingresar al siguiente enlace para descargar archivos <https://github.com/alexsy994/carga-laboral> .git
4. Se crea una carpeta en el escritorio con el nombre de “carga laboral mensual” donde se guardarán los archivos de programación. Luego, se accede al editor de código, en este caso, a “Visual Studio Code”.
5. Dentro de “Visual Studio Code”, se crean tres archivos. El primero contendrá el código HTML, al que se le denomina “index.html”. El segundo archivo está destinado al código CSS y se le nombra “styles”. Por último, se crea un archivo para el código JavaScript, con el nombre “script”, tal como se muestra en la **Figura 2**.
6. En la sección de HTML proceder a copiar el siguiente código.

Este código HTML crea una página web que muestra una tabla para calcular la carga laboral mensual de los trabajadores. Define la estructura de una tabla con encabezados para los diferentes aspectos relacionados con la carga laboral, como días laborales por semana, semanas por año, días festivos, vacaciones, horas laborales diarias, entre otros. La tabla tiene un cuerpo (tbody) que inicialmente está vacío y se espera que se llenará dinámicamente mediante JavaScript.

Además de la tabla, hay dos botones, uno para agregar filas a la tabla y otro para visualizar los trabajadores según su carga laboral. Estos botones hacen referencia a funciones que se espera estén

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

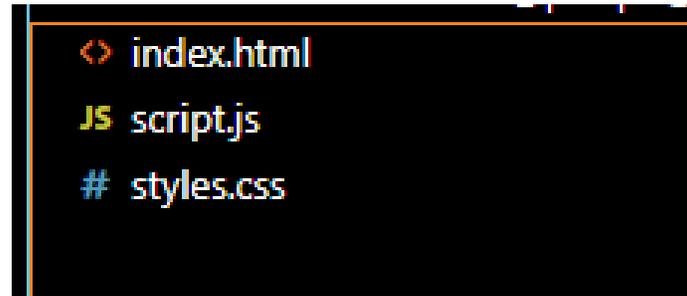


Figura 2: Archivos necesarios para la aplicación del cálculo de la carga laboral (Lincango, 2024)

definidas en un archivo JavaScript llamado “script.js”. El código HTML proporciona la estructura básica y los elementos necesarios para interactuar con el usuario y calcular la carga laboral, tal como se muestra en la **Figura 3**.



Figura 3: Archivo index.html (Lincango, 2024)

```

1
2   <!DOCTYPE html>
3 <html lang="es">
4 <head>
5   <meta charset="UTF-8">
6   <title>Tabla de Trabajadores</title>
7   <link rel="stylesheet" href="styles.css">
8 </head>
9 <body>
10  <h1>Carga laboral mensual</h1>
11  <table id="tabla">
12    <thead>
13      <tr>
14        <th>Especialista</th>
15        <th>Nombre</th>
16        <th>Dias laborales por semana</th>
17        <th>Semanas por a o</th>
18        <th>Dias festivos</th>
19        <th>Vacaciones</th>
20        <th>Horas laborales diarios</th>
21        <th>Hora de comida</th>
22        <th>Productividad</th>
23        <th>Carga Laboral</th>
24      </tr>
25    </thead>
26    <tbody>

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

27     <!-- Las filas se a adir n aqu mediante JavaScript -->
28     </tbody>
29 </table>
30
31 <button onclick="agregarFila()">Agregar fila</button>
32 <button onclick="ordenarTrabajadoresPorCarga()">Visualizar</button>
33
34 <script src="script.js"></script>
35 </body>
36 </html>

```

7. En la sección de styles.ccs colocar el siguiente código:

Este código contiene estilos CSS para dar formato a una tabla y a un par de botones en una página web. Define el aspecto visual de la tabla, estableciendo propiedades como el espaciado, los bordes y los colores de fondo para las celdas de encabezado. Los estilos para los botones definen el tamaño, colores de fondo y bordes, así como el efecto visual cuando el cursor pasa sobre ellos.

Además, conFigura el fondo de la página utilizando una imagen específica (“carga.jpeg”) con ciertos ajustes para el tamaño y la repetición de la imagen. También establece la fuente predeterminada y los colores de texto principal para la página. Estos estilos se aplicarán a los elementos HTML correspondientes en la página web para mejorar su apariencia visual y su usabilidad tal como se muestra en la **Figura 4**.



Figura 4: Archivo styles.CSS (Lincango, 2024)

```

1     /* Estilos para la tabla */
2 #tabla {
3     border-collapse: collapse;
4     width: 100%;
5     max-width: 800px;
6     margin: 20px auto;
7 }
8
9 #tabla th,
10 #tabla td {
11     border: 1px solid #9b0a0a;
12     padding: 8px;
13     background-color: aliceblue;

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

14 }
15
16 #tabla th {
17   background-color: #b9aeae; /* Color de fondo para las celdas de
      encabezado */
18 }
19
20 /* Estilos para el bot n */
21 button {
22   padding: 10px 20px;
23   background-color: #007bff; /* Color de fondo del bot n */
24   color: white;
25   border: none;
26   border-radius: 10px;
27   cursor: pointer;
28   margin-bottom: 20px;
29 }
30
31 button:hover {
32   background-color: #0056b3; /* Cambia el color al pasar el cursor sobre
      el bot n */
33 }
34
35 /* Fondo de la p gina */
36 body {
37   background-image: url('carga.jpeg'); /* Ruta a tu imagen de fondo */
38   background-size: cover;
39   background-repeat: no-repeat;
40   font-family: Arial, sans-serif;
41   margin: 0;
42   padding: 0;
43   color: #333; /* Color de texto principal */
44 }

```

8. En la sección de script.js colocar el siguiente código:

Este código en JavaScript se encarga de gestionar una tabla destinada a calcular la carga laboral de los trabajadores. La función `agregarFila()` permite añadir dinámicamente nuevas filas a la tabla, cada una con campos editables y selectores predefinidos para datos como días laborales, semanas al año, días festivos, vacaciones, horas de trabajo diarias, entre otros. La función `calcularCargaLaboral()` calcula la carga laboral con base en los valores ingresados en una fila, utilizando una fórmula predefinida que toma en cuenta diversos parámetros laborales.

Además, hay un evento que actualiza automáticamente los cálculos de carga laboral cuando se modifican los valores en la tabla. Asimismo, la función `visualizar()` permite visualizar a los trabajadores según su carga laboral y mostrarlos en una nueva tabla, ofreciendo una visualización clara de la carga laboral de cada trabajador en la página web.

```

1   function agregarFila() {
2     var tabla =
      document.getElementById("tabla").getElementsByTagName('tbody')[0];
3     var nuevaFila = tabla.insertRow();
4
5     for (var i = 0; i < 10; i++) {

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

6      var celda = nuevaFila.insertCell(i);
7      var contenido = "";
8
9      if (i === 0) {
10         contenido = contenido = "<select><option
            value='Seleccionar '>Seleccionar </option><option
            value='Ingeniero '>Ingeniero </option><option
            value='Tcnico '>Tcnico </option></select>";
11
12     } else if (i === 1) {
13         contenido = "<div contenteditable='true '></div>";
14     } else if (i === 2) {
15         contenido = "<select>";
16         for (var j = 1; j <= 5; j++) {
17             contenido += "<option value='" + j + "'>" + j +
                "</option>";
18         }
19         contenido += "</select>";
20     } else if (i === 3) {
21         contenido = "52";
22
23     } else if (i === 4) {
24         contenido = "<select>";
25         for (var k = 0; k <= 20; k++) {
26             contenido += "<option value='" + k + "'>" + k +
                "</option>";
27         }
28         contenido += "</select>";
29     } else if (i === 5) {
30         contenido = "<select><option value='0 '>0</option><option
            value='15 '>15</option><option
            value='30 '>30</option></select>";
31     } else if (i === 6) {
32         contenido = "<select>";
33         for (var l = 1; l <= 9; l++) {
34             contenido += "<option value='" + l + "'>" + l +
                "</option>";
35         }
36         contenido += "</select>";
37     } else if (i === 7) {
38         contenido = "<select><option value='1 '>1 hora</option><option
            value='0.5 '>30 minutos</option><option
            value='0 '>0</option></select>";
39     } else if (i === 8) {
40         contenido = "<select><option value='0.65 '>65%</option><option
            value='0.70 '>70%</option></select>";
41     } else if (i === 9) {
42         contenido = "";
43     } else {
44         contenido = "Editar";
45     }
46
47     celda.innerHTML = contenido;
48     if (i !== 0 && i !== 1 && i !== 9) {

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

49         celda.setAttribute("contenteditable", true);
50     }
51 }
52
53     calcularCargaLaboral(nuevaFila);
54 }
55
56 function calcularCargaLaboral(fila) {
57     var diasLaboralesSemana =
58         parseInt(fila.cells[2].querySelector('select').value);
59     var semanasAnio = parseInt(fila.cells[3].innerHTML);
60     var diasFestivos =
61         parseInt(fila.cells[4].querySelector('select').value);
62     var vacaciones = parseInt(fila.cells[5].querySelector('select').value);
63     var horasLaboralesDiarios =
64         parseInt(fila.cells[6].querySelector('select').value);
65     var horaComida =
66         parseFloat(fila.cells[7].querySelector('select').value);
67     var productividad =
68         parseFloat(fila.cells[8].querySelector('select').value);
69     var cargaLaboral = (((diasLaboralesSemana * semanasAnio) -
70         (diasFestivos + vacaciones)) * (horasLaboralesDiarios - horaComida)
71         * productividad) / 12;
72
73     var celdaCargaLaboral = fila.cells[9];
74     celdaCargaLaboral.innerHTML = cargaLaboral.toFixed(2);
75 }
76
77
78
79 document.getElementById("tabla").addEventListener('change',
80     function(event) {
81         var fila = event.target.closest('tr');
82         if (fila) {
83             calcularCargaLaboral(fila);
84         }
85     });
86
87
88
89 function mostrarValoresSinOrdenar() {
90     var filas = document.getElementById("tabla").
91     getElementsByTagName("tbody")[0].getElementsByTagName("tr");
92
93     var nuevaTabla = document.createElement("table");
94     nuevaTabla.id = "tablaSinOrden";
95     var thead = document.createElement("thead");
96     var tr = document.createElement("tr");
97     var thEspecialidad = document.createElement("th");
98     thEspecialidad.textContent = "Especialidad";
99     var thNombre = document.createElement("th");
100    thNombre.textContent = "Nombre";
101    var thCargaLaboral = document.createElement("th");
102    thCargaLaboral.textContent = "Carga Laboral";
103    tr.appendChild(thEspecialidad);

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

95     tr.appendChild(thNombre);
96     tr.appendChild(thCargaLaboral);
97     thead.appendChild(tr);
98     nuevaTabla.appendChild(thead);
99
100    var tbody = document.createElement("tbody");
101    for (var i = 0; i < filas.length; i++) {
102        var fila = document.createElement("tr");
103
104        var celdaEspecialidad = document.createElement("td");
105        celdaEspecialidad.textContent =
            filas[i].cells[0].querySelector('select').value; // Obtener la
            especialidad
106        fila.appendChild(celdaEspecialidad);
107
108        var celdaNombre = document.createElement("td");
109        celdaNombre.textContent = filas[i].cells[1].innerText.trim();
110        fila.appendChild(celdaNombre);
111
112        var celdaCargaLaboral = document.createElement("td");
113        celdaCargaLaboral.textContent = filas[i].cells[9].innerText.trim();
114        fila.appendChild(celdaCargaLaboral);
115
116        tbody.appendChild(fila);
117    }
118    nuevaTabla.appendChild(tbody);
119
120    document.body.appendChild(nuevaTabla);
121 }
122
123 document.querySelector("button:last-of-type").addEventListener("click",
    mostrarValoresSinOrdenar);
124
125 window.onload = function() {
126     mostrarValoresSinOrdenar();
127 };

```

9. Al iniciar la ejecución del programa, se activará el entorno de aplicación, lo que dará lugar a la apertura de una interfaz gráfica o una ventana en la pantalla, tal y como se muestra en la **Figura 5**, para agregar filas se debe dar clic en el botón “agregar fila” y para visualizar la carga laboral dar clic en “visualizar”.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO



Figura 5: Interfaz de Usuario

5.2. Realizar pruebas con diversos datos para garantizar la exactitud

1. Con el fin de asegurar la precisión de los cálculos efectuados por el programa, se realizará una evaluación práctica para determinar la carga laboral de un grupo compuesto por un ingeniero biomédico y tres técnicos, detallados en la **tabla 1**. Estos profesionales desempeñan sus funciones de lunes a viernes en una empresa privada especializada en servicios de mantenimiento.

Es importante resaltar que la estructura organizativa de la empresa establece la presencia de un único ingeniero Biomédico a cargo, mientras que los demás empleados desempeñan el rol de técnicos. Asimismo, es relevante mencionar que el período de vacaciones para los empleados del sector privado consta de 15 días, mientras que para aquellos en el sector público se extiende a 30 días. Estos detalles adicionales serán considerados en el proceso de evaluación para reflejar con mayor precisión la carga laboral de cada trabajador.

Empleado	Ing Perez franci	Tec Calo Moni	Tec Rodriguez Mis	Tec Benalcazar
Hora/trabajo	Lun-Vie: 8 am - 16pm	Lun-Vie:8 am-17 pm	Lun-Vie:8 am-16 pm	Lun-vie:8am-13pm
Hora/Comida	1	30 min	1	0
Vacación	3 fes y 15 Vac.	3 fes y 0 Vac.	3 fes y 0Vac.	3 fes y 0 Vac.
Productividad	70	70	70	70

Tabla 1 Datos del Ingeniero Biomédico y de los técnicos de mantenimiento.

2. Ingresar todos los datos en el programa, y se observan los valores calculados de la carga laboral como se muestra en la **Figura 6**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Especialista	Nombre	Días laborales por semana	Semanas por año	Días festivos	Vacaciones	Horas laborales diarios	Hora de comida	Productividad	Carga Laboral
Ingeniero	Pérez	5	52	3	15	8	1 hora	70%	98.82
Técnico	Calo	5	52	3	0	9	30 minutos	70%	127.43
Técnico	Rodriguez	5	52	3	0	8	1 hora	70%	104.94
Técnico	Benalcazar	5	52	3	0	5	0	70%	74.96

Figura 6: Registro de datos del Ingeniero y de los técnicos para el cálculo de la carga labora.

5.3. Determinar la disponibilidad horaria del técnico de mantenimiento

1. Para poder observa la carga laboral del personal técnico, hacer clic en el botón “Visualizar” , lo que genera una tabla tal como se muestra en la **Figura 7**.

Especialidad	Nombre	Carga Laboral
Ingeniero	Pérez	98.82
Técnico	Calo	127.43
Técnico	Rodriguez	104.94
Técnico	Benalcazar	74.96

Figura 7: Tabla de valores de la carga laboral para el Ingeniero y los Técnicos

6. ACTIVIDAD

6.1. Carga laboral

1. ¿Cuál es el impacto de la carga laboral en la productividad y en el bienestar general de los empleados?
-

2. ¿Cuál es la finalidad de distribuir la carga laboral?
-

6.2. Cálculo de carga labora

1. Emplee el programa para calcular la carga laboral para cada empleado .

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Empleado	Ing Perez franci	Tec Calo Moni	Tec Rodriguez Mis	Tec Benalcazar
Hora/trabajo	Lun-Vie: 7am - 12pm	Lun-Vie:8 am-14 pm	Lun-Vie:8 am-12 pm	Lun-Vie:8am-14pm
Hora/Comida	1	1	1	30 min
Vacación	13 fes y 15 Vac.	13 fes y 15Vac.	13 fes y 15 Vac.	13 fes y 0 Vac.
Productividad	70	70	70	70

Tabla 2 Datos del Ingeniero Biomédico y de los técnicos de mantenimiento, para realizar la actividad

- Ingrese captura de los resultados

6.3. Guía de laboratorio Pt2.

- Exporte en Excel el resultado

- Actualmente se ingresan los días de festividades manualmente. Investigue el total de días de festividades para el año 2024 y elabore un código que, al seleccionar un número específico, asignará automáticamente ese mismo número de días de festividades a todos.

- En la sección de especialistas, se presenta la posibilidad de seleccionar la opción “Ingeniero” en varias instancias, situación que no debería ocurrir. Con el propósito de corregir esto, implemente un código que asegure la elección de dicha opción únicamente una vez.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

7. Conclusiones

- El diseño y desarrollo de la interfaz interactiva mediante el uso de los lenguajes de programación JavaScript y HTML ha demostrado ser una herramienta efectiva para recopilar los datos necesarios para el cálculo de la carga laboral del personal de mantenimiento de equipos médicos en una empresa privada. Esta interfaz proporciona una solución intuitiva y accesible para la recopilación eficiente de información clave relacionada con las responsabilidades laborales del personal.
- Las pruebas realizadas con datos de un ingeniero y tres técnicos, ingresando su información en la aplicación, han confirmado la fiabilidad del cálculo de la carga laboral mensual del personal de mantenimiento de equipos médicos de una empresa privada. La aplicación ha mostrado ser consistente y preciso en la evaluación de las actividades laborales, brindando confianza en la exactitud de los resultados.
- La visualización de la disponibilidad horaria del personal de mantenimiento de equipos médicos, derivada del cálculo de la carga laboral, proporcionando una visión clara y detallada de los recursos disponibles. Facilitando la planificación eficiente de programas de mantenimiento preventivo a corto y largo plazo, permitiendo una asignación óptima de tareas y una gestión efectiva del tiempo del personal.

8. Recomendaciones

- Aunque existen varios editores de texto para código, se recomienda el uso de Visual Studio Code debido a su eficiencia y rapidez, consumiendo menos recursos. Además, destaca por ofrecer una integración superior con TypeScript y JavaScript.
- Se recomienda instalar la librería Excel-HTML para llevar a cabo la actividad de exportación a un archivo Excel.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Jaramillo, J. (2015). Incidencia de la carga laboral en el rendimiento de los colaboradores del área de producción de la empresa prologis sa, de la ciudad de guayaquil, año 2014. *Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/35649/DCSH179.pdf>*.
- la Cruz, C. D. (2018). Validación de la escala de carga de trabajo en trabajadores peruanos. *Archivos de prevención de riesgos laborales*, 21(3), 123–127.
- Lincango, A. (2024).
- Sofía, y Colihuil-Catrileo. (2021). Carga laboral y efectos en la calidad de vida de docentes universitarios y de enseñanza media. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*(15), 166–179.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

J. Anexo: Desarrollo de una aplicación para calcular el indicador clave de rendimiento (KPI 1) tiempo medio entre fallas(MTBF) empleando javascript para equipos médicos de una clínica privada

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo J) Desarrollo de una aplicación para calcular el indicador clave de rendimiento (KPI 1) tiempo medio entre fallas(MTBF) empleando javascript para equipos médicos de una clínica privada.

Calcular el tiempo medio entre fallos proporciona el promedio de los incidentes o fallos en un equipo. Este KPI es esencial para evaluar la fiabilidad y el rendimiento, al identificar la frecuencia y estabilidad de las interrupciones. Esto permite una planificación efectiva del mantenimiento preventivo, optimizando así la gestión operativa. (Chan y Chan, 2004)

1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación utilizando JavaScript para calcular el tiempo medio entre fallas en equipos médicos de una clínica privada, con el propósito de mejorar la planificación de actividades de mantenimiento preventivo.

2. Objetivos Específicos

1. Diseñar y desarrollar una interfaz interactiva que permita recopilar los datos necesarios para el cálculo del tiempo medio entre fallos empleando javascript y HTML para equipos médicos de una clínica privada.
2. Realizar pruebas utilizando datos de cuatro monitores multiparamétricos, ingresando su información en la aplicación para garantizar la fiabilidad del cálculo del tiempo medio entre fallos de los equipos médicos de una clínica privada.
3. Visualizar el tiempo medio entre fallas de los equipos médicos a través del cálculo del KPI 1 con el propósito de planificar de manera eficiente programas de mantenimiento preventivo a corto y largo plazo.

3. Marco Teórico

- **KPIs de mantenimiento:** Un KPI de mantenimiento, conocido como indicador clave de rendimiento, actúa como un punto de referencia esencial para evaluar el desempeño del personal o los equipos de mantenimiento en relación con sus metas. Estos indicadores se establecen con objetivos específicos, como reducir el tiempo de inactividad en un 25 %, con el propósito de monitorear el avance hacia metas más amplias, como la prevención del tiempo de inactividad, la reducción de costos o el fortalecimiento de la confiabilidad de la maquinaria. Un KPI combina una métrica.

La creación de KPIs de mantenimiento permite que los objetivos sean medibles, proporcionando una evaluación instantánea del progreso del proyecto. Un KPI eficaz se adhiere a los principios SMART: Específico, Medible, Alcanzable, Realista y Oportuno. (Jacobo, 2019)

- **KPI Cuantitativos:** Estos indicadores se presentan en cifras concretas, permitiendo una medición precisa del rendimiento en términos numéricos. Ejemplos de KPI cuantitativos incluyen el volumen de ventas, la rentabilidad, la tasa de conversión, entre otros. (Jacobo, 2019)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- **KPI Prácticos:** Estos indicadores presentan los procesos operativos existentes en la organización. Representan aspectos más tangibles y prácticos del funcionamiento de la empresa, como la eficiencia de los procesos, la calidad del producto, la satisfacción del cliente, entre otros. (Jacobo, 2019)

Esta clasificación facilita la comprensión de cómo se está desempeñando la empresa en áreas específicas, ya sea desde una perspectiva numérica o al observar los procesos operativos y su efectividad.

- **KPI 1:** El tiempo medio entre fallos (MTBF): Es la medida del intervalo entre fallas reparables en un producto tecnológico. Este indicador refleja la fiabilidad del sistema: cuanto mayor sea este tiempo, mayor será la fiabilidad. No considera el tiempo de inactividad planificado durante el mantenimiento, sino que se centra en interrupciones y problemas imprevistos. (Jacobo, 2019)

Para calcularlo, se utiliza una media aritmética: Se toman los datos del período deseado y se divide el tiempo total de funcionamiento en ese período por el número de fallos.

Esta métrica es crucial para compradores que buscan productos más confiables, ya que permite identificar incidentes y rastrear tanto los éxitos como los fracasos en el sistema.

- **Fórmula para calcular el tiempo medio entre fallos.**

$$MTBF = \frac{T_{disp-MC}}{N_{otc}}$$

Figura 1: Fórmula MTBF

Donde:

MTBF: Tiempo medio entre fallos.

T_{disp} : Tiempo de disponibilidad.

N_{otc} : Número de órdenes de trabajo.

- **KPI 2:** Tiempo medio para reparar (MTTR): Es el tiempo medio necesario para reparar una avería, para que el equipo vuelva a su funcionamiento normal. Esta métrica es fundamental para evaluar la eficiencia del proceso de mantenimiento, cuanto menor sea el MTTR, menor será el tiempo de inactividad del equipo y más rápido se podrá restablecer su operatividad. Un tiempo medio para reparar bajo (MTTR) es indicativo de una respuesta rápida y efectiva ante problemas, lo que contribuye a minimizar el impacto de las averías en la productividad y la continuidad de las operaciones.(Alavedra-Flores y cols., 2016)
- **KPI 3:** Indica el intervalo promedio entre cada mantenimiento preventivo del equipo o sistema. Este indicador es crucial en la gestión del mantenimiento, porque un TMMP más corto indica una mayor frecuencia de mantenimiento preventivo, lo que previene fallas inesperadas y mejora la confiabilidad operativa del equipo. Por el contrario, un TMMP más largo puede indicar intervalos de mantenimiento más prolongados, lo que aumenta el riesgo de fallas y costosos tiempos de inactividad. La optimización del TMMP es fundamental para mantener un equilibrio entre la disponibilidad del equipo y los costos asociados al mantenimiento.(Alavedra-Flores y cols., 2016)
- **KPI 4:** Tiempo de indisponibilidad (Downtime): : Se utiliza para rastrear, monitorear y evaluar la fiabilidad de un activo. El downtime corresponde al tiempo de inactividad no programada, durante el cual un activo no puede realizar sus funciones normales debido a una falla o interrupción imprevista.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Este indicador es crucial para comprender la eficacia y confiabilidad de los activos, ya que permite identificar áreas de mejora en los procesos de mantenimiento y planificar estrategias para minimizar los tiempos de inactividad no planificados en el futuro. Reducir el downtime es fundamental para mejorar la eficiencia operativa y maximizar la productividad de los activos en una organización. (Herrera Cruz, López, y Jarquín, 2022)

- KPI 5: Tiempo de disponibilidad (Uptime): Es el tiempo durante el cual un dispositivo se encuentra disponible y en correcto funcionamiento, sin experimentar interrupciones o fallas. Este indicador es fundamental para evaluar la fiabilidad y la eficiencia operativa de un sistema o equipo. Un alto tiempo de disponibilidad indica una buena confiabilidad del dispositivo, lo que contribuye a la productividad y la continuidad de las operaciones. (Alavedra-Flores y cols., 2016)
- KPI 6: Tasa global de fallos (GFR): Mide la tasa de fallas de un sistema o equipo durante un período de tiempo específico. Se calcula dividiendo el número total de errores por el número total de unidades operativas. Esta métrica proporciona una visión clara de la fiabilidad y la calidad del sistema o equipo, permite identificar áreas de mejora y tomar medidas correctivas para reducir la incidencia de fallos en el futuro. Un GFR alto puede indicar problemas de diseño, fabricación o mantenimiento que deben abordarse para garantizar un funcionamiento óptimo del sistema o equipo. (Herrera Cruz y cols., 2022)
- KPI 7: Métrica utilizada para evaluar la confiabilidad de un sistema o equipo en función de su vida útil. Esta relación se calcula dividiendo el número total de fallas que ocurrieron durante un período determinado por el número total de horas o ciclos que se utilizó el equipo durante el mismo período. La AFR proporciona información valiosa sobre cómo varía la tasa de fallas a lo largo del tiempo de vida útil del equipo, si existe un aumento gradual en la AFR puede indicar un deterioro progresivo en la confiabilidad del equipo a medida que envejece, lo que puede requerir acciones correctivas como un mantenimiento más frecuente o la sustitución de componentes. (Herrera Cruz y cols., 2022)
- Visual Studio Code: Es un editor de código fuente potente que se ejecuta en el escritorio y está disponible para diferentes sistemas operativos, incluyendo Windows, macOS y Linux. Permite programar en JavaScript, TypeScript y Node.js, y además, se le pueden añadir extensiones para otros lenguajes y entornos de ejecución, como C++, C, Java, Python, PHP, Go y .NET. (Visual, 2024)

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X
3. Visual Studio Code
4. JavaScript

5. PROCEDIMIENTO

La presente práctica de laboratorio se estructura en dos etapas, las cuales serán llevadas a cabo en sesiones separadas debido a su complejidad. En la fase inicial, se enfocará en la implementación de la guía, lo cual comprende la creación del programa mediante el uso de HTML, CSS y JavaScript. Además, se abordarán las preguntas y actividades vinculadas a dicha guía. La segunda fase tiene como objetivo la mejora de la aplicación, conllevando la creación de una aplicación similar que utilice los valores obtenidos previamente para calcular el KPI2, es decir, el tiempo medio para reparar.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

PARTE 1

5.1. Creación de interfaz de usuario

1. Se crea una carpeta en el escritorio con el nombre de “kpeis” para almacenar los archivos de programación. Posteriormente, se accede al editor de código, en este caso, al “Visual Studio Code”.
2. Dentro de “Visual Studio Code”, se generan tres archivos. El primero albergará el código HTML, designado como “index.html”. El segundo archivo se destinará al código CSS, con el nombre “styles”. Finalmente, se crea un archivo para el código JavaScript, identificado como “script”, como se muestra en la **Figura 2**.

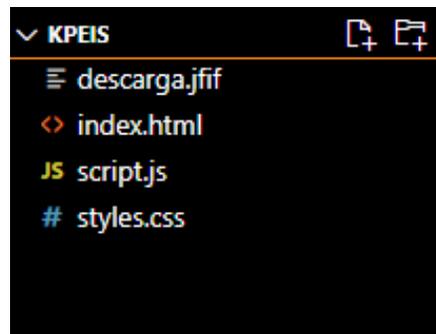


Figura 2: Archivos necesarios para la aplicación del cálculo del KPI 1 (Lincango, 2024)

3. En la sección de HTML proceder a copiar el siguiente código:

Este código HTML crea una página web para registrar y mostrar datos sobre el tiempo medio entre fallos de equipos. La estructura contiene una tabla con diferentes columnas como “Equipo”, “N inventario”, “Fecha y hora emisión OS”, “Fecha y hora fin OS”, “N Orden de Trabajo”, “Tiempo de indisponibilidad” y “Tiempo de disponibilidad” tal como se muestra en la **Figura 3**. En ella se pueden añadir filas con información adicional sobre cada equipo. Además, hay un botón “Agregar Fila” que, al hacer clic, invoca una función definida en un archivo JavaScript llamado “script.js”, la cual probablemente permite agregar nuevas filas a la tabla dinámicamente sin recargar la página. Esto proporciona una forma interactiva de ingresar datos sobre los equipos y sus tiempos de disponibilidad e indisponibilidad para realizar cálculos de tiempo medio entre fallos.

Tiempo medio entre fallos

Equipo N inventario Fecha y hora emisin OS Fecha y hora fin OS N Orden de Trabajo Tiempo de indisponibilidad Tiempo de disponibilidad

Figura 3: Archivo index.html (Lincango, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

1      <!DOCTYPE html>
2  <html>
3  <head>
4      <title>Tabla de Equipos</title>
5      <link rel="stylesheet" type="text/css" href="styles.css">
6  </head>
7  <body>
8
9  <h1>Tiempo medio entre fallos</h1>
10
11 <table id="tablaEquipos">
12   <tr>
13     <th>Equipo</th>
14     <th>N inventario</th>
15     <th>Fecha y hora emisin OS</th>
16     <th>Fecha y hora fin OS</th>
17     <th>N Orden de Trabajo</th>
18     <th>Tiempo de indisponibilidad</th>
19     <th>Tiempo de disponibilidad</th>
20
21   </tr>
22   <!-- Aqu  ir an las filas de datos, pero est n vac as en este
23     ejemplo -->
24 </table>
25 <button id="agregarFilaBtn">Agregar Fila</button>
26
27 <script src="script.js"></script>
28 </body>
29 </html>

```

4. En la sección de styles.ccs colocar el siguiente código:

Este conjunto de reglas de estilo CSS define la apariencia visual de una página web. Se establece un fondo para el cuerpo de la página con una imagen cargada desde “descarga.jfif”, ajustada para cubrir toda la pantalla. Los encabezados de nivel 2 (h2) están centrados y tienen un color blanco (fff) tal como se muestra en la **Figura 4**. Además, se definen estilos para una tabla: tiene un borde colapsado, un ancho del 80 por ciento de la ventana, un margen interno de 20px en las celdas y un fondo semitransparente. Los encabezados de la tabla tienen un fondo gris más claro (f2f2f2) y las celdas tienen bordes de color gris claro (ddd). Por último, se establece el diseño del botón ‘Agregar Fila’, que tiene un fondo verde (4CAF50), texto blanco, bordes redondeados y un cambio de color suave al pasar el cursor sobre él. Estos estilos combinados ofrecen una presentación visual coherente y atractiva para los elementos en la página web.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA <small>ECUADOR</small>	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO



Figura 4: Archivo styles.CSS (Lincango, 2024)

```

1  body {
2  margin: 0;
3  padding: 0;
4  font-family: Arial, sans-serif;
5  background-image: url('descarga.jfif');
6  background-size: cover;
7  }
8
9  h2 {
10 text-align: center;
11 color: #fff;
12 }
13
14 /* Estilos para la tabla */
15 table {
16 border-collapse: collapse;
17 width: 80%;
18 margin: 20px auto;
19 background-color: rgba(255, 255, 255, 0.7);
20 border-radius: 8px;
21 }
22
23 th, td {
24 border: 1px solid #ddd;
25 padding: 8px;
26 text-align: left;
27 }
28
29 th {
30 background-color: #f2f2f2;
31 }
32
33 /* Estilos para el bot n */
34 #agregarFilaBtn {
35 padding: 10px 20px;
36 margin: 10px;
37 font-size: 16px;
38 border: none;
39 border-radius: 4px;
40 cursor: pointer;
41 background-color: #4CAF50;

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

42     color: white;
43     transition: background-color 0.3s;
44 }
45
46 #agregarFilaBtn:hover {
47     background-color: #45a049;
48 }

```

5. En la sección de script.js colocar el siguiente código:

Este código JavaScript está diseñado para añadir dinámicamente filas a una tabla cuando se hace clic en el botón “Agregar Fila”. Al hacer clic en el botón, se agrega una nueva fila a la tabla “tablaEquipos”, cada fila consta de siete celdas. Las dos celdas centrales corresponden a campos de entrada de fecha y hora, mientras que las dos primeras son campos de entrada de texto para “Equipo” y “N° inventario”. La columna “Tiempo de Disponibilidad” incluye un checkbox que, cuando se marca o desmarca, activa una función para calcular el tiempo de disponibilidad.

Además, hay funciones específicas, como “calcularDiferencia” para calcular la diferencia de tiempo entre dos fechas ingresadas, y “calcularTiempoDisponibilidad” que se ejecuta cuando se marca o desmarca el checkbox para actualizar el tiempo de disponibilidad. Estas funciones también están configuradas para actualizar los valores de tiempo en las celdas correspondientes de la tabla.

```

1     document.getElementById("agregarFilaBtn").onclick = function() {
2     var table = document.getElementById("tablaEquipos");
3     var row = table.insertRow(-1);
4
5     for (var i = 0; i < 7; i++) {
6         var cell = row.insertCell(i);
7         if (i === 2 || i === 3) {
8             var input = document.createElement("input");
9             input.type = "datetime-local";
10            cell.appendChild(input);
11        } else if (i === 0 || i === 1) {
12            var inputText = document.createElement("input");
13            inputText.type = "text";
14            cell.appendChild(inputText);
15        } else if (i === 4) {
16            var checkbox = document.createElement("input");
17            checkbox.type = "checkbox";
18            cell.appendChild(checkbox);
19            checkbox.addEventListener("change", function() {
20                calcularTiempoDisponibilidad();
21            });
22        } else {
23            cell.innerHTML = "Nueva celda";
24        }
25    }
26
27    var fechaInicioInput = row.cells[2].querySelector("input");
28    var fechaFinInput = row.cells[3].querySelector("input");
29
30    fechaInicioInput.addEventListener("change", function() {
31        calcularDiferencia(fechaInicioInput, fechaFinInput, row);
32        calcularTiempoDisponibilidad();

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

33 });
34 fechaFinInput.addEventListener("change", function() {
35     calcularDiferencia(fechaInicioInput, fechaFinInput, row);
36     calcularTiempoDisponibilidad();
37 });
38
39 calcularDiferencia(fechaInicioInput, fechaFinInput, row);
40 calcularTiempoDisponibilidad();
41 });
42
43 function calcularDiferencia(fechaInicioInput, fechaFinInput, row) {
44     var fechaInicio = new Date(fechaInicioInput.value);
45     var fechaFin = new Date(fechaFinInput.value);
46
47     var diffEnMs = Math.abs(fechaFin - fechaInicio);
48     var diffEnHoras = diffEnMs / (1000 * 60 * 60);
49     var diffEnHorasAbs = Math.abs(diffEnHoras);
50
51     var cellTiempoIndisponibilidad = row.cells[5];
52     var cellTiempoDisponibilidad = row.cells[6];
53
54     cellTiempoIndisponibilidad.innerHTML = diffEnHorasAbs.toFixed(2);
55     cellTiempoDisponibilidad.innerHTML = (8760 - diffEnHorasAbs).toFixed(2);
56 }
57
58 function calcularTiempoDisponibilidad() {
59     var table = document.getElementById("tablaEquipos");
60     var sumaIndisponibilidad = 0;
61     var cantidadCheckboxSeleccionados = 0;
62
63     for (var i = 1; i < table.rows.length; i++) {
64         var row = table.rows[i];
65         var checkbox = row.cells[4].querySelector("input[type='checkbox']");
66
67         if (checkbox.checked) {
68             var cellTiempoIndisponibilidad = row.cells[5];
69             sumaIndisponibilidad +=
70                 parseFloat(cellTiempoIndisponibilidad.innerHTML);
71             cantidadCheckboxSeleccionados++;
72         }
73     }
74
75     var tiempoDisponibilidad = cantidadCheckboxSeleccionados > 0 ? (8760 -
76         sumaIndisponibilidad) / cantidadCheckboxSeleccionados : 0;
77
78     var tiempoDisponibilidadCell =
79         document.getElementById("tiempoDisponibilidadPromedio");
80
81     if (!tiempoDisponibilidadCell) {
82         tiempoDisponibilidadCell = table.rows[0].insertCell(-1);
83         tiempoDisponibilidadCell.id = "tiempoDisponibilidadPromedio";
84     }
85
86     tiempoDisponibilidadCell.innerHTML = tiempoDisponibilidad.toFixed(2);

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

6. Ejecutar el programa y saldrá una interfaz como la que se muestra en la **Figura 5**



Figura 5: Interfaz de Usuario (Lincango, 2024)

5.2. Efectuar pruebas con diferentes conjuntos de datos.

1. Con el objetivo de garantizar la exactitud de los cálculos efectuados por el programa, se llevará a cabo un ejercicio que implica el cálculo del tiempo medio entre fallas. Para ello, se emplean cuatro monitores distribuidos en dos grupos de inventario: el primero asociado a xxx2 y el segundo a xxx3. Las fechas de inicio y finalización se encuentran detalladas en la **Tabla 1**.
2. Calcular el tiempo medio entre fallas de los equipos de inventario xxx2:

Equipo	N° Inventario	Fecha emisión	Fecha fin
Monitor csv	xxx2	25/09/2023 21:00h	26/09/2023 13:00 pm
Monitor csv	xxx3	20/12/2023 11:00h	01/01/2024 21:00h
Monitor csv	xxx2.	02/01/2024 8:00h.	06/01/2024 5:00h
Monitor csv	xxx3	22/12/2023 6:00h	09/01/2024 15:00h

tabla 1 Datos de fecha de emisión y fin de los monitores. (Lincango, 2024)

3. Se inicia introduciendo todos los datos en el programa y, a continuación, se observan los valores calculados del tiempo medio entre fallos de los equipos del inventario XXX2, expresados en horas, tal como se muestra en la **Figura 6**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tiempo medio entre fallos

Equipo	N inventario	Fecha y hora emisin OS	Fecha y hora fin OS	N Orden de trabajo	Tiempo de indisponibilidad	Tiempo de disponibilidad
Monitor csv	xxx2	25/09/2023 21:00	26/09/2023 13:00	<input checked="" type="checkbox"/>	16.00	8744.00
Monitor csv	xxx3	20/12/2023 11:00	01/01/2024 21:00	<input type="checkbox"/>	298.00	8462.00
Monitor csv	xxx2	02/01/2024 08:00	06/01/2024 05:00	<input checked="" type="checkbox"/>	93.00	8667.00
Monitor csv	xxx3	22/12/2023 06:00	09/01/2024 15:00	<input type="checkbox"/>	441.00	8319.00

4325.50

Agregar Fila

Figura 6: Registro y resultado de datos de los monitores, para el cálculo del KPI1. (Lincango, 2024)

6. ACTIVIDAD

6.1. Indicadores claves de desempeño KPI

1. ¿Cuál es la relación entre los KPI de utilización y los KPI de mantenimiento preventivo en equipos médicos?

2. Explique el KPI 1: Tiempo medio entre fallos (MTBF):

3. Explique el KPI 2: Tiempo medio para reparar (MTTR):

4. Explique el KPI 3: Tiempo medio para mantenimiento preventivo (TMMP):

6.2. Cálculo de de tiempo medio entre fallos

1. Calculé el tiempo promedio entre fallos de los equipos en el inventario xxx3.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Equipo	N° Inventario	Fecha emisión	Fecha fin
Monitor csv	xxx2	25/09/2023 21:00h	26/09/2023 13:00 pm
Monitor csv	xxx3	20/12/2023 11:00h	01/01/2024 21:00h
Monitor csv	xxx2.	02/01/2024 8:00h.	06/01/2024 5:00h
Monitor csv	xxx3	22/12/2023 6:00h	09/01/2024 15:00h

tabla 2 Datos de fecha de emisión y fin de los monitores. (Lincango, 2024)

2. Ingrese captura de los resultados.

PARTE 2

6.3. Tiempo medio para reparar

1. Cree una aplicación similar utilizando los valores obtenidos, para calcular el KPI2 tiempo medio para reparar.

7. Conclusiones

- El desarrollo de una interfaz interactiva con HTML y JavaScript ha sido crucial para recopilar eficientemente los datos necesarios para el cálculo del tiempo medio entre fallos en los equipos médicos de la clínica. Este enfoque no solo simplifica el proceso, sino que también sienta las bases para una gestión de datos más efectiva y precisa.
- Las pruebas realizadas con datos provenientes de cuatro monitores han sido esenciales para validar la fiabilidad del cálculo del tiempo medio entre fallos de los equipos médicos. Este proceso de validación asegura la integridad de los datos utilizados en la toma de decisiones, especialmente en el ámbito del mantenimiento preventivo.
- La visualización del cálculo del tiempo medio entre fallos, proporciona una perspectiva clara y útil para planificar programas de mantenimiento preventivo tanto a corto como a largo plazo. Esta herramienta facilita la toma de decisiones informadas, contribuyendo así a la eficiencia operativa y la prolongación de la vida útil de los equipos médicos en la clínica.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

8. Recomendaciones

- Aunque existen varios editores de texto para código, se recomienda el uso de Visual Studio Code debido a su eficiencia y rapidez, consumiendo menos recursos. Además, destaca por ofrecer una integración superior con TypeScript y JavaScript.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Alavedra-Flores, C., Gastelu-Pinedo, Y., Méndez-Orellana, G., Minaya-Luna, C., Pineda-Ocas, B., Prieto-Gilio, K., ... Moreno-Rojo, C. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e komatsu-2013. *Ingeniería industrial*(034), 11–26.
- Chan, A. P., y Chan, A. P. (2004). Key performance indicators for measuring construction success. *Benchmarking: an international journal*, 11(2), 203–221.
- Herrera Cruz, H. M., López, L. E., y Jarquín, J. A. (2022). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento industrial para mejorar la eficiencia de los molinos del área de elaboración de compañía cervecera de nicaragua durante el período febrero-mayo del año 2022* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad de Ciencias Comerciales, Sede Managua.
- Jacobo, R. J. O. (2019). *Key performance indicators (kpi)*. Recuperado de <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24174w>
- Lincango, A. (2024).

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

K. Anexo: Identificación de señalética para riesgos biológicos, químicos y físicos en entornos de laboratorios

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo K) Identificación de señaléticas para riesgos biológicos, químicos y físicos en entornos de laboratorios.

La detección de riesgos en instituciones de salud es fundamental, siguiendo los programas de bioseguridad. El ingeniero biomédico debe contar con un conocimiento sólido en señalización, lo que le permite realizar sus funciones de manera más segura. Esto repercute en la seguridad tanto del profesional como de otros individuos involucrados en el entorno laboral (Aleman, 2005).

1. Objetivo General

Analizar y comprender las señaléticas frecuentes en laboratorios como parte de un proceso destinado a identificar y entender los riesgos que enfrentan los ingenieros biomédicos, con el propósito de estar preparados para afrontar esas situaciones si llegan a surgir.

2. Objetivos Específicos

1. Investigar y analizar las señaléticas prevalentes que indican riesgos biológicos en laboratorios, a través de un análisis detallado, para comprender a fondo las medidas de seguridad requeridas en entornos que involucran materiales biológicos.
2. Investigar y analizar las señaléticas ampliamente reconocidas que advierten sobre riesgos químicos en laboratorios, a través de un análisis detallado con el propósito de adquirir conocimientos específicos sobre las precauciones y procedimientos de seguridad asociados con el manejo de sustancias químicas.
3. Investigar y analizar las señaléticas frecuentemente utilizadas que indican riesgos físicos en laboratorios, a través de un análisis detallado para comprender los peligros y las medidas de prevención necesarias al trabajar con condiciones físicas específicas en entornos de laboratorio.

3. Marco Teórico

- Señalización de seguridad: Las señales de seguridad comprenden elementos visuales, táctiles o auditivos destinados a comunicar información vital sobre la seguridad en un entorno particular. Estos elementos pueden adoptar la forma de carteles, colores distintivos, luces intermitentes, alarmas sonoras, y otros medios que transmiten mensajes precisos y comprensibles. (Rodriguez, 2012)

Estas señales se clasifican de la siguiente forma:

1. Señales de advertencia: Estas señales adoptan forma triangular con bordes negros y un fondo amarillo que ocupa más del 50 por ciento de la superficie. (Rodriguez, 2012)
2. Señales de prohibición: Son redondeadas, muestran un pictograma negro sobre fondo blanco y llevan una franja transversal roja que cubre el 35 por ciento de la señal. (Rodriguez, 2012)
3. Señales de obligación: Tienen forma redonda, presentan un pictograma blanco sobre fondo azul que abarca el 50 por ciento de la superficie. (Rodriguez, 2012)
4. Equipos contra incendios: Se identifican por su forma rectangular o cuadrada con un pictograma blanco sobre fondo rojo, cubriendo más del 50 por ciento de la superficie. (Rodriguez, 2012)
5. Señales de salvamento o socorro: Tienen forma rectangular o cuadrada, con un pictograma blanco sobre fondo verde que cubre el 50 por ciento de la superficie. (Rodriguez, 2012)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

6. Señales complementarias de riesgo permanente: Se componen de franjas amarillas y negras alternadas con una inclinación de 45°. (Rodríguez, 2012)

- Riesgos biológicos: Se refiere a la exposición a agentes patógenos, lo que implica el riesgo de que los trabajadores sufran intoxicaciones, alergias o infecciones de origen no químico debido al contacto con microorganismos. Esta exposición puede ocurrir a través de diversos medios, como el contacto directo con personas infectadas, la manipulación de muestras biológicas o el trabajo en entornos donde hay presencia de microorganismos patógenos. Estos agentes biológicos pueden incluir microorganismos modificados genéticamente, cultivos celulares y endoparásitos humanos, entre otros. (Gútierez Cuevas y cols., 1993).

Los agentes biológicos se clasifican en cuatro grupos:

1. Grupo 1: Agentes biológicos con bajo riesgo de causar enfermedades en los seres humanos.
 2. Grupo 2: Agentes patógenos que pueden provocar enfermedades en los seres humanos y contagiar a los trabajadores, pero con baja probabilidad de propagarse a la comunidad.
 3. Grupo 3: Agentes patógenos que pueden causar enfermedades graves en los seres humanos, representando un riesgo considerable para los trabajadores y una probabilidad moderada de propagación.
 4. Grupo 4: Agentes patógenos altamente peligrosos que causan enfermedades graves en los seres humanos, con alta probabilidad de propagación a la comunidad y la capacidad de generar una pandemia.
- Riesgos Químicos: Son sustancias, tanto orgánicas como inorgánicas, sintéticas o naturales, que, durante su transporte, manipulación o producción, pueden liberarse al aire en forma de polvo, gas, humo o vapor. Estos agentes químicos pueden provocar irritación, asfixia, corrosión o toxicidad, representando un riesgo para la salud de las personas que entran en contacto con ellos. Es importante gestionar adecuadamente estos riesgos mediante medidas de control como la ventilación adecuada, el uso de equipos de protección personal y la implementación de procedimientos seguros de manejo y almacenamiento de sustancias químicas. (Treviño, de Investigación, y de Riesgos Químicos, 2003)
 - Riesgos Físicos: Factores como la carga física, la calidad de la luz, los niveles de ruido, la exposición a radiación (tanto ionizante como no ionizante), las condiciones de temperatura y la presencia de vibraciones pueden afectar la salud de los trabajadores al influir en los tejidos y órganos del cuerpo. La gravedad de los efectos perjudiciales depende de la intensidad y la duración de la exposición a estos factores. Por lo tanto, es esencial implementar medidas de control adecuadas para reducir estos riesgos físicos. Estas medidas pueden incluir el uso de equipos de protección personal, ajustes en el diseño de los lugares de trabajo, la limitación de la exposición a sustancias o condiciones nocivas y la monitorización regular de las condiciones ambientales. (Hena Robledo, 2007)

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X
3. Lista de señalética a identificar.
4. Guía o referencia sobre símbolos de riesgos químicos, biológicos y físicos.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Revisión de símbolos y señaléticas

1. Identificar y repasar los símbolos asociados a los riesgos químicos, biológicos y físicos.
2. A continuación se muestra en la **Figura 1** un ejemplo de señalética de riesgos químico.



Figura 1: Señaléticas de riesgo químico (Rodríguez, 2012)

3. A continuación se muestra en la **Figura 2** un ejemplo de señalética de riesgo biológico.



Figura 2: Señaléticas de riesgo biológico (Rodríguez, 2012)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

4. A continuación se muestra en la **Figura 3** un ejemplo de señalética de riesgo físico.



Figura 3: Señaléticas de riesgo físico (Rodríguez, 2012)

5.2. Identificación de laboratorio

1. Dirigirse a los laboratorios e identificar las señales de riesgo físico, químico y biológico. Identifica qué tipo de riesgo representan, qué precauciones se deben tomar, entre otros aspectos relevantes.

5.3. Registro y análisis

1. Toma de registro sobre cada señal identificada.

6. ACTIVIDAD

6.1. Riesgos en los laboratorios

1. ¿Por qué es crucial la identificación de riesgos en instituciones de salud según los programas de bioseguridad?
-

2. ¿Qué se entiende por riesgos físicos y menciona algunos ejemplos?
-

6.2. Señalética de riesgos

1. Ingrese ejemplos de señalética de riesgos químicos, físicos y biológicos.

Ingrese captura 1

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Ingrese captura 2

Ingrese captura 3

7. Conclusiones

- La investigación detallada de las señaléticas prevalentes relacionadas con riesgos biológicos en laboratorios ha permitido una comprensión profunda de las medidas de seguridad necesarias en entornos con materiales biológicos. Este análisis meticuloso proporciona una base sólida para fortalecer la conciencia y fomentar prácticas seguras en la manipulación de dichos materiales, contribuyendo así a un entorno de trabajo más seguro.
- La investigación de señaléticas ampliamente reconocidas que alertan sobre riesgos químicos en laboratorios ha resultado en un conocimiento específico sobre precauciones y procedimientos de seguridad asociados con el manejo de sustancias químicas. Este análisis detallado facilita una comprensión más profunda de los riesgos químicos y promueve prácticas seguras en el laboratorio, mejorando la seguridad general del entorno de trabajo.
- La investigación minuciosa de las señaléticas frecuentemente utilizadas que indican riesgos físicos en laboratorios ha proporcionado una comprensión clara de los peligros y las medidas de prevención necesarias al trabajar con condiciones físicas específicas. Este análisis detallado contribuye a una conciencia más sólida de los riesgos físicos, promoviendo la implementación de prácticas de seguridad efectivas en entornos de laboratorio para garantizar la protección de quienes trabajan en ellos.

8. Recomendaciones

- Se sugiere ingresar con precaución a los laboratorios a fin de observar detenidamente las señaléticas.
- Realizar fotografías de las señales.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Referencias

- Alemán, Z. W. (2005). Riesgos en los laboratorios: consideraciones para su prevención. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 5, 132–137.
- Gútiérrez Cuevas, M. B., y cols. (1993). Proyecto de intervención temprana para niños de alto riesgo biológico, ambiental y con alteraciones o minusvalías documentadas. *Revista complutense de educación*.
- Hena Robledo, F. (2007). Riesgos físicos i: ruido, vibraciones y presiones anormales. *Bogotá: Ecoe Ediciones*. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/uguayaquil/69031>.
- Rodríguez, C. (2012). Señalizaciones de seguridad anexo iii del real decreto 485/1997. *Departamento de Química organica*.
- Treviño, C. I., de Investigación, D., y de Riesgos Químicos, S. (2003). Identification de peligros for almacenamiento de sustancias químicas en industrias de alto riesgo en Mexico.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

L. Anexo: Plan analítico de la asignatura de Telemedicina

ANEXO L

Unidades Temáticas	Contenidos de la Unidad	Resultados de Aprendizaje de la Asignatura correspondientes a cada	Indicadores de Logro	TOTAL DE HORAS POR UNIDAD
UNIDAD 1 - Introducción a la informática médica y telemedicina	1.1 Introducción a: Telemedicina, Telecuidado y Telesalud 1.2 Manejo de la telemedicina y telecuidado 1.3 Tipos de servicios de Telemedicina: Teleconsulta, Tele-educación, telemonitoreo, telecirugía.. 1.4 Beneficios y limitaciones de la telemedicina 1.5 Introducción a la Informática médica: Servicios orientados a e-salud	Conoce y aplica las diversas herramientas asociadas al uso de la telemedicina y la informática médica, para optimizar los desempeños profesionales.	Identifica los conceptos y definiciones asociados al uso de servicios médicos a distancia bajo la modalidad de telemedicina Identifica las herramientas aplicadas a sistemas de informática médica.	10
UNIDAD 2 - TIC's en salud y aplicaciones clínicas	2.1 Redes de comunicaciones y arquitecturas orientadas a servicios 2.2 Tipos de Redes de comunicaciones aplicadas a telemedicina: alámbricas e inalámbricas. 2.3 Tecnologías para procesamiento de información médica. 2.4 Tecnologías para almacenamiento, administración y visualización de la	Desarrolla proyectos asociados al uso de las tecnologías de información y comunicación en la atención sanitaria otorgada en todos los niveles de atención.	Aplica las tecnologías de información y comunicaciones para el desarrollo de sistemas de telemedicina en equipos interdisciplinarios de trabajo Aplica los sistemas de informática médica para proveer servicios de	30

	información médica (Cliente-Servidor) 2.5 Aplicaciones de tecnologías para telemedicina: Casos de uso		telemedicina con equipos inter disciplinarios de trabajo	
UNIDAD 3 - Requerimientos, estándares y protocolos de sistemas de telemedicina	3.1 Definición de servicios de medicina especializada a distancia (Niveles de atención sanitaria) 3.2 La E-salud, herramientas y dispositivos: Análisis de requerimientos técnicos 3.3 Tecnologías para seguridad y privacidad de información médica: compresión, criptografía, confidencialidad 3.4 Estándares y protocolos para manejo de información médica: HL7 3.5 Aplicaciones de protocolos telemedicina: Caso de uso	Gestiona y coordina equipos interdisciplinarios de trabajo que permita el desarrollo de la telemedicina y la informática médica en su quehacer profesional.	Conoce los estándares internacionales usados para la gestión de información bajo la modalidad de telemedicina Comprende y aplica estándares y protocolos de protección de información en servicios de telemedicina	30
UNIDAD 4 - Elementos éticos y legales asociados a la telemedicina	4.1 Confidencialidad, derechos del paciente y consentimientos, relación paciente-doctor. 4.2 Aspectos legales y éticos del internet 4.3 Malas prácticas tele-médicas 4.4 Regulación estatal de la telemedicina 4.5 Licencias y acreditación 4.6 Derechos de propiedad intelectual: Leyes al paciente, Patentes y licencias, leyes de derechos de autor	Conoce la normativa y legislación para el uso de telemedicina en la región.	Comprende la normativa y legislación regional para la protección de la información paciente-doctor y el buen uso de plataformas de telemedicina Comprende las implicaciones éticas y legales sobre la prestación de servicios médicos a distancia bajo la modalidad de telemedicina	10

**M. Anexo: Elaboración de modelo de
Procesos para comprender el envío
de datos a un aplicativo empleando
la notación gráfica BPMN**

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo M) Elaboración de modelo de Procesos para comprender el envío de datos a un aplicativo empleando la notación gráfica BPMN.

La creación de modelos de procesos ayuda a comprender el proceso de transferencia de datos fisiológicos a una aplicación, ya que permite desglosar todos los elementos involucrados. Desde sensores que capturan información vital hasta microcontroladores que filtran y organizan esos datos, cada paso se detalla y visualiza claramente. Según cita (Chinosi y Trombetta, 2012), estos modelos son como mapas detallados que muestran el camino que recorren los datos, desde su origen hasta su destino, mostrando cada paso crucial y los dispositivos que intervienen en cada etapa del proceso.

1. Objetivo General

Desarrollar un modelo de procesos mediante la notación gráfica BPMN, con el propósito de clarificar la ejecución de operaciones y mejorar de la comprensión de los diversos pasos involucrados en el proceso de envío de datos a un aplicativo, referente a telemedicina.

2. Objetivos Específicos

1. Realizar la instalación del software Bizagi desde su página oficial como herramienta principal para la representación gráfica (BPMN) de los procesos involucrados en el envío de datos a un aplicativo, referente a telemedicina.
2. Definir las funciones y responsabilidades de los actores clave, incluyendo personal médico, sensores, microcontroladores y dispositivos receptores, en el proceso de envío de datos a un aplicativo, para comprender detalladamente las tareas y roles específicos desempeñados por cada uno dentro de este proceso.
3. Aplicar la notación gráfica (BPMN) para visualizar cada etapa fundamental del proceso de envío de datos a un aplicativo, destacando los pasos esenciales para una representación clara y comprensible, enfocados en resaltar los flujos de trabajo, decisiones, interacciones y roles específicos siguiendo los pasos primordiales del proceso.

3. Marco Teórico

- **BPMN:** Es una nomenclatura visual, muy usado para modelar procesos de negocio, diseñado como una notación de tipo diagrama de flujos, fácil de usar e independiente de la implementación. Para realizar análisis empleando BPMN no es necesario tener conocimiento en algún lenguaje de programación para describir los procesos de negocio en sí, BPMN cuenta con conceptos usados en la programación, como por ejemplo: intercambio de mensajes, condicionales, flujos en paralelo, estados y eventos. (López, 2013)

La notación BPMN se encuentra conformado por un conjunto de elementos gráficos que facilitan el desarrollo de diagramas simples, los elementos son elegidos debido a que son distinguibles y reconocibles. Existen 4 categorías básicas que son las siguientes:

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Objetos de flujo (Compuesto por 3 elementos):
 1. **Eventos:** Es representado con un círculo y representa que algo "pasa" durante un proceso. Y suele tener una causa o un impacto. Hay 3 tipos "inicio", "intermedio" y "fin".
 2. **Actividad:** Es representado con un rectángulo y representa el trabajo que hace la organización. Se divide en actividades y en subprocesos que se distingue por una marca [+] en la parte central de la figura.
 3. **Gateway (puerta de decisión):** Representado por una Figura rombo, usado como control de divergencia o convergencia. Determina las decisiones y crea nuevos caminos.
- **Objetos de conexión:** Se encargan de conectar a los objetos de flujo para crear la estructura de un proceso de negocio:
 1. **Sequence Flow:** Es un flujo de secuencia representada con una línea sólida con cabeza y flecha, usado para mostrar orden en las actividades.
 2. **Sequence Flow:** Este flujo está representado por una línea discontinua con una punta de flecha, se usa para mostrar el flujo de mensajes entre 2 usuarios.
 3. **Association:** Representado por una línea de puntos con una flecha, usado para asociar textos y otros objetos de flujo. Las asociaciones sirven para mostrar entradas y salidas de actividades.
 4. **Swimlanes (canales):** Es un mecanismo para organizar actividades en categorías separadas para ilustrar diferentes funciones o responsabilidades. Existen 2 objetos Swimlanes.
 5. **Pool:** Divide un conjunto de actividades en áreas o entidades.
 6. **Lane:** Es una sub-partición dentro del Pool, se encarga de categorizar las actividades.
- **Sensores biomédicos:** Son dispositivos electrónicos diseñados para medir magnitudes que indican el estado de salud de un paciente. Gracias a los avances en tecnología de fabricación y ciencias de materiales, estos sensores han adquirido un papel fundamental en múltiples facetas de la medicina y la atención médica, incluyendo la prevención, diagnóstico, monitoreo y tratamiento. (Brío García y cols., 2020)
Se clasifican diferentes parámetros:
 - **Según el principio de funcionamiento:** Puede ser activo o pasivo.
 - **Según el tipo de señal eléctrica:** Pueden ser digitales, analógicas o temporales.
 - **Según como se aplica al paciente:** Pueden ser invasivos, no invasivos, mínimamente invasivo e implantables .
- El microcontrolador, componente fundamental en la electrónica, es un dispositivo electrónico encargado de ejecutar procesos lógicos o acciones programados por el usuario en lenguaje ensamblador. Estas instrucciones son introducidas mediante un programador, permitiendo al microcontrolador realizar una variedad de funciones específicas según las necesidades del usuario. (Aguayo, 2004)
- **Microprocesador:** Es un componente empleado en la computación moderna, encargado de ejecutar operaciones de cálculo intensivo y de gestionar la programación de entradas y salidas de datos. Además de estas funciones, el microprocesador también cuenta con dos tipos de memoria: una volátil, que se borra cuando se apaga la computadora, y otra no volátil, que retiene la información incluso cuando la computadora se apaga. Esta combinación de capacidades hace que el microprocesador sea fundamental para el funcionamiento de cualquier sistema informático, ya que coordina y controla una variedad de tareas esenciales para el procesamiento de datos y la ejecución de programas. Reynada (2015)
- **Envío de datos:** La transferencia de datos: Es la técnica utilizada para mover la información que se produce, procesa y almacena en los sistemas de cómputo. Esta técnica es esencial para permitir la comunicación entre diferentes dispositivos, redes y sistemas, facilitando el intercambio de información de manera eficiente y segura, el envío de datos es muy usado en el campo de la Telemedicina (Pérez, 2003)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Recepción de datos: Es el proceso encargado de obtener, capturar o adquirir información procedente de diversas fuentes, que pueden incluir dispositivos, sensores o sistemas, y posteriormente interactuar con sistemas informáticos para su procesamiento y almacenamiento. Este paso es fundamental en el flujo de datos, ya que permite la entrada de información en el sistema, donde será procesada y utilizada para diversas aplicaciones y análisis. Rivera Cetina y cols. (2017)
- Visualización de datos: Representación gráfica de información, la cual tiene como finalidad el comunicar información de forma clara, precisa y eficiente, de manera que se puede contrastar con las diferentes posturas de los autores. (Párraga Mauricio y Yntusca Chuctaya, 2023)

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X
3. Bizagi Modeler

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Instalación de bizagi

1. Antes de comenzar la simulación, es esencial descargar un software capaz de interpretar BPMN, como Bizagi, por ejemplo.
2. Ingresar al siguiente enlace <https://www.bizagi.com/es/plataforma/modeler> crear una cuenta y descargar el programa Bizagi Modeler como se muestra en la **Figura 1**. Posteriormente, llevar a cabo la instalación de manera convencional.

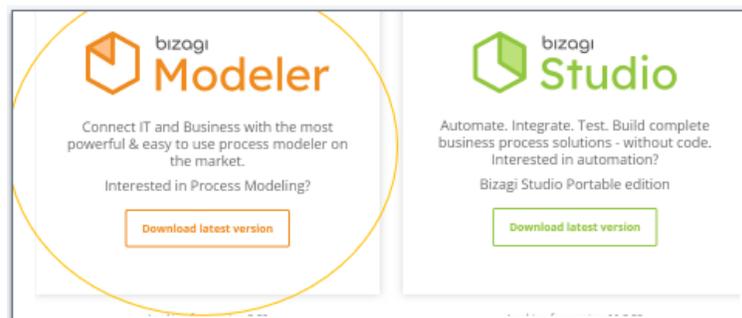


Figura 1: Programa Bizagi Modeler (Bizagi, 2024)

3. Una vez instalado, proceder a ejecutar el programa como se muestra en la **Figura 2**, en la parte izquierda se encuentra los elementos que permitirá realizar los procesos.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

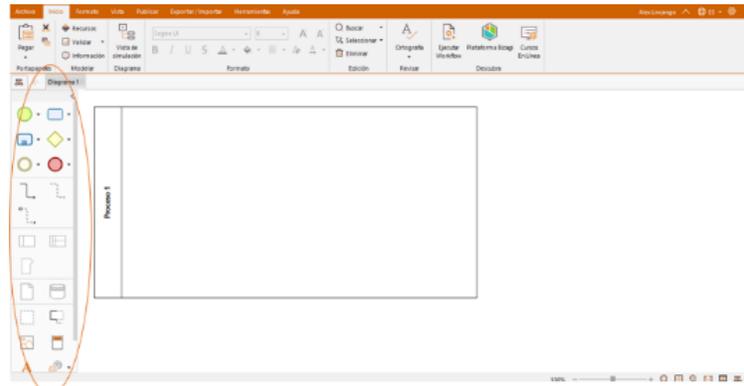


Figura 2: Pantalla inicial de Bizagi Modeler (Bizagi, 2024)

5.2. Desarrollo de diagramas BPMN para proceso de envío de datos

1. En esta práctica de laboratorio, se visualizara mediante notación gráfica los pasos que un “dato” debe atravesar, desde su obtención hasta su visualización en un aplicativo específico.
2. En este proceso intervienen distintos agentes que posibilitan la obtención y el envío de datos fisiológicos. Estos incluyen al médico emisor, los sensores, el microprocesador, la transmisión y recepción de datos, la visualización de la información y el médico receptor como se muestra en la **Figura 3**.

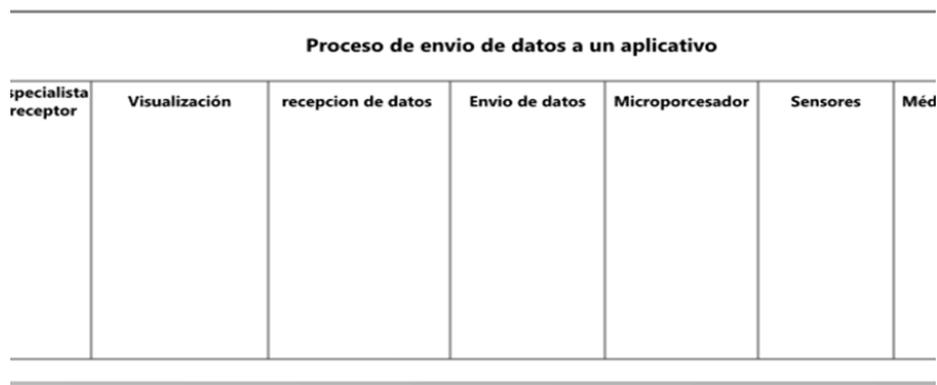


Figura 3: Actores principales presentes en el proceso de envío de datos a un aplicativo (Bizagi, 2024)

3. El proceso de envío de datos comienza cuando el médico emisor solicita la captura de parámetros fisiológicos. Si se dispone de los equipos necesarios para esta captura, los sensores se encargan de recolectar los parámetros. En caso contrario, si no se cuenta con los equipos, no es posible realizar la captura de dichos parámetros como se muestra en la **Figura 4**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

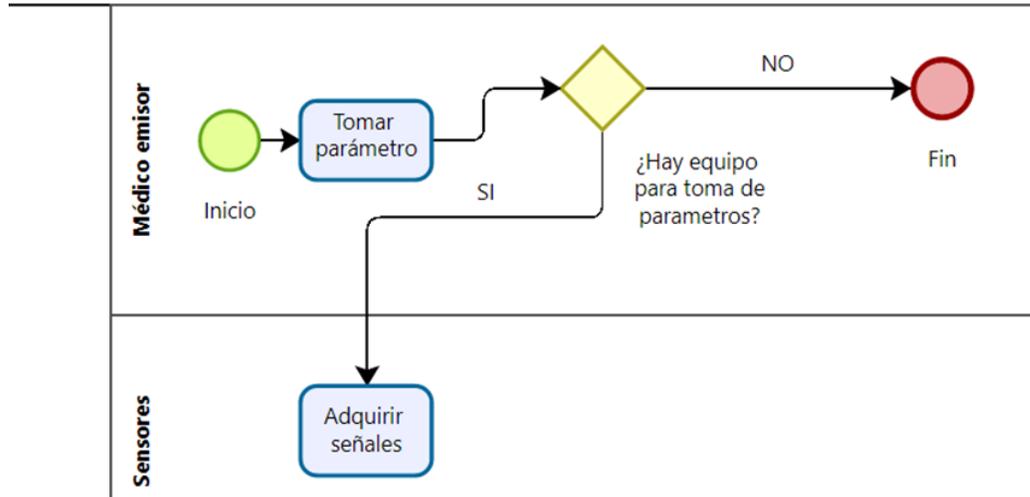


Figura 4: Flujo de secuencias del médico emisor y la adquisición de señales mediante los sensores (Bizagi, 2024)

4. Los sensores se encargan de obtener las señales fisiológicas. Si estos no logran adquirir los parámetros, es necesario reemplazarlos. No obstante, si logran capturar las señales, estas son enviadas al microprocesador para su procesamiento tan como se muestra en la **Figura 5**.

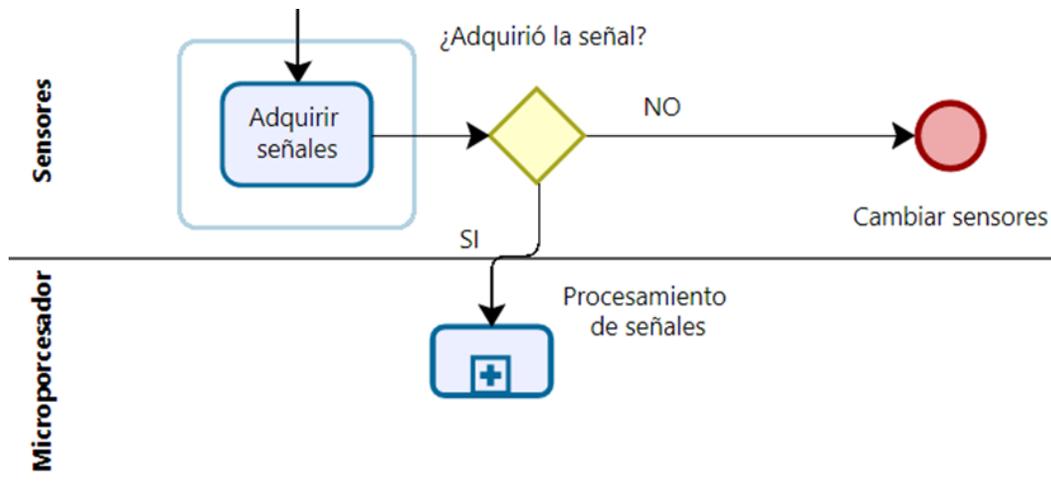


Figura 5: Flujo de secuencias de la adquisición de señales a través de los sensores (Bizagi, 2024)

5. El microprocesador lleva a cabo un proceso secuencial: inicialmente, se encarga de la captura y acondicionamiento de las señales. Posteriormente, procede a procesar estas señales para su posterior preparación antes del envío de datos. Esta secuencia como se muestra en la **Figura 6**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

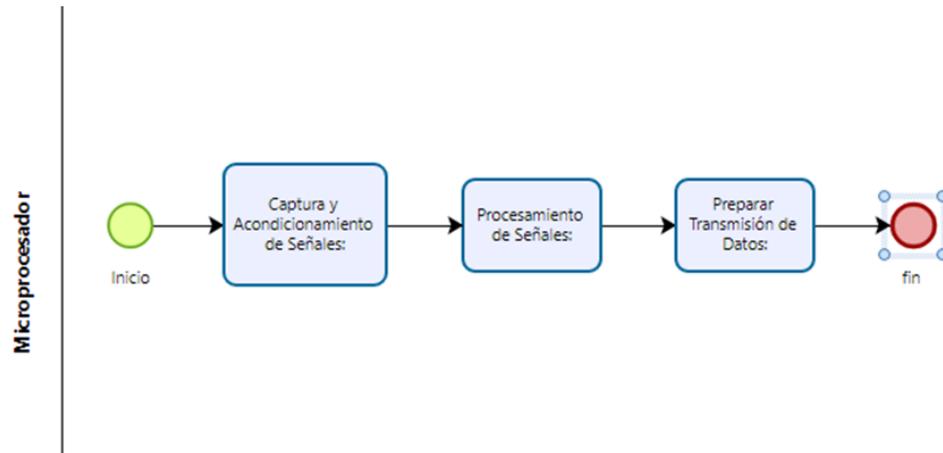


Figura 6: Subproceso del microprocesador para el procesamiento de las señales (Bizagi, 2024)

6. Una vez realizada la transmisión de los datos, se efectúa una verificación para confirmar su envío. En caso de una respuesta negativa, se envía una notificación visual al médico respectivo, informándole sobre la falla en la transmisión de los datos. Por otro lado, si los datos se envían exitosamente, se procede a la etapa de recepción de los mismos como se muestra en la **Figura 7**.

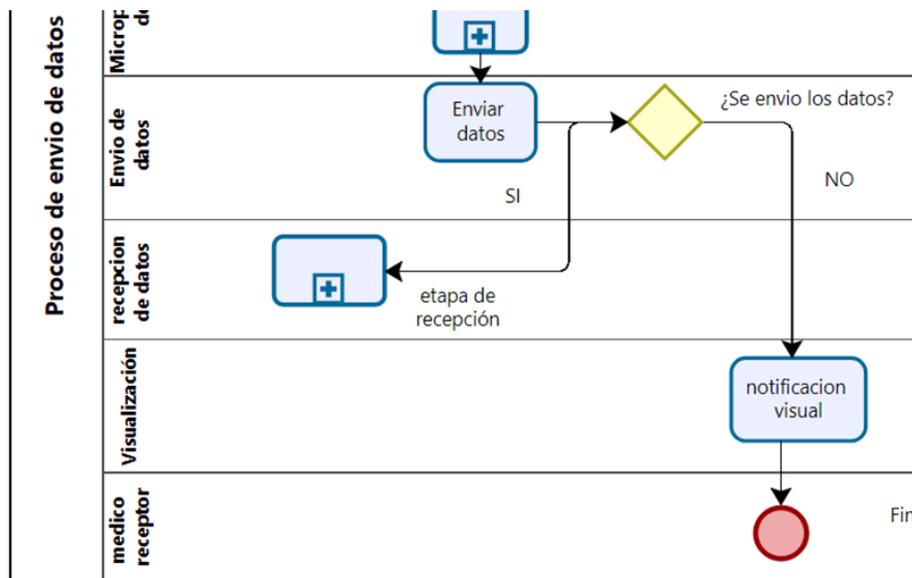


Figura 7: Flujos de secuencia de envío de datos (Bizagi, 2024)

7. Durante la etapa de recepción de datos, se inicia una verificación para confirmar su llegada. En caso de que la confirmación sea negativa, se envía una notificación al usuario indicando la existencia de un error en la recepción de datos. Por el contrario, si se confirma la llegada de los datos, se procede a almacenarlos y registrarlos para, posteriormente, enviar una notificación al usuario tal como se muestra en la **Figura 8**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

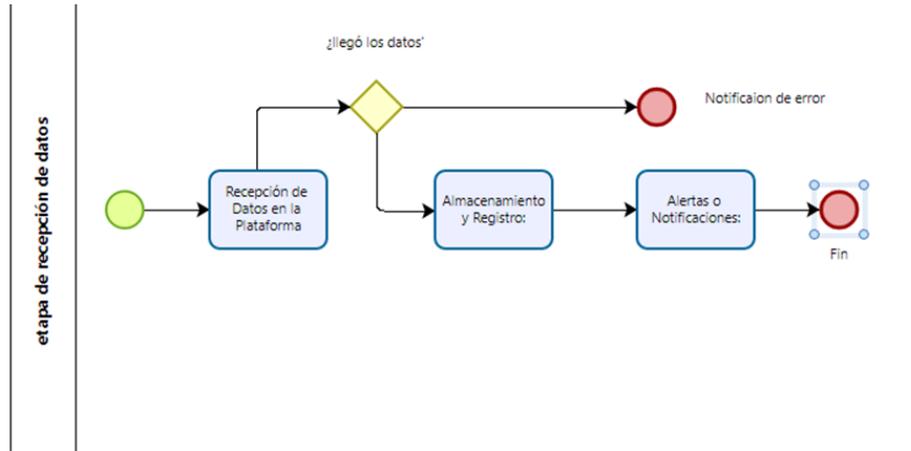


Figura 8: Flujo de secuencias de recepción de datos (Bizagi, 2024)

8. En el caso de una recepción exitosa de los datos, se presentan en la pantalla del dispositivo del médico receptor para su visualización. Estos datos son utilizados por el médico para tomar decisiones pertinentes tal como se muestra en la **Figura 9**.

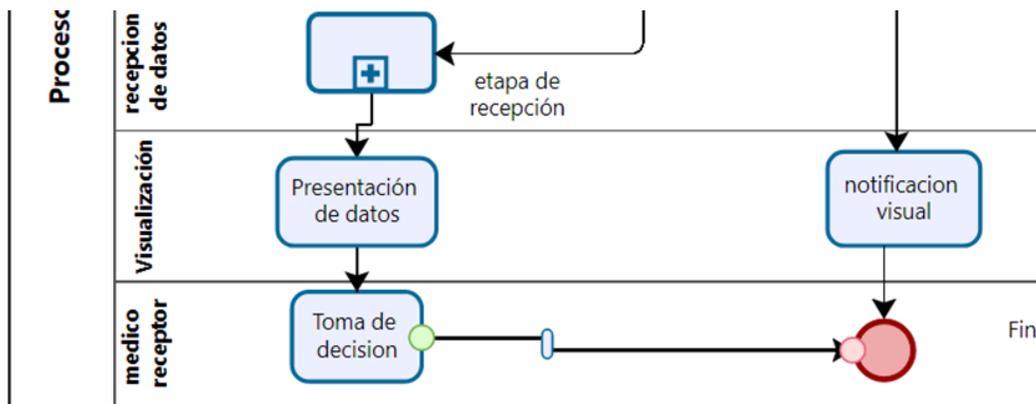


Figura 9: Flujo de secuencias para la recepción de datos (Bizagi, 2024)

9. En la **Figura 10** se ilustra el proceso completo, desde la obtención de un dato hasta su visualización en una aplicación por parte del usuario.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

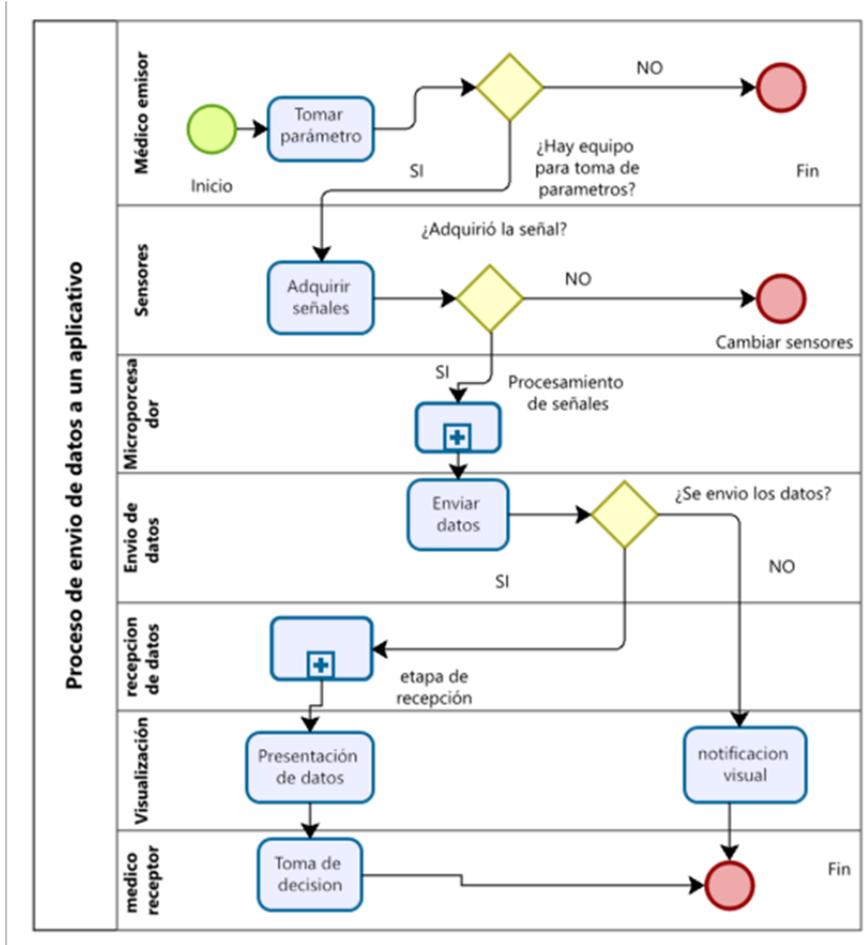


Figura 10: Proceso completo de envío de datos a una aplicación (Bizagi, 2024)

6. ACTIVIDAD

6.1. Proceso de envío de datos a un aplicativo

- Indique 3 ejemplos de sensores biomédicos:
 - Según el tipo de señal eléctrica:

-
- Según el principio de funcionamiento:
-

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Según como se aplica al paciente:

-
- Desarrolle el siguiente ejercicio:

Imaginar a un enfermero que busca enviar parámetros fisiológicos cruciales, como temperatura, frecuencia cardíaca (Bpm), saturación de oxígeno (SpO2) y frecuencia respiratoria, de un paciente hospitalizado, hacia la aplicación móvil del médico tratante. Detalle el proceso de envío de datos considerando y especificando:

1. Los tipos de sensores específicos utilizados para medir los mencionados parámetros.
2. El microprocesador designado para el procesamiento de esta información.
3. El medio seleccionado para la transmisión de estos datos hacia la aplicación móvil.
4. El método empleado para la recepción y almacenamiento de estos datos.
5. El dispositivo o plataforma donde se presentarán y visualizarán estos datos para la evaluación del médico.

7. Conclusiones

- La instalación del software Bizagi desde su página oficial es primordial para representar gráficamente los procesos relacionados con el envío de datos a un aplicativo en el ámbito de telemedicina. Esta herramienta proporciona una plataforma robusta y accesible para la visualización detallada de los procedimientos involucrados.
- La definición precisa de funciones y responsabilidades de los actores clave, como personal médico, sensores, microcontroladores y dispositivos receptores, ha permitido una comprensión detallada de las tareas y roles específicos desempeñados por cada participante en el proceso de envío de datos a un aplicativo. Esto sienta las bases para una ejecución más eficiente y coordinada de estas actividades.
- La aplicación de la notación gráfica BPMN para visualizar las etapas fundamentales del proceso de envío de datos a un aplicativo ha resultado en representaciones claras y comprensibles. Al destacar los pasos esenciales y resaltar los flujos de trabajo, decisiones, interacciones y roles específicos, se logra una representación visual efectiva que sigue los pasos primordiales del proceso, facilitando así la comprensión y optimización de este.

8. Recomendaciones

- Aunque hay otros softwares capaces de interpretar el formato BPMN, se recomienda descargar Bizagi debido a que es mucho más ligero, gratuito y cuenta con cuadros de ayuda en caso de que no se reconozca algún flujo de trabajo.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Referencias

- Aguayo, P. (2004). Introducción al microcontrolador. *Recuperado el, 9*.
- Brío García, A. d., y cols. (2020). Tecnología electrónica en ingeniería biomédica: sensores.
- Chinosi, M., y Trombetta, A. (2012). Bpmn: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1), 124–134.
- López, E. G. (2013). Bpmn: Estándar para modelar procesos de negocio. *INNOTEC Gestión*(5 ene-dic), 56–60.
- Párraga Mauricio, V. H., y Yntusca Chuctaya, R. J. (2023). Visualización de datos.
- Pérez, E. H. (2003). *Tecnologías y redes de transmisión de datos*. Editorial Limusa.
- Reynada, L. P. (2015). *Microprocesadores*.
- Rivera Cetina, W. A., y cols. (2017). Sistema de transmisión y recepción de datos usando radios definidos por software.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

N. Anexo: Simulación de envío de datos fisiológicos a aplicativo móvil empleando el software Proteus

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo N) Simulación de envío de datos fisiológicos a aplicativo móvil empleando el software Proteus

La transferencia inalámbrica de datos se erige como un pilar fundamental en el campo de la telemedicina. Estas tecnologías no solo permite la transmisión remota de información vital de los pacientes, sino que también facilita una atención médica a distancia eficaz, rápida y precisa, transformando la forma en que se brinda la asistencia sanitaria. (Castaño y Carvajal, 2016)

1. Objetivo General

Crear una simulación de transferencia de parámetros fisiológicos hacia una aplicación móvil empleando el software Proteus, para comprender los procesos de envío de datos aplicando estándares y protocolos de seguridad.

2. Objetivos Específicos

1. Diseñar un circuito en Proteus empleando sensores virtuales como el LM35 y el sensor de pulso cardíaco controlados por Arduino, para emular la obtención de parámetros fisiológicos y prepararlos para su posterior envío.
2. Diseña la interfaz de usuario del aplicativo móvil empleando App Inventor para visualizar los datos fisiológicos generados en la simulación de Proteus.
3. Implementar la transmisión de datos desde la simulación en Proteus hacia la aplicación móvil empleando la tecnología de transmisión inalámbrica Bluetooth para visualizar de manera efectiva los parámetros fisiológicos en la interfaz del aplicativo.

3. Marco Teórico

- **Parámetros fisiológicos:** Representan mediciones numéricas de funciones esenciales del cuerpo humano, proporcionan indicios sobre la salud de una persona. Estos indicadores abarcan diversos aspectos del organismo y son herramientas vitales para evaluar la salud, detectar enfermedades, supervisar la efectividad de tratamientos médicos y analizar el estado físico general. La frecuencia cardíaca, la presión arterial, la temperatura corporal y la saturación de oxígeno en la sangre son solo algunos ejemplos de parámetros fisiológicos cruciales que se utilizan en la práctica médica y en la monitorización de la salud. (Mahecha Montero, 2021)
- **Frecuencia cardíaca:** Es el número de veces que el corazón de una persona late en un minuto. Para calcularla, se cuenta el número de latidos cardíacos durante un período de tiempo, generalmente 15 segundos, y luego se multiplica por 4. En humanos, las frecuencias cardíacas normales pueden variar según la edad, el estado físico, la actividad física, el nivel de estrés y otros factores. En reposo, un adulto promedio suele tener una frecuencia cardíaca de alrededor de 60 a 100 latidos por minuto, pero esto puede ser más bajo en personas altamente entrenadas y más alto en personas con ciertas afecciones médicas. Es importante monitorear la frecuencia cardíaca para evaluar la salud cardiovascular y la respuesta del cuerpo a diferentes situaciones. (Mahecha Montero, 2021)
- **Temperatura corporal:** Es una medida de la capacidad del cuerpo para generar y disipar calor, lo que le permite mantenerse relativamente constante a pesar de los cambios en el entorno. Se puede medir en varias zonas del cuerpo, siendo las más comunes la boca, el oído, el recto, la axila e incluso la frente,

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

utilizando termómetros digitales. Es importante monitorear la temperatura corporal, ya que cambios significativos pueden indicar problemas de salud, como infecciones o trastornos metabólicos. Además, la temperatura corporal puede fluctuar según la actividad física, el estado de hidratación y otros factores ambientales. (Mahecha Montero, 2021)

- **Telemedicina:** La telemedicina implica la prestación de servicios médicos de forma remota, conectando diferentes centros clínicos, lo que permite llevar a cabo diagnósticos, cirugías y otros procedimientos a distancia. Este método de atención médica a distancia se apoya en el uso de tecnologías de comunicación modernas, como las TIC, bases de datos, intranet, internet y la transmisión de archivos que pueden incluir imágenes, audios o videos. La telemedicina abarca disciplinas que van más allá de los conceptos tradicionales de la medicina y tiene un impacto significativo tanto en pacientes individuales como en grupos de pacientes (Ibáñez, De Cadena, y Zea, 2007)
- **Tipos de telemedicina:** A lo largo del desarrollo tanto de la medicina como de las tecnologías en telecomunicación, han aparecido diversos tipos de telemedicina los cuales definen su alcance actual, por ejemplo, la teleconsulta, el telemonitoreo, la telecirugía entre otros. (Ena, 2020)
 1. **Telecuidado:** Facilita el seguimiento de un mayor número de pacientes, ayudando en el control de signos y síntomas. Además, favorece la optimización de los tratamientos, tanto farmacológicos como no farmacológicos, lo que resulta en la reducción de las tasas de re-hospitalización y mortalidad. (Jesus, Guerreiro, Alochio, y Ribeiro (2020)
 2. **Telesalud:** La telesalud proporciona servicios médicos con el uso de herramientas TICs a poblaciones o comunidades que no tienen acceso a la salud desde puntos remotos, a diferencia de la telemedicina, la telesalud engloba la emisión o conformación de diagnósticos, vigilancia epidemiológica, gestión e información clínica e investigaciones sobre contenidos de salud y educación médica. (Jorge Fernández y Mérida Hernández (2010)
- **El microcontrolador,** componente fundamental en la electrónica, es un dispositivo electrónico encargado de ejecutar procesos lógicos o acciones programados por el usuario en lenguaje ensamblador. Estas instrucciones son introducidas mediante un programador, permitiendo al microcontrolador realizar una variedad de funciones específicas según las necesidades del usuario. (Aguayo, 2004a)
- **Microprocesador:** Un microcontrolador es un dispositivo electrónico diseñado para ejecutar procesos lógicos mediante la programación en lenguaje ensamblador por parte del usuario. Estos programas son luego introducidos al microcontrolador a través de un programador especializado. (Aguayo, 2004b)
- **Arduino:** Se trata de una plataforma de prototipado electrónico de código abierto que utiliza hardware y software, siendo fácil de utilizar para los usuarios. (Herrador, 2009)
- **Proteus:** Se trata de un sistema de diseño electrónico que combina la creación de esquemáticos, simulación analógica y digital, así como la disposición de componentes en una placa de circuito impreso. Este software comercial es fabricado por Labcenter Electronics. (Barrón, 1970)
- **Transmisión Inalámbrica:** Se refieren a aquellas interacciones entre dispositivos que utilizan el espectro electromagnético para el intercambio de información. (Blázquez, 2015)
- **App Inventor:** Programa que permite crear aplicaciones para Android a través de un navegador web. Emplea un editor Drag and Drop (arrastrar y soltar) para la generación de interfaces gráficas y un sistema de bloques para gestionar el comportamiento de la aplicación. (Almaraz-Menéndez, Maz-Machado, y López, 2015)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X.
3. Visual Studio Code.
4. IDE-ARDUINO.
5. Proteus.
6. Librerías - proteus
7. Librerías - Arduino

5. PROCEDIMIENTO

Debido a la complejidad del proceso y a la limitada disponibilidad de tiempo en el laboratorio de Telemedicina, que cuenta únicamente con una hora a la semana, esta guía de laboratorio se divide en dos fases. La primera fase abarca el diseño del circuito en el programa Proteus y la elaboración del código de programación en Arduino para la obtención de los parámetros fisiológicos, utilizando el sensor de temperatura LM35 y el sensor de pulso cardíaco. La segunda fase se centra en la creación de la interfaz, la configuración del proceso de envío de datos hacia la aplicación móvil y el desarrollo de las actividades propuestas.

PARTE 1

5.1. Diseño del circuito en Proteus

1. Para comenzar, es necesario disponer del software Proteus en tus dispositivos; se sugiere tener la versión 8 para un mejor funcionamiento.
2. Para simular el microcontrolador Arduino en Proteus, se requiere descargar e instalar la librería “Simulino”. Para hacerlo, accede al siguiente enlace: Enlace de descarga <https://www.mediafire.com/file/9867vv8rzorppfc/Arduino.%252BSimulino.rar/file>. Descarga el archivo .rar tal como se muestra en la **Figura 1**.

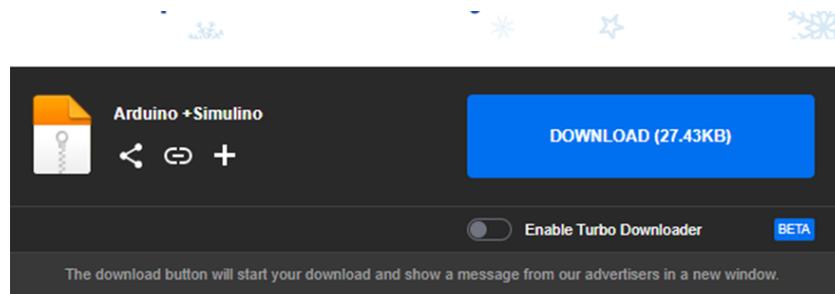


Figura 1: Librería Simulino (Lincango, 2024)

3. Después de descomprimir el archivo .rar, se generarán cuatro archivos. Estos se deben ser copiados y pegados en la carpeta de librerías dentro de la ubicación de archivos del programa x86 de Proteus, tal como se muestra en la **Figura 2**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

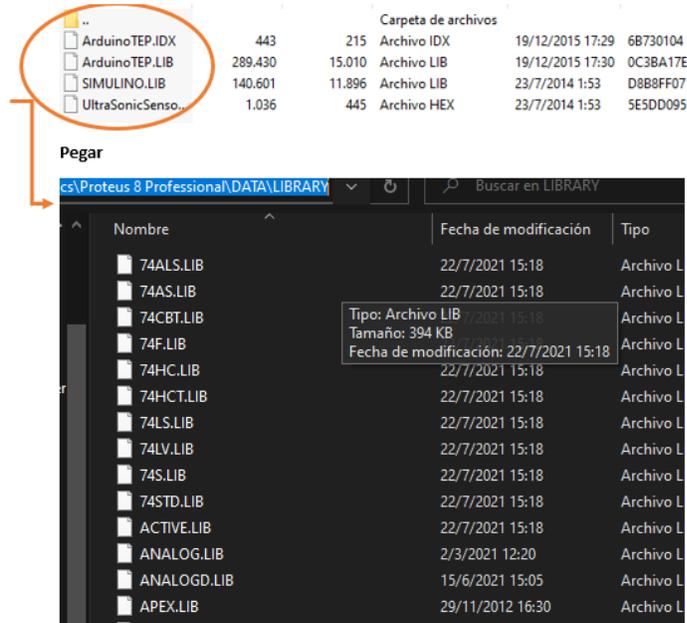


Figura 2: Proceso para instalar librerías de Proteus (Lincango, 2024)

- Para realizar la transmisión inalámbrica, se puede optar por Bluetooth. Descarga e instala la librería específica del módulo Bluetooth HC-05 accediendo al enlace: <https://www.theengineeringprojects.com/2016/03/bluetooth-library-for-proteus.html> seleccionando “Bluetooth Library for Proteus”, tal como se muestra en la **Figura 3**.

» So, first of all, download this Bluetooth Lib
clicking the below button:

[Bluetooth Library for Proteus](#)

Figura 3: Descargar las librerías Bluetooth Library for Proteus (Watson y Nasir, 2016)

- Una vez descargado, proceder a descomprimir el archivo .rar, lo que proporcionará 2 archivos como se muestra en la **Figura 4**. Luego, copiar y pegarlos en la sección de librerías del programa Proteus dentro de la carpeta “Program Files (x86)”.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

9. Ingresar al IDE de Arduino. Antes de comenzar, es crucial tener descargadas dos librerías. La primera es “SoftwareSerial”. Para obtenerla, acceder al enlace: <https://github.com/PaulStoffregen/SoftwareSerial> y descargar el archivo ZIP correspondiente. Además, es necesario instalar también la librería del sensor de pulso. Para hacerlo, acceder al siguiente enlace: <https://github.com/WorldFamousElectronics/PulseSensorPlayground>.
10. Ingresar el siguiente código:

El código utiliza Arduino para medir la temperatura, el pulso cardíaco y la saturación de oxígeno. Emplea sensores como LM35 para la temperatura y un sensor de pulso, junto con un módulo Bluetooth para enviar datos. Realiza lecturas de temperatura, calcula promedios y toma mediciones del pulso, luego evalúa los valores obtenidos asignando puntajes según rangos específicos. Al completar las mediciones, muestra el puntaje total y detiene el proceso.

```

1      #include <SoftwareSerial.h>
2  SoftwareSerial bluetoothSerial(8, 7); // Pin rx y tx
3  int led=10;
4  int fr=0;
5  int sistole=0;
6  int diastole=0;
7
8  // Temperatura
9  const int numReadings = 3; // N mero de lecturas para promediar
10 float readings[numReadings]; // Almacena las lecturas
11 int index = 0; // ndice actual en el array de lecturas
12 float total = 0; // Suma total de las lecturas
13 bool readingsTaken = false; // Bandera para saber si se tomaron las
    lecturas
14 ///////////////
15
16 // Ox metro
17 #define USE_ARDUINO_INTERRUPTS true
18 #include <PulseSensorPlayground.h>
19
20 const int PulseWire = A1;
21 const int LED = LED_BUILTIN;
22 int Threshold = 550;
23
24 PulseSensorPlayground pulseSensor;
25
26 int measurementsTaken = 0;
27
28 void setup() {
29
30     ///////////////
31     pinMode(A2, INPUT);
32     pinMode(A3, INPUT);
33     pinMode(A4, INPUT);
34     //////
35     Serial.begin(9600);
36     bluetoothSerial.begin(9600); Bluetooth
37
38     pulseSensor.analogInput(PulseWire);
39     pulseSensor.blinkOnPulse(LED);

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

40  pulseSensor.setThreshold(Threshold);
41
42  if (pulseSensor.begin()) {
43
44  }
45 }
46
47 void loop() {
48  pinMode(led,OUTPUT);
49  float average;
50  int Spo2;
51  float temp;
52  int myBPM;
53  ///////////////7
54  int scoreMyBPM = 0;
55  int scoreSpo2 = 0;
56  int scoreAverage = 0;
57  int totalScore = 0;
58  ///////////////
59  int fr;
60
61
62
63
64
65  ///////////////
66  if (!readingsTaken) {
67    for (int i = 0; i < numReadings; ++i) {
68      int lm35 = analogRead(A0);
69      temp = (lm35/1024.0)*5000;
70      temp =temp/10;
71      // Agrega la lectura al total
72      delay(1000); // Espera entre lecturas
73    }
74
75    average = temp ; // Calcula el promedio
76
77
78    readingsTaken = true;
79
80    if (measurementsTaken < 3) {
81      if (pulseSensor.sawStartOfBeat()) {
82        myBPM = pulseSensor.getBeatsPerMinute();
83        Spo2 = myBPM + 12;
84
85
86        measurementsTaken++;
87        bluetoothSerial.print(myBPM);
88        bluetoothSerial.print(";");
89        bluetoothSerial.print(Spo2);
90        bluetoothSerial.print(";");
91        bluetoothSerial.print(average, 2);
92        bluetoothSerial.print(";");
93

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

94
95
96     }
97 } else { // Cuando se han tomado ocho mediciones
98     // Indica que las mediciones han terminado
99
100     Serial.println("Finished measuring eight times.");
101     digitalWrite(led,1);
102     if (myBPM >= 60 && myBPM <= 100) {
103         scoreMyBPM = 0;
104     } else if (myBPM >= 51 && myBPM <= 59) {
105         scoreMyBPM = 1;
106     }
107
108     // Evaluar Spo2 y asignar puntaje
109     if (Spo2 >= 94 && Spo2 <= 100) {
110         scoreSpo2 = 0;
111     } else if (Spo2 >= 90 && Spo2 <= 93) {
112         scoreSpo2 = 1;
113     }
114     else if(Spo2 >=86 && Spo2 <=89){
115         scoreSpo2 = 2;
116
117     }
118     else if (Spo2 <=85){
119         scoreSpo2 = 3;
120
121     }
122
123     // Evaluar average y asignar puntaje
124     if (average >= 35.6 && average <= 37.5) {
125         scoreAverage = 0;
126     } else if (average >= 37.6 && average <= 38.4) {
127         scoreAverage = 1;
128     }
129
130     // Sumar los puntajes
131     totalScore = scoreMyBPM + scoreSpo2 + scoreAverage;
132     Serial.println(totalScore);
133
134
135     while (true) {
136
137     }
138 }
139     delay(200);
140 }

```

11. Una vez que el programa se ha ejecutado, copiar el enlace “ino.hex” desde el Serial Plotter. Luego, abrir el Arduino en Proteus haciendo doble clic en el dispositivo y pegar el enlace en la sección de “Program File” tal como se muestra en la **Figura 7**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

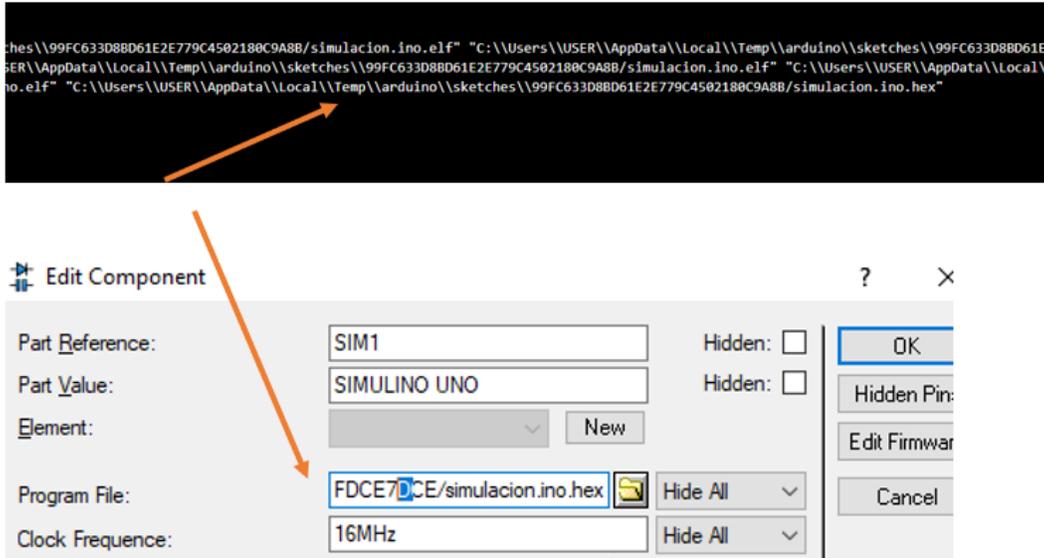


Figura 7: Archivo INO.HEX (Lincango, 2024)

PARTE 2

5.2. Diseño de la interfaz del aplicativo móvil

1. Para crear la interfaz de usuario, se utilizó el programa “APP INVENTOR”. Para comenzar, acceder al siguiente enlace: <https://appinventor.mit.edu/>, crear una cuenta y luego hacer clic en “Get Started new project”.
2. Generar celdas para visualizar los valores y añadir dos botones: uno para establecer la conexión con el Bluetooth y otro para desconectar como se muestra en la **Figura 8**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

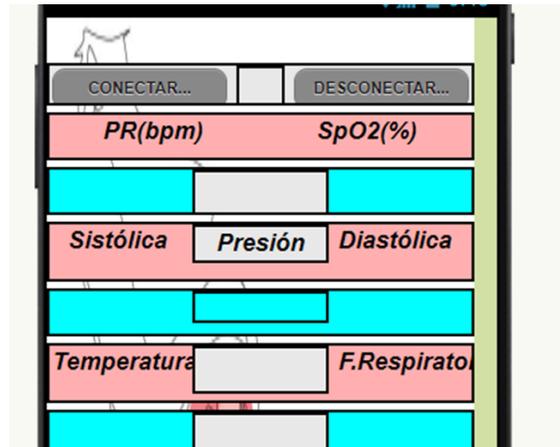


Figura 8: Interfaz de usuario, se visualiza la frecuencia cardiaca y la temperatura, realizada en APP Inventor (Lincango, 2024)

- Este programa prescinde completamente de cualquier lenguaje de programación; en su lugar, emplea bloques que se arrastran y sueltan, siguiendo una secuencia lógica para su funcionamiento como se muestra en la **Figura 9**.



Figura 9: Proceso de diagrama de bloques realizado en APP Inventor (Lincango, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Acceder al enlace <https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=65754690-3245-41f4-9954-43136ab6995e>, desde donde se puede descargar la aplicación ya creada. Solo hace falta hacer clic en “Load App”, tal como se muestra en la **Figura 10**.

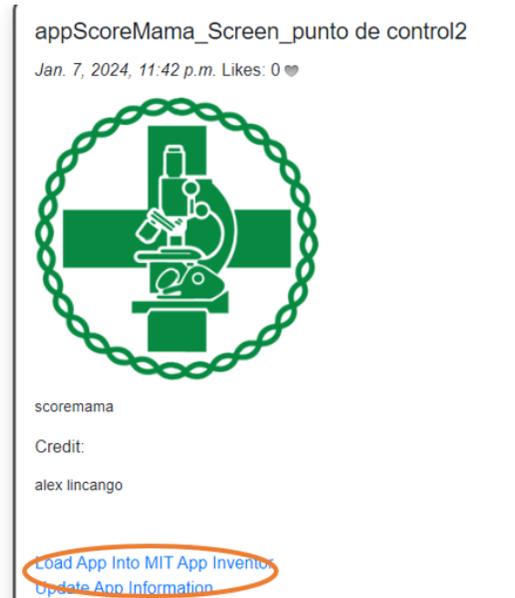


Figura 10: Proceso para descargar la aplicación predeterminada en APP Inventor (Lincango, 2024)

- En el dispositivo móvil, descargar la aplicación MIT AI2 desde la tienda de aplicaciones (Play Store). Esta app permite visualizar la aplicación en desarrollo mediante un código QR, como se muestra en la **Figura 11**.



Figura 11: Código QR para realizar conexión entre el programa APP Designer y la aplicación App Companion (APP INVETOR, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

5.3. Transmisión de datos desde Proteus

1. Acceder a los ajustes de conexión de la PC y seleccionar la opción de “Puertos COM”. Posteriormente, agregar un nuevo puerto, siguiendo los pasos que se muestran en la **Figura 12**.

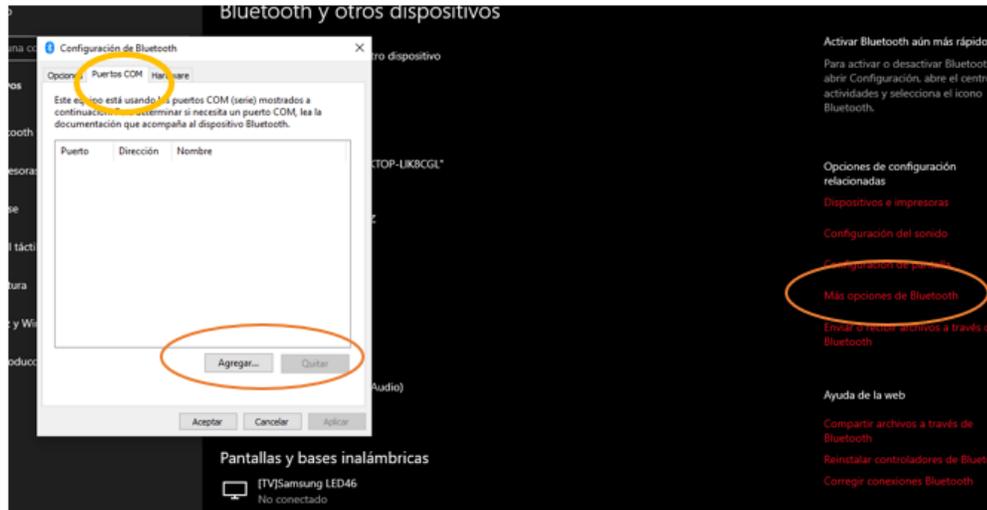


Figura 12: Configuración Bluetooth de la PC del usuario (Lincango, 2024)

2. Crear un nuevo puerto COM entrante, lo que generará un nuevo puerto disponible. Este puerto es el que se debe configurar en el módulo HC-05, como se muestra en la **Figura 13**

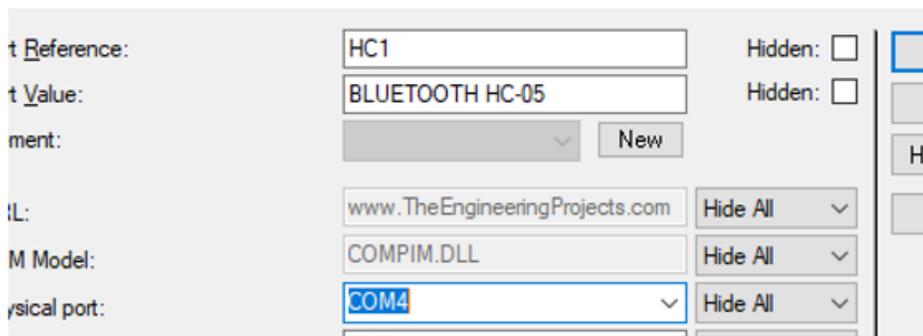


Figura 13: Selección del puerto COM en Proteus para conexión inalámbrica (Lincango, 2024)

3. En Proteus, hacer clic en “Simular”. Luego, en la aplicación en desarrollo, presionar el botón de “Conectar” y seleccionar el dispositivo Bluetooth de nuestra PC, siguiendo los pasos que se muestran en la **Figura 14**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO



Figura 14: Conexión de la aplicación Score Mamá a Bluetooth (Lincango, 2024)

- Esperar brevemente a que los datos lleguen desde Proteus a nuestra app móvil para visualizar la información recopilada tal como se muestra en la **Figura 15**.



Figura 15: Visualización de los parámetros de la frecuencia cardíaca y temperatura en la aplicación Scorer Mamá realizado en APP Inventor (Lincango, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

6. ACTIVIDAD

6.1. Envío de datos fisiológicos a aplicativo móvil

1. Detalle cada etapa del proceso, desde la captura inicial de los parámetros fisiológicos hasta su presentación en la interfaz del aplicativo móvil.

-
2. Investigue sensores capaz de medir la presión arterial, la frecuencia respiratoria y la saturación de oxígeno.

6.2. Visualización de datos

1. Ingrese capturas de los datos observados en la aplicación.

-
2. Realicé una investigación acerca de las bases de datos compatibles con APP INVENTOR capaces de recibir, almacenar y procesar datos para su posterior envío.

Adjuntar capturas que ilustran este proceso.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

7. Conclusiones

- El diseño y la simulación del circuito en Proteus, empleando sensores virtuales como el LM35 y el sensor de pulso cardiaco controlados por Arduino, han demostrado ser una estrategia eficaz para emular la obtención de parámetros fisiológicos. Esta simulación proporciona un entorno controlado para validar la funcionalidad y preparar los datos simulados para su posterior transmisión.
- La creación de la interfaz de usuario del aplicativo móvil mediante el uso de App Inventor resulta una plataforma accesible y amigable. La visualización de los datos fisiológicos generados en la simulación de Proteus se presenta de manera clara y comprensible para el usuario final, facilitando la interpretación de los parámetros simulados.
- La implementación exitosa de la transmisión de datos desde la simulación en Proteus hacia la aplicación móvil, utilizando la tecnología Bluetooth, ha llevado a una visualización efectiva de los parámetros fisiológicos en la interfaz del aplicativo. Esta conexión inalámbrica permite una experiencia más versátil y sin restricciones, mejorando la utilidad y la portabilidad del sistema.

8. Recomendaciones

- Se recomienda descargar las bibliotecas tanto para Proteus como para el IDE de Arduino desde los enlaces proporcionados con anterioridad, debido a que han sido previamente probadas y se certifica que funcionan correctamente. Estas bibliotecas son fundamentales para el desarrollo de los proyectos de laboratorio.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Aguayo, P. (2004a). Introducción al microcontrolador. *Recuperado el, 9*.
- Aguayo, P. (2004b). Introducción al microcontrolador. *Recuperado el, 9*.
- Almaraz-Menéndez, F., Maz-Machado, A., y López, C. (2015). Tecnología móvil y enseñanza de las matemáticas: una experiencia de aplicación de app inventor. *Revista Épsilon, 32*(91), 77–86.
- Barrón, M. (1970). Uso didáctico del software de ayuda al diseño electrónico “proteus”.
- Blázquez, J. P. (2015). Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos. *Universitat Oberta de Catalunya*, 10–14.
- Castaño, E. Y. P., y Carvajal. (2016). Estado actual de la telemedicina: una revisión de literatura. *Ingeniare*(20), 105–120.
- Ena, J. (2020). Telemedicina aplicada a covid-19. *Revista clinica espanola, 220*(8), 501.
- Herrador, R. E. (2009). Guía de usuario de arduino.
- Ibáñez, C. R., De Cadena, Á. Z., y Zea, A. T. (2007). Telemedicina: introducción, aplicación y principios de desarrollo. *Ces Medicina, 21*(1), 77–93.
- Jesus, M. A. R. d., Guerreiro, S. P. C. S., Alochio, K. V., y Ribeiro, M. T. S. (2020). Telecuidado como una estrategia de salud para la adhesión del paciente con insuficiencia cardíaca-revisión integrativa. *Enfermería Global, 19*(58), 591–639.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Jorge Fernández, M., y Mérida Hernández, R. (2010). Telemedicina: futuro o presente. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 9(1), 0-0.

Librerías de sensores para arduino en proteus. (2023, enero). <https://microchipotle.com/librerias-de-sensores-para-arduino-en-proteus/>. (Accessed: 2024-2-15)

Lincango, A. (2024).

Mahecha Montero, T. L. (2021). Análisis de los parámetros fisiológicos de monitoreo en pacientes caninos y felinos internados en la uci en la clínica veterinaria punto vet, medellín colombia.

Watson, D., y Nasir, S. Z. (2016, marzo). *Bluetooth library for proteus*. <https://www.theengineeringprojects.com/2016/03/bluetooth-library-for-proteus.html>. (Accessed: 2024-2-15)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

Ñ. Anexo: Diseño de una infraestructura de comunicación de red LAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema: (Anexo Ñ) Diseño de una infraestructura de comunicación de red LAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario.

La telesalud ha revolucionado la atención de servicios médicos al posibilitar la interacción a distancia entre profesionales de la salud y pacientes. En este entorno, es fundamental tener una infraestructura de comunicación de red LAN bien diseñada y configurada. Garantizando una conexión consistente y de alta velocidad, facilitando el intercambio segura de datos médicos y optimizando la atención médica. Además, una red LAN segura protege la confidencialidad de los datos y permite segmentar la red para priorizar el tráfico de telesalud. (Adrian, Dadarlat, y Cebuc, 2013)

1. Objetivo General

Diseñar una infraestructura de red LAN utilizando el programa de simulación de redes, Cisco Packet Tracer para comprender los tipos de redes de comunicaciones aplicadas en entornos hospitalarios.

2. Objetivos Específicos

1. Comprender los conceptos fundamentales de los dispositivos utilizados a la hora de configurar una red LAN para fortalecer la capacidad para diseñar, implementar y mantener eficazmente las redes que respaldan las comunicaciones en una infraestructura hospitalaria.
2. Seleccionar los dispositivos de red apropiados, tales como switches, routers, servidores y equipos para configurarlos utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer, para la implementación efectiva de una infraestructura de red LAN en un entorno hospitalario.
3. Configurar y asignar direcciones IP a los dispositivos de red en Cisco Packet Tracer con el propósito de establecer una conectividad solida dentro de la red LAN de la infraestructura hospitalaria, asegurando una eficiente comunicación entre dispositivos.

3. Marco Teórico

- Cisco packet tracer: Proporciona un potente mecanismo de aprendizaje electrónico que ofrece una combinación única de experiencias de simulación y visualización realistas. (Adrian y cols., 2013)
- Red LAN: Una red informática es un sistema que permite compartir recursos y comunicarse entre varias computadoras y dispositivos electrónicos, ya sea en entornos empresariales o en el uso cotidiano. Ofrece disponibilidad de conexiones y puede clasificarse en dos tipos principales: redes inalámbricas y redes alámbricas. (Mora, 2004)
 1. **Las redes inalámbricas:** Permite la comunicación sin necesidad de cables conductores, utilizando tecnologías como pueden ser Wi-Fi, Bluetooth o infrarrojos. Ofrece flexibilidad y movilidad, ya que los dispositivos pueden conectarse a la red desde cualquier lugar dentro del alcance de la señal inalámbrica. (Mora, 2004)
 2. **redes alámbricas:** Emplean cables conductores para establecer la comunicación entre dispositivos. Esto garantiza una conexión más estable y segura, con una mayor velocidad de transferencia de datos. Son comunes en entornos donde se requiere una alta velocidad y fiabilidad de la conexión, como en oficinas o centros de datos. (Mora, 2004)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- IP: Una dirección IP es una cadena de números separados por puntos utilizado como identificador para permitir el envío de información entre dispositivos en una misma o diferente red. Estas direcciones se expresan como un conjunto de cuatro números, cada número puede variar de 0 a 255. Por ejemplo, una dirección IP típica se muestran así: 192.168.1.1. estos números representa una parte específica de la dirección, indicando la red, el subgrupo, el host y la subred. Las direcciones IP son fundamentales para el funcionamiento de Internet y las redes locales, ya que permiten que los dispositivos se comuniquen entre sí y accedan a los recursos compartidos en la red. (Vidal, 2022)
- Gateway(Puerta de enlace): También conocido como Puerta de Enlace, cumple una función fundamental al consolidar la conexión con todos los dispositivos de la red. Su principal función consiste en operar como una entrada centralizada que procesa localmente las señales de la red del usuario. Además de direccionar el tráfico de datos entre diversos dispositivos en la red, el Gateway también se encarga de administrar el acceso a Internet, facilitando la comunicación entre los dispositivos de la red local y los servidores externos. Se trata de un componente esencial para dirigir de manera eficiente el flujo de datos dentro de la red y garantizar una conexión estable y segura para todos los dispositivos conectados. (Vidal, 2022)
- Switches: Ayuda a conectar dispositivos con el fin de compartir recursos dentro de una red de área local (LAN). (Shaw, 2022)
- Router: Son dispositivo fundamentales en las redes informáticas, empleado para gestionar y dirigir el flujo de datos entre diferentes redes. Este dispositivo opera mediante la transmisión de datos a través de ondas electromagnéticas, lo que le permite emitir señales de datos y establecer conexiones inalámbricas y alámbricas. (Andreu, 2011)
- DNS: Sistema de Nombres de Dominio, facilita la localización de equipos y servicios en Internet a través de nombres descriptivos organizados jerárquicamente. Funciona mediante un mecanismo de consulta y respuesta que asigna direcciones IP a nombres de dominio, permitiendo así la navegación en la web de forma más accesible y comprensible para los usuarios.(Saras González, 2015)
- Firewall:Los firewalls son sistemas de seguridad que gestionan el acceso a Internet de una red privada. Sin un firewall, los servidores están expuestos a ataques cibernéticos que pueden comprometer su seguridad y privacidad. Estos dispositivos son esenciales para proteger la red y sus recursos de amenazas externas, garantizando así un entorno seguro y confiable para el intercambio de datos y servicios en línea.(Cuenca, 2016)
- Servidor DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol, es un servidor que asigna direcciones IP automáticamente a los dispositivos de una red. Esta asignación se realiza dinámicamente, lo que significa que los dispositivos obtienen direcciones IP de manera temporal, lo que simplifica la administración de la red al evitar conflictos de direcciones IP. (Moreno Madrona, 2016)
- Cable Ethernet: Es un tipo de cable de red, llamado también como cable CAT 5 o cable RJ-45, se emplea para conectar dispositivos de red caseros a través de una interfaz muy similar a un conector de teléfono. Un cable Ethernet tiene más pines metálicos que un cable de teléfono estándar cuenta con 8 pines o cables en comparación con 4 pines y se conecta en una interfaz o toma ligeramente más ancha como lo hace un cable de teléfono. (Fernández Barcell y cols., 2014)
Existen dos configuraciones para realizar una conexión:
 1. **Conexión directa:** Son cables que conectan un concentrador con un nodo de red según la norma T568.B, los hilos están agrupados a conectores RJ-45 en ambos finales para conectar ordenadores con los concentradores o equipos de comunicación. (Arenas, 2014)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
---	--

2. **Conexión cruzada:** Se debe armar según el estándar T568-A y el otro según el estándar Ts66-B. Esto hace que los pares de transmisión y recepción queden cruzados, lo que permite que se produzca la comunicación, usado para conectar dos ordenadores directamente. En ethernet 10BASE-TX solo se usan cuatro hilos. (Fernández Barcell y cols., 2014)

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X
3. Cisco Packet tracer

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Seleccionar y configurar los dispositivos de red LAN

1. Antes de comenzar con la simulación para desarrollar la red hospitalaria, es necesario descargar el programa Cisco Packet Tracer. Para ello, acceder a la página principal a través del siguiente enlace: <https://www.netacad.com/es/courses/packet-tracer>. En esta página, crear una cuenta y descargar el programa e instalarlo.
2. Una vez instalado Cisco, acceder y se mostrará la pantalla principal como se muestra en la **Figura 1**.

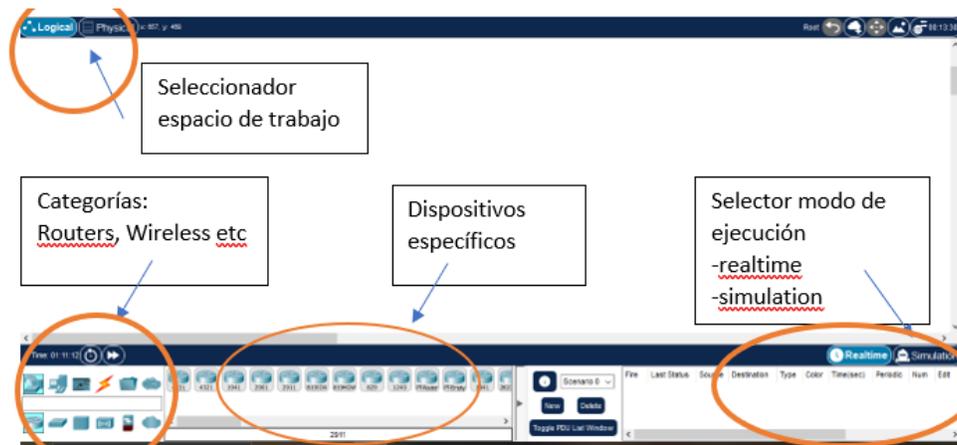


Figura 1: Pantalla principal Cisco (Cisco Packet Tracer, 2024)

3. Para esta práctica de laboratorio, se realizará el siguiente ejercicio para entender como desarrollar una red LAN, considerar algunos aspectos de configuración que son los siguientes:
 - a) Dirección de red: 192.168.22.1
 - b) Router: HOMEROITER PT-AC con la dirección IP de puerta de enlace o gateway 192.168.22.1

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

- c) Servidor DHCP: 192.168.22.2 (asigna direcciones IP desde 192.168.22.100 hasta 192.168.22.200)
- d) Servidor DNS: 8.8.8.8
- e) Switch troncal
- f) Switch de servicios generales
- g) Switch de dirección médica
- h) Impresora con la dirección IP 192.168.12.8
- i) En la red de servicios generales, hay dos computadoras con direcciones IP estáticas: 192.168.22.20 y 192.168.200.21.
- j) En la red de dirección médica, hay dos computadoras con direcciones IP dinámicas.

4. Para comenzar, es necesario realizar la configuración del router según las indicaciones del ejercicio. En este caso, se especifica el uso del Router HOMEROITER PT-AC. Para seleccionar este dispositivo, dirigirse a la sección de categorías, tal como se puede muestra en la **Figura 2**.

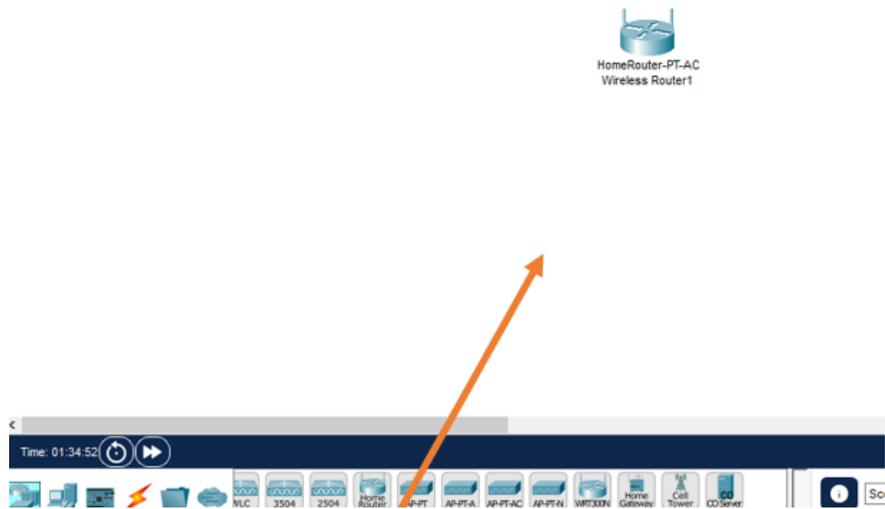


Figura 2: Selección de Router de la sección de categorías (Cisco Packet Tracer, 2024)

5. Para iniciar la configuración del router, hacer clic en la sección “GUIDE”. En la opción “Internet Connection Type”, seleccionar “Automatic Configuration - “Router IP”, el ejercicio sugiere establecer la dirección IP en 192.168.22.1, y en la opción de DHCP Server, seleccionar “Disabled”. Finalmente, clic en “Guardar”, tal como se muestra en la **Figura 3**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

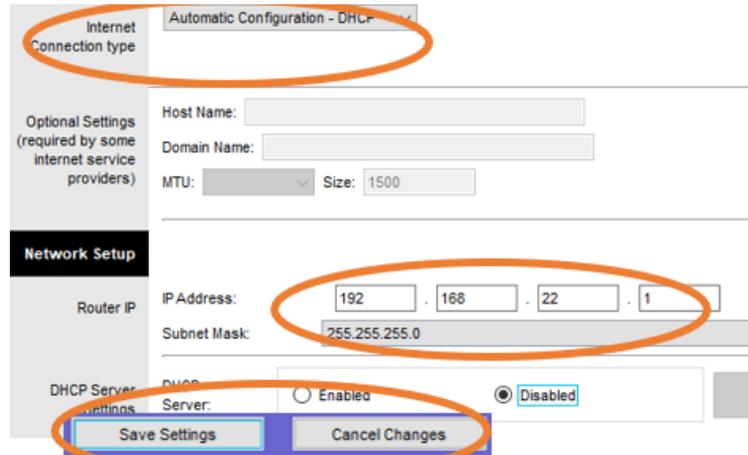


Figura 3: Configuración IP de Router (Cisco Packet Tracer, 2024)

6. Después de haber configurado el router, el ejercicio especifica la necesidad de incorporar cuatro switches (trunk, servicios generales, departamento médico y sala de servidores), como se muestra en la **Figura 4**.

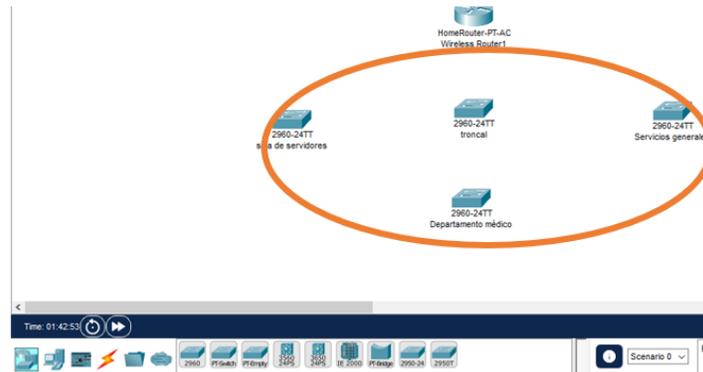


Figura 4: Configuración de los 4 Switches (Cisco Packet Tracer, 2024)

7. La conexión entre el router y el switch troncal se establece mediante un cable Ethernet directo, mientras que para enlazar los switches entre sí, se utiliza un cable Ethernet cruzado. En Cisco Packet Tracer, al seleccionar un cable directo, hacer clic en el ícono del “rayo” y elegir el icono de una línea recta. En cambio, para utilizar un cable cruzado, seleccionar el icono con líneas entrecortadas. Para realizar la conexión, hacer clic en el dispositivo, seleccionar “Ethernet 0-1” y repetir este proceso para conectar todos los dispositivos, tal como se muestra en la **Figura 5**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

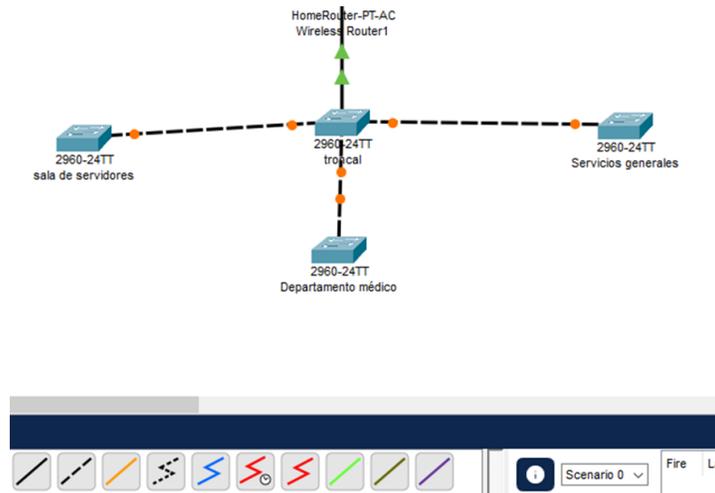


Figura 5: Conexion Switches empleando cable Ethernet de forma cruzada (Cisco Packet Tracer, 2024)

8. En el ejercicio, se indica colocar un servidor. Para ello, hacer clic en “Servicios” y seleccionar el “SERVER-PT”. Luego arrastrar hacia el área de trabajo. hacer clic en el servidor y seleccionar “DESKTOP”, después “IP CONFIG”. En la sección de “Static”, se solicitará completar algunas opciones. En la sección de “IPv4 Address”, ingresar el IP 192.168.2.2. En la sección de “Subnet Mask”, se deja en automático. Para “Default Gateway”, colocar el valor indicado en el ejercicio: 192.168.22.1. En “DNS Server”, ingresar 8.8.8.8, tal como se muestra en la **Figura 6**.

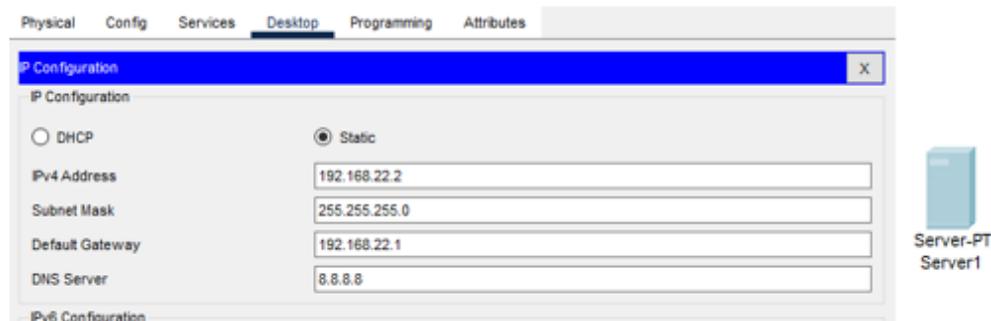


Figura 6: Configurar de la IP de los servidores (Cisco Packet Tracer, 2024)

9. A continuación, seleccionar “Services” y “DHCP”. Configurar la sección de “Default Gateway” y en “Start IP Address” colocar 192.168.22.100. Finalmente, guardar tal como se muestra en la **Figura 7**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

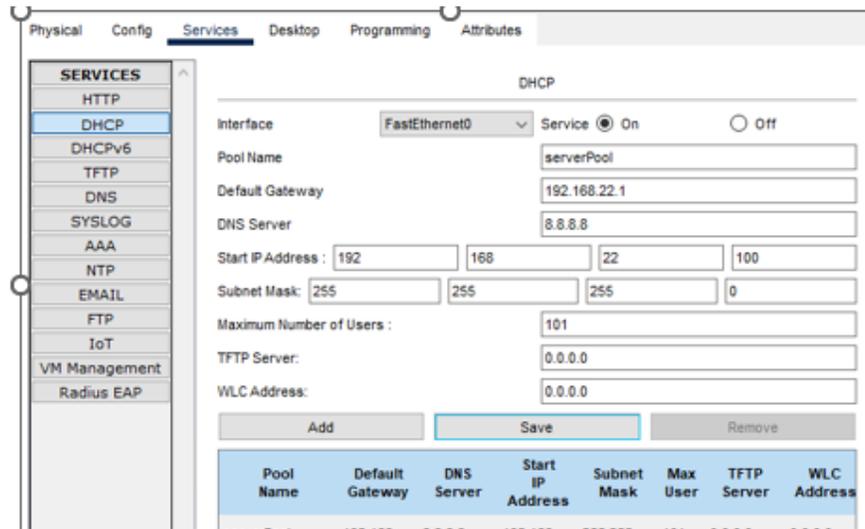


Figura 7: Configuración DHCP de los servidores (Cisco Packet Tracer, 2024)

10. Posteriormente, conectar el servidor (SERVER-PT) al switch (sala de servidores) mediante un cable Ethernet directo, como se muestra en la **Figura 8**.

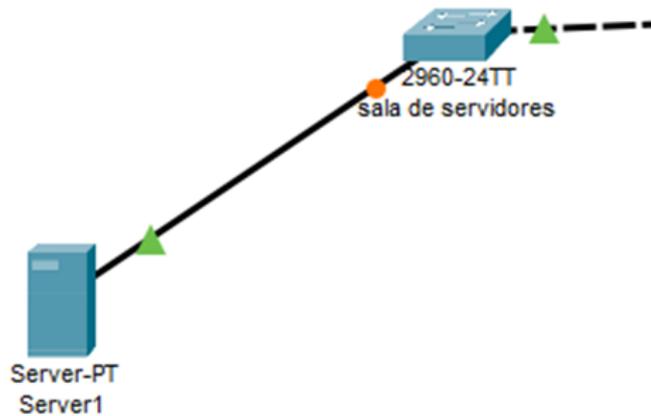


Figura 8: Conexión Serve-sWITCH empleando cable Ethernet (Cisco Packet Tracer, 2024)

11. En esta etapa del ejercicio, se indica colocar 2 PCs en el departamento de médicos, 2 PCs en el departamento de servicios generales y una impresora que pueda ser utilizada por ambos departamentos, como se muestra en la **Figura 9**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

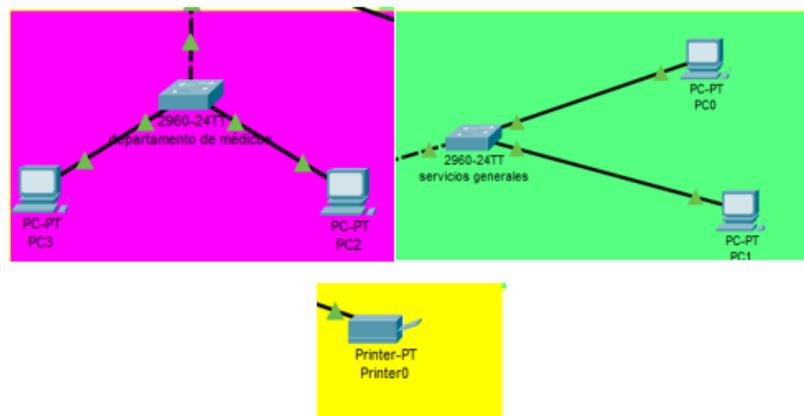


Figura 9: Dispositivos PC's e impresora conectados a diferentes Switches (Cisco Packet Tracer, 2024)

5.2. Configuración de dispositivos

1. Comenzar configurando la impresora. hacer clic en el ícono y seleccionar la sección de “Config”. Luego, elegir “FastEthernet()” y en la parte de IP configuration, el ejercicio especifica que se trata de una IP estática. En el campo IPv4 Address, ingresar la siguiente dirección IP: 192.168.22.8, y la Subnet Mask se configura automáticamente, tal como se muestra en la **figura 10**.

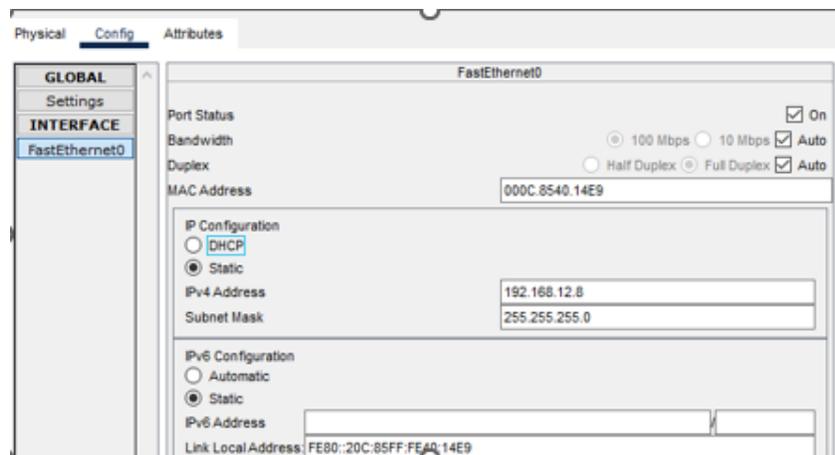


Figura 10: Configuración IP de la impresora (Cisco Packet Tracer, 2024)

2. Para configurar una PC, hacer clic en el icono y seleccionar “Desktop”. Luego, en “IP Config”, si se requiere una IP estática, seleccionar “Static” y en el campo IPv4 colocar la dirección IP indicada por el ejercicio, en este caso, 192.168.22.102. La “Subnet Mask” se configura automáticamente, el “Default Gateway” es 192.168.22.1, y finalmente, el “DNS Server” se establece en 8.8.8.8, como se muestra en la **Figura 11**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

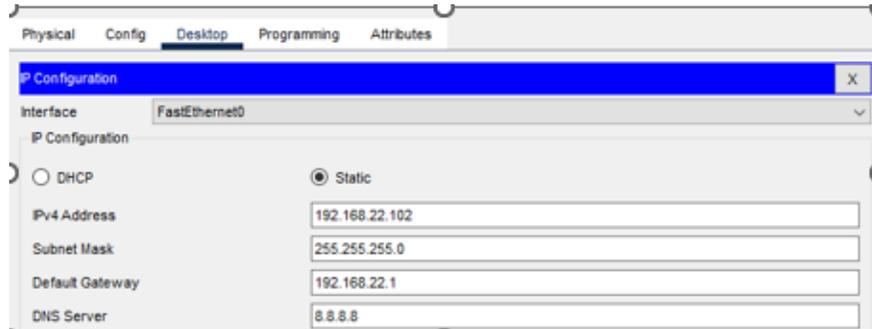


Figura 11: Configuración IP Static de la Pc (Cisco Packet Tracer, 2024)

3. En caso de necesitar una IP dinámica, seguir los mismos pasos, pero en la sección de “IP Configuration” seleccionar DHCP.
4. Para verificar la correcta realización de las conexiones, utilizar el icono de un mensaje ubicado en la parte superior. Seleccionar un dispositivo y luego otro. Si aparece el mensaje “SUCCESSFUL”, indica que la conexión está establecida correctamente. Si aparece “FAIL”, hay algún error de conexión. En el caso de “NO PORT“, significa que los puertos deben ser colocados correctamente tal como se muestra en la **Figura 12**.

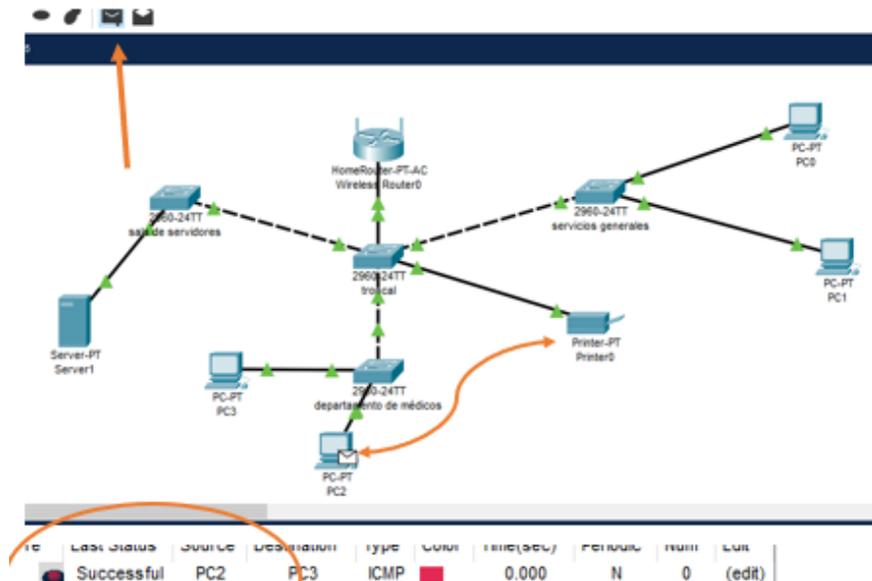


Figura 12: Verificar conexión (Cisco Packet Tracer, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

6. ACTIVIDAD

6.1. Seleccionar y configurar los dispositivos de red.

- ¿Cuándo se utiliza una configuración directa o cruzada en un cable Ethernet?

-
- ¿Cuál es la función y utilidad de los switches en una red?

-
- ¿Qué significa IP y cuáles son los diferentes tipos que existen?
-

Desarrolle el siguiente ejercicio:

6.2. Configuración de Conexión Alámbrica en el Área de Servicios Generales

Desarrolle el siguiente ejercicio:

Establecer una conexión alámbrica para un piso en el área de servicios generales del hospital INOVAXELA, tomando en cuenta la siguiente configuración:

1. **Router (HOMEROITER PT-AC):**

- Funciona como el gateway con la dirección IP: 192.168.22.1.

2. **Servidor DHCP:**

- Configurado con la dirección IP: 192.168.22.2.
- Asigna direcciones IP dinámicas desde 192.168.22.1 hasta 192.168.22.100.

3. **Servidor PT:**

- Conectado al switch de servidores.

4. **PC con IP Dinámico:**

- Conectado al switch de servicios generales (oficina 1).
- Obtendrá una dirección IP dinámica del servidor DHCP.

5. **PC con IP Estático (192.168.22.5):**

- Conectado al switch de servicios generales (oficina 1).

6. **Switch de Servicios Generales (Oficina 1 - SWITCH1 - 2960):**

- Conectado al router para proporcionar conectividad al área.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Conectado al servidor PT, PC con IP estático y otros dispositivos.

7. Switch de Servicios Generales (Oficina 2 - SWITCH2 - 2960):

- Conectado al router para extender la red al área de servicios generales (oficina 2).
- Conectado a PCs con IP estáticas y dinámicas.

8. Switch de Servidores (SWITCH3 - 2960):

- Conectado al router para gestionar la conectividad de los servidores.

9. Configuración de DNS:

- En el router, configurado para utilizar el servidor DNS con la dirección IP: 8.8.8.8.

10. Impresora:

- Asignada la dirección IP estática: 192.168.22.10.
- Conectada al switch de servicios generales (oficina 1).

11. Oficina 1 (2 PCs Dinámicos y 2 PCs Conectados a un Access Point):

- PCs dinámicos conectados al switch de servicios generales (oficina 1).
- Dos PCs adicionales conectados a un Access Point, ofreciendo flexibilidad de conexión inalámbrica.

12. Oficina 2 (2 PCs con IP Estáticas y 2 PCs Dinámicos):

- Dos PCs con direcciones IP estáticas conectados al switch de servicios generales (oficina 2).
- Dos PCs adicionales con direcciones IP dinámicas conectados al mismo switch.

Esta configuración proporciona una conexión alámbrica sólida para el área de servicios generales, garantizando asignaciones de IP adecuadas, conectividad efectiva y adaptabilidad a necesidades específicas de oficinas dentro del mismo piso del hospital INOVAXELA.

Ingrese capturas

7. Conclusiones

- La adquisición de conocimientos sobre los conceptos fundamentales de los dispositivos utilizados para configurar una red LAN ha logrado portalecer nuestra capacidad para diseñar, implementar y mantener de manera efectiva las redes que respaldan las comunicaciones en una infraestructura hospitalaria. Esta comprensión sólida es esencial para abordar las complejidades y desafíos específicos de la conectividad en el ámbito médico.
- La selección y configuración de dispositivos de red, como switches, routers, servidores y equipos, mediante el uso del programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer, han sido fundamental para la implementación exitosa de una infraestructura de red LAN en el entorno hospitalario.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- La configuración precisa y para la asignación de direcciones IP a los dispositivos de red en Cisco Packet Tracer han sido fundamentales para establecer una conectividad sólida dentro de la red LAN de la infraestructura hospitalaria. Este proceso garantiza una comunicación eficiente entre los dispositivos, contribuyendo directamente a la mejora de las operaciones y las comunicaciones en el ámbito hospitalario.

8. Recomendaciones

- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Adrian, Dadarlat, V., y Cebuc, E. (2013). Integrating cisco packet tracer with moodle platform: Support for teaching and automatic evaluation. En *2013 roedunet international conference 12th edition: Networking in education and research* (pp. 1–6).
- Andreu, J. (2011). *Redes inalámbricas (servicios en red)*. Editex.
- Arenas, A. (2014). *Cableado estructurado: Norma eia tia 568*. Tesca: Commite.
- Cuenca, J. (2016). Firewall o cortafuegos. *Universidad Nacional de Loja*.
- Fernández Barcell, M., y cols. (2014). Medios de transmisión.
- Mora, M. A. (2004). Tecnologías para redes lan inalámbricas. *Télématique*, 3(1), 79–93.
- Moreno Madrona, N. (2016). Configuración de un servidor dhcp en linux.
- Saras González, C. (2015). Análisis de vulnerabilidades del dns.
- Shaw, K. (2022). ¿ qué es un'switch'o conmutador de red y cómo funciona? *Computerworld Spain*, NA–NA.
- Vidal, B. I. R. (2022). *Desarrollo e implementación de una aplicación programable simple para automatizaciones de domótica a través de una puerta de enlace tipo gateway* (Tesis Doctoral no publicada). Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile).

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

O. Anexo: Diseño de una infraestructura de comunicación de red WLAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo O) Diseño de una infraestructura de comunicación de red WLAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para un entorno hospitalario.

La importancia de diseñar una infraestructura de comunicación de red WLAN (Red de Área Local Inalámbrica) en el contexto de la telemedicina radica en la necesidad de dar conectividad inalámbrica confiable y segura con el objetivo de facilitar la comunicación y la transferencia de datos médicos en entornos remotos. Al crear o diseñar una infraestructura de red WLAN adecuada, se garantiza que los profesionales del área de salud y los pacientes puedan acceder a los servicios de telemedicina de manera eficiente, permitiendo por ejemplo consultas médicas virtuales, monitoreo de pacientes y transmisión de datos en tiempo real entre otras funciones. Cisco Packet Tracer proporciona una plataforma de simulación que permite planificar y probar la configuración de la red WLAN, asegurando un despliegue exitoso y una conectividad estable para respaldar la atención médica a distancia.

1. Objetivo General

Diseñar una infraestructura de red WLAN utilizando el programa de simulación de redes, Cisco Packet Tracer para comprender los tipos de redes de comunicaciones aplicadas en entornos hospitalarios.

2. Objetivos Específicos

1. Comprender los conceptos fundamentales de los dispositivos utilizados para configurar una red WLAN utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer para fortalecer la capacidad para diseñar, implementar y mantener eficazmente las redes que respaldan las comunicaciones en una infraestructura hospitalaria.
2. Seleccionar los dispositivos de red apropiados, tales como switches, routers, servidores y equipos para configurarlos utilizando el programa de simulación de redes Cisco Packet Tracer, para la implementación efectiva de una infraestructura de red WLAN en un entorno hospitalario.
3. Configurar y asignar direcciones IP a los dispositivos de red en Cisco Packet Tracer con el propósito de establecer una conectividad sólida dentro de la red WLAN de la infraestructura hospitalaria, asegurando una eficiente comunicación entre dispositivos.

3. Marco Teórico

- Cisco Packet Tracer: Proporciona un potente mecanismo de aprendizaje electrónico que ofrece una combinación única de experiencias de simulación y visualización realistas. (Petcu, Iancu, Peculea, Dadarlat, y Cebuc, 2013)
- Red WLAN: Es un sistema donde varios dispositivos, como computadoras personales, impresoras, laptops, asistentes digitales personales (PDAs) y servidores, se interconectan y comunican entre sí sin requerir conexiones físicas mediante cables. En lugar de depender de cables físicos, estos dispositivos utilizan emisiones de radiofrecuencia para transmitir datos a través del aire, lo que les otorga flexibilidad y movilidad en su conectividad dentro del área de cobertura de la red. Las redes WLAN son cada vez más comunes en entornos domésticos y empresariales debido a su conveniencia y capacidad para brindar acceso a la red en múltiples ubicaciones sin la limitación de cables físicos. (Mora, 2004)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- IP: Una dirección IP es una cadena de números separados por puntos utilizado como identificador para permitir el envío de información entre dispositivos en una misma o diferente red. Estas direcciones se expresan como un conjunto de cuatro números, cada número puede variar de 0 a 255. Por ejemplo, una dirección IP típica se muestran así: 192.168.1.1. estos números representa una parte específica de la dirección, indicando la red, el subgrupo, el host y la subred. Las direcciones IP son fundamentales para el funcionamiento de Internet y las redes locales, ya que permiten que los dispositivos se comuniquen entre sí y accedan a los recursos compartidos en la red. (Vidal, 2022)
- Gateway(Puerta de enlace): También conocido como Puerta de Enlace, cumple una función fundamental al consolidar la conexión con todos los dispositivos de la red. Su principal función consiste en operar como una entrada centralizada que procesa localmente las señales de la red del usuario. Además de direccionar el tráfico de datos entre diversos dispositivos en la red, el Gateway también se encarga de administrar el acceso a Internet, facilitando la comunicación entre los dispositivos de la red local y los servidores externos. Se trata de un componente esencial para dirigir de manera eficiente el flujo de datos dentro de la red y garantizar una conexión estable y segura para todos los dispositivos conectados. (Vidal, 2022)
- Switches: Ayuda a conectar dispositivos con el fin de compartir recursos dentro de una red de área local (LAN). (Shaw, 2022)
- Router: Son dispositivo fundamentales en las redes informáticas, empleado para gestionar y dirigir el flujo de datos entre diferentes redes. Este dispositivo opera mediante la transmisión de datos a través de ondas electromagnéticas, lo que le permite emitir señales de datos y establecer conexiones inalámbricas y alámbricas. (Andreu, 2011)
- DNS: Sistema de Nombres de Dominio, facilita la localización de equipos y servicios en Internet a través de nombres descriptivos organizados jerárquicamente. Funciona mediante un mecanismo de consulta y respuesta que asigna direcciones IP a nombres de dominio, permitiendo así la navegación en la web de forma más accesible y comprensible para los usuarios.(Saras González, 2015)
- Firewall:Los firewalls son sistemas de seguridad que gestionan el acceso a Internet de una red privada. Sin un firewall, los servidores están expuestos a ataques cibernéticos que pueden comprometer su seguridad y privacidad. Estos dispositivos son esenciales para proteger la red y sus recursos de amenazas externas, garantizando así un entorno seguro y confiable para el intercambio de datos y servicios en línea.(Cuenca, 2016)
- Servidor DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol, es un servidor que asigna direcciones IP automáticamente a los dispositivos de una red. Esta asignación se realiza dinámicamente, lo que significa que los dispositivos obtienen direcciones IP de manera temporal, lo que simplifica la administración de la red al evitar conflictos de direcciones IP. (Moreno Madrona, 2016)
- Cable Ethernet: Es un tipo de cable de red, llamado también como cable CAT 5 o cable RJ-45, se emplea para conectar dispositivos de red caseros a través de una interfaz muy similar a un conector de teléfono. Un cable Ethernet tiene más pines metálicos que un cable de teléfono estándar cuenta con 8 pines o cables en comparación con 4 pines y se conecta en una interfaz o toma ligeramente más ancha como lo hace un cable de teléfono. (Fernández Barcell y cols., 2014)
Existen dos configuraciones para realizar una conexión:
 1. **Conexión directa:** Son cables que conectan un concentrador con un nodo de red según la norma T568.B, los hilos están agrupados a conectores RJ-45 en ambos finales para conectar ordenadores con los concentradores o equipos de comunicación. (Arenas, 2014)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

2. **Conexión cruzada:** Se debe armar según el estándar T568-A y el otro según el estándar Ts66-B. Esto hace que los pares de transmisión y recepción queden cruzados, lo que permite que se produzca la comunicación, usado para conectar dos ordenadores directamente. En ethernet 10BASE-TX solo se usan cuatro hilos. (Fernández Barcell y cols., 2014)

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X
3. Cisco Packet tracer

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Seleccionar y configurar los dispositivos de red WLAN

1. Antes de comenzar con la simulación para desarrollar la red hospitalaria WLAN, es necesario descargar el programa Cisco Packet Tracer. Para ello, acceder a la página principal a través del siguiente enlace <https://www.netacad.com/es/courses/packet-tracer>. En esta página, se deberá crear una cuenta y descargar el programa e instalarlo.
2. Una vez instalado Cisco, acceder y se mostrará la pantalla principal como se muestra en la **Figura 1**.



Figura 1: Pantalla principal Cisco (Cisco Packet Tracer, 2024)

3. Para esta práctica de laboratorio, se realizará el siguiente ejercicio para entender como desarrollar una red WLAN, considerar algunos aspectos de configuración que son los siguientes:
 - Router PT-AC-1 (Gateway): 192.168.22.1
 - 1 PC con dirección IP dinámica.
 - 1 PC con dirección IP estática: 192.168.22.5.
 - DNS: 8.8.8.8
 - Impresora: 192.168.22.10

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

4. Primero configurar el router. Para ello, seleccionar el router PT-AC desde las categorías y lo ubicar en el área de trabajo, como se muestra en la **Figura 2**.



Figura 2: Selección de Router de la sección de categorías (Cisco Packet Tracer, 2024)

5. Dar doble clic en el icono del router y se abrirá un panel de control. Seleccionar “config” y luego “Wireless 2.4g” para configurar el SSID, en donde se ingresa un nombre, en este caso, se ingresó “hospital_INOVAXELA”. Luego, seleccionar la opción WPA2-PSK e ingresar una contraseña de 10 dígitos, tal como se muestra en la **Figura 3**.

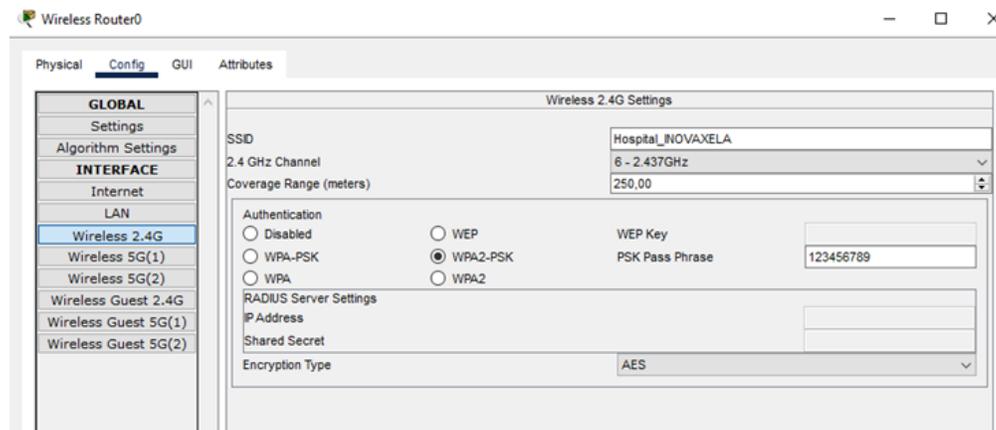


Figura 3: Configuración Wireless 2.4 G de Router (Cisco Packet Tracer, 2024)

6. A continuación seleccionar la opción “GUI”, y en la opción “INTERNET CONNECTION TYPE”, elegir “AUTOMATIC CONFIGURATION - DHCP”. En la sección “IP ADDRESS”, colocar 192.168.22.1 y hacer clic en “Guardar”, como se muestra en la **Figura 4**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

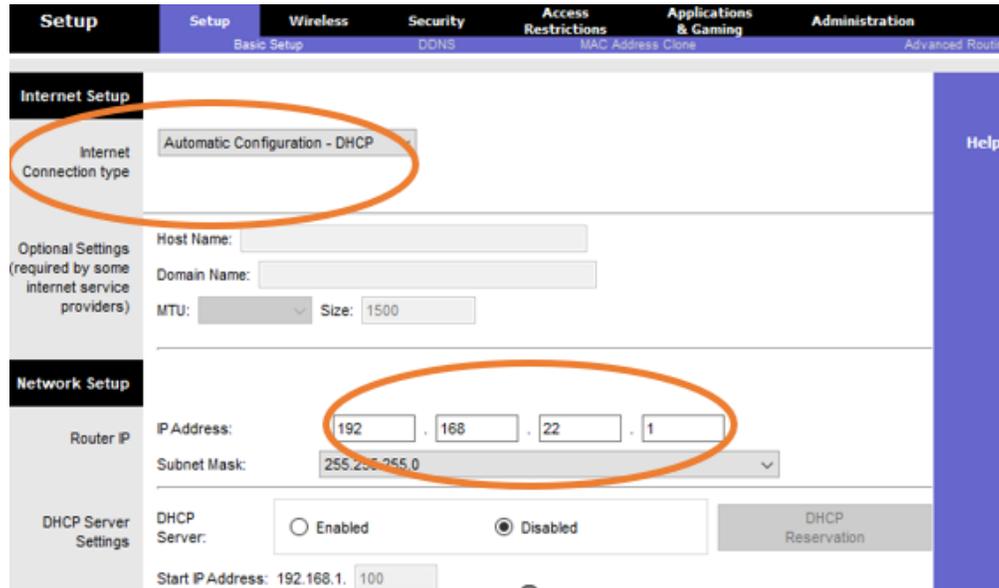


Figura 4: Configuración IP Address del Router (Cisco Packet Tracer, 2024)

7. A continuación, seleccionar dos dispositivos, un PC y una laptop, que configurar para que tengan la opción de conectarse de forma inalámbrica con el router, tal como se muestra en la **Figura 5**.

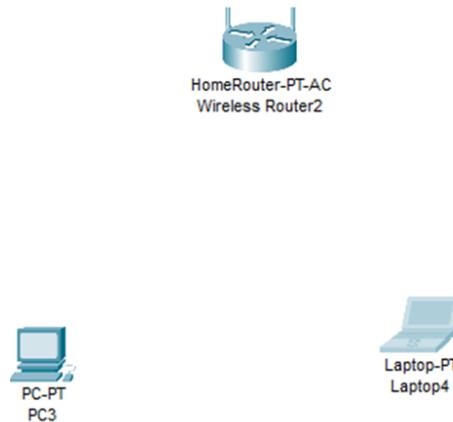


Figura 5: Dispositivo PC y laptop listos para configurar (Cisco Packet Tracer, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

8. Empezando por la PC, dar clic en su ícono y seleccionar la opción “config”. Luego, en la sección “Settings”, como se muestra en la **Figura 6**, en la sección “Gateway”, colocar la IP 192.168.22.5 y en la sección “DNS Server”, colocar 8.8.8.8.

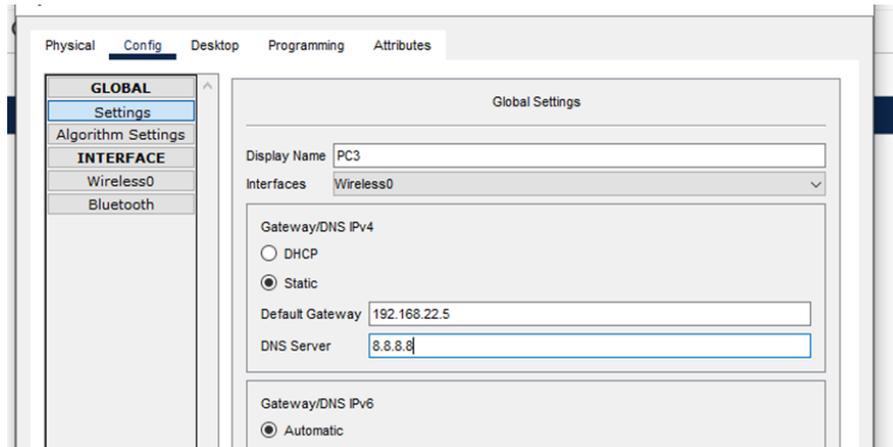


Figura 6: Configuración Gateway, DNS de la PC (Cisco Packet Tracer, 2024)

9. Una vez configura la sección “Config” luego seleccionar la opción “Desktop” y luego seleccionar “pc Wireless”, tal como se muestra en la **Figura 7**.

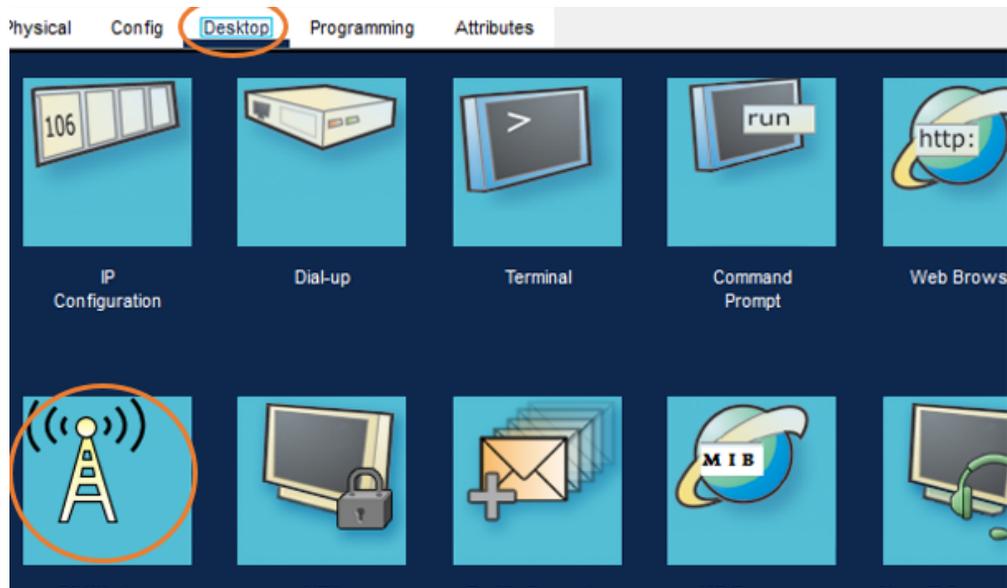


Figura 7: Configuración Wifi de la Pc (Cisco Packet Tracer, 2024)

10. A continuación, dar clic en la sección “Connect”. En la pantalla aparecerá la red se creó anteriormente; seleccionar y dar clic en “Conectar”, tal como se muestra en la **Figura 8**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

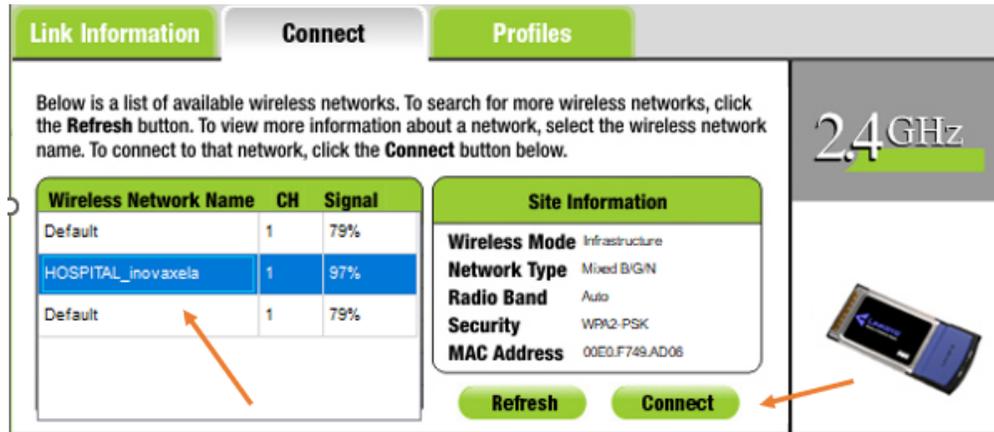


Figura 8: Conexión de la PC a la red WiFi (Cisco Packet Tracer, 2024)

11. Aparecerá la opción de colocar la contraseña. Ingresar la contraseña y nuevamente dar clic en “Conectar”, y el equipo ya estará listo, tal como se muestra en la **Figura 9**.

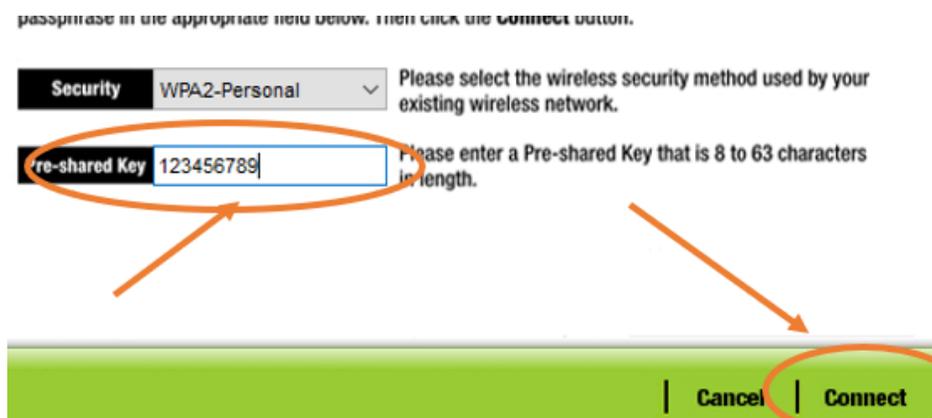


Figura 9: Ingreso de la contraseña de la red WiFi (Cisco Packet Tracer, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

12. Ahora para configurar la PC. Dar clic en el icono, luego seleccionar “Desktop” y después “IP Config”. Como el ejercicio se debe colocar una “IP dinámica”, seleccionar la opción “DHCP” y guardar, como se muestra en la **Figura 10**.

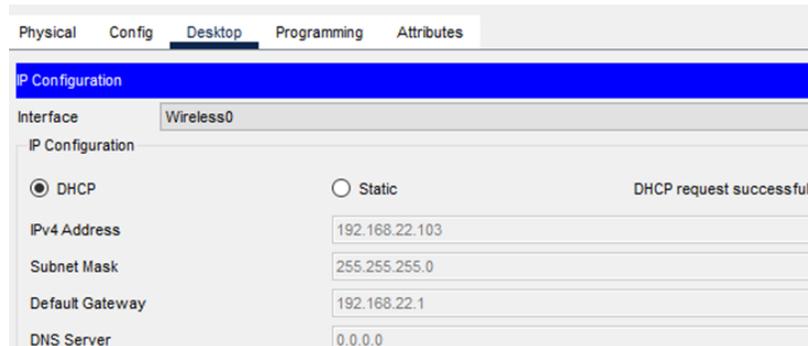


Figura 10: Configuración IP de la laptop (Cisco Packet Tracer, 2024)

13. Para verificar la conexión con el router, se mostrarán unas líneas entrecortadas que van desde el dispositivo hacia el PC, como se muestra en la **Figura 11**. El ejercicio indica que se deba realizar una conexión con una impresora con una IP estática, que en este caso sería: 192.168.22.10.

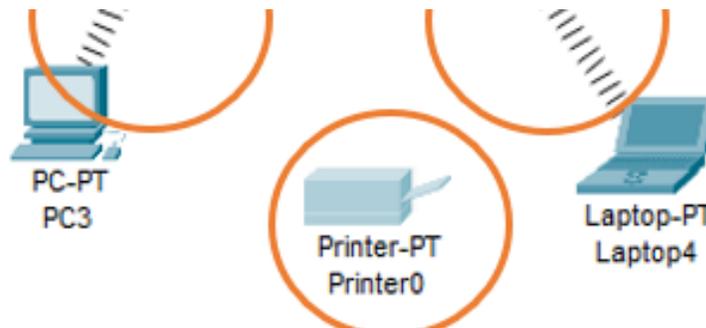


Figura 11: Verificación de una conexión inalámbrica (Cisco Packet Tracer, 2024)

14. Dar clic en el icono de la impresora y luego en “Config”. En la sección de “Settings”, colocar en “Default Gateway” la siguiente puerta de enlace: 192.168.22.10. En “DNS Server”, ingresar 8.8.8.8. A continuación, seleccionar la opción “Wireless()” y en la sección de configuración de IP (IPv4), colocar 192.168.22.10, dejando que la máscara de subred sea automática tal como se muestra en la **Figura 12**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

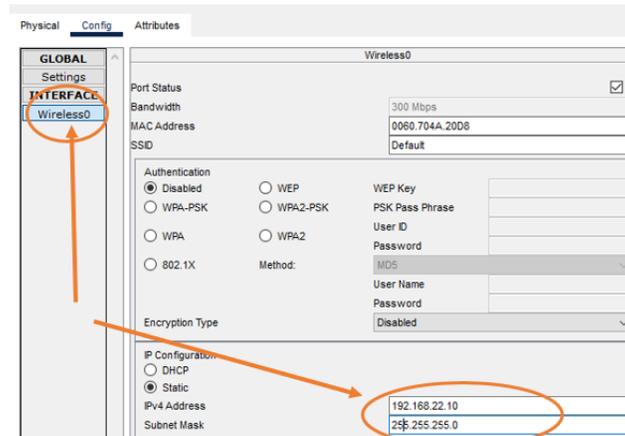


Figura 12: Configuración Wireless de la impresora (Cisco Packet Tracer, 2024)

15. Una vez configurados los 3 dispositivos, verificar la existencia de la conexión. Para ello, seleccionar la carta que se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla y la colocar en un dispositivo y luego en otro. Si aparece “Successful” en la parte inferior izquierda, significa que la conexión es correcta. Repetir este proceso con todos los equipos, tal como se muestra en la **Figura 13**.

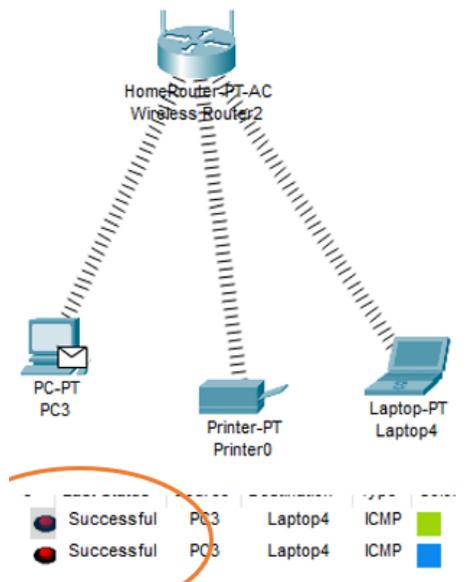


Figura 13: Validación de una correcta conexión inalámbrica de los dispositivos (Cisco Packet Tracer, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

6. ACTIVIDAD

6.1. Seleccionar y configurar los dispositivos de red

- ¿Ventajas y desventajas de la conexión WLAM ?

-
- ¿Qué diferencias hay entre una red WLAN de 2.4 GHz y una de 5 GHz?

-
- Explique la diferencia entre los modos de operación de una red WLAN: infraestructura y ad hoc.
-

6.2. Diseño e Implementación de una red WLAN para una infraestructura hospitalaria empleando Cisco Packet Tracer

El objetivo es crear una infraestructura hospitalaria que permita la conexión de dispositivos médicos inalámbricos a un servidor central. Sigue los siguientes pasos:

Configuración del Router:

- Selecciona un router inalámbrico de Cisco Packet Tracer.
- Configura el nombre de la red inalámbrica (SSID) como “TelemedicinaWLAN”.
- Establece una contraseña segura para la red inalámbrica utilizando el protocolo WPA2-PSK.

Configuración del Servidor de Telemedicina:

- Añade un servidor a la red que actúe como un servidor central para la telemedicina.
- Configura el servidor para gestionar datos médicos, como imágenes de radiografías o historiales médicos electrónicos.
- Asigna al servidor una dirección IP estática, por ejemplo, 192.168.22.20.

Dispositivos Médicos Inalámbricos:

- Introduce al menos dos dispositivos médicos inalámbricos en la red. Pueden ser monitores de signos vitales, cámaras médicas u otros dispositivos relacionados con la telemedicina.
- Configura estos dispositivos para conectarse de forma inalámbrica a la red “TelemedicinaWLAN”.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Configuración de Seguridad Específica para Telemedicina:

- Implementa medidas de seguridad adicionales, como cifrado de extremo a extremo, para garantizar la confidencialidad de los datos médicos transmitidos.

Interconexión y Pruebas:

- Conecta los dispositivos médicos inalámbricos al servidor de telemedicina y realiza pruebas para asegurar la transmisión segura de datos.
- Verifica la capacidad de los dispositivos médicos para acceder y enviar datos al servidor central.

Ingrese capturas

7. Conclusiones

- La comprensión de los conceptos fundamentales relacionados con los dispositivos utilizados en la configuración de una red WLAN, utilizando Cisco Packet Tracer, ha permitido fortalecer nuestra capacidad para diseñar, implementar y mantener de manera eficiente las redes que respaldan las comunicaciones en una infraestructura hospitalaria. Esta base de conocimientos sólida sienta las bases para abordar desafíos y demandas de conectividad en un entorno médico.
- La selección y configuración cuidadosa de dispositivos de red, como son los switches, routers, servidores y equipos, mediante Cisco Packet Tracer, ha sido fundamental para la implementación exitosa de una infraestructura de red WLAN en el entorno hospitalario. Esta etapa asegura que los recursos tecnológicos estén alineados con las necesidades específicas del hospital, optimizando así la eficiencia y la capacidad de respuesta de la red.
- La configuración y asignación de direcciones IP a los dispositivos de red en Cisco Packet Tracer ha sido esencial para establecer una conectividad sólida dentro de la red WLAN de la infraestructura hospitalaria. Garantizando una comunicación eficiente entre los dispositivos, contribuyendo directamente a la mejora de las operaciones críticas y las comunicaciones en el ámbito de la telemedicina.

8. Recomendaciones

- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Andreu, J. (2011). *Redes inalámbricas (servicios en red)*. Editex.
- Arenas, A. (2014). *Cableado estructurado: Norma eia tia 568*. Tesca: Commite.
- Cuenca, J. (2016). Firewall o cortafuegos. *Universidad Nacional de Loja*.
- Fernández Barcell, M., y cols. (2014). Medios de transmisión.
- Mora, M. A. (2004). Tecnologías para redes lan inalámbricas. *Télématique*, 3(1), 79–93.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Moreno Madrona, N. (2016). Configuración de un servidor dhcp en linux.

Petcu, D., Iancu, B., Peculea, A., Dadarlat, V., y Cebuc, E. (2013). Integrating cisco packet tracer with moodle platform: Support for teaching and automatic evaluation. En *2013 roedunet international conference 12th edition: Networking in education and research* (pp. 1–6).

Saras González, C. (2015). Análisis de vulnerabilidades del dns.

Shaw, K. (2022). ¿ qué es un 'switch' o conmutador de red y cómo funciona? *Computerworld Spain*, NA–NA.

Vidal, B. I. R. (2022). *Desarrollo e implementación de una aplicación programable simple para automatizaciones de domótica a través de una puerta de enlace tipo gateway* (Tesis Doctoral no publicada). Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile).

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

**P. Anexo: Establecer Conexión Segura
entre ESP32 y AWS IoT Core a
través de Configuración de
Certificados y Políticas de Seguridad**

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo P) Establecer Conexión Segura entre ESP32 y AWS IoT Core a través de Configuración de Certificados y Políticas de Seguridad.

Amazon Web Services (AWS) ofrece una eficiente gestión de dispositivos conectados a través de aplicaciones en la nube o entre otros dispositivos. Esta capacidad tiene una importancia clave en el ámbito de la telemedicina, ya que permite administrar dispositivos médicos, recopilar datos de pacientes y enviar información de manera segura a la nube de AWS. (AWS, 2024)

En el contexto de la atención médica a distancia, AWS facilita la gestión de grandes volúmenes de datos, contribuyendo a la toma de decisiones clínicas mejorada y optimizando los servicios telemédicos. (Bashshur, 2005)

1. Objetivo General

Establecer una conexión segura entre ESP32 y AWS IoT Core mediante la configuración de certificados y políticas de seguridad, para comprender los estándares de protección en telemedicina asegurando la privacidad de los datos transmitidos.

2. Objetivos Específicos

1. Generar y configurar certificados de seguridad tanto en AWS IoT como para el ESP32 asegurando la autenticación y el cifrado necesarios para garantizar una conexión y transmisión de datos segura y protegida.
2. Establecer políticas de seguridad en AWS IoT para asignar permisos específicos al microcontrolador ESP32 estableciendo reglas y restricciones para garantizar que el ESP32 tenga acceso autorizado y seguro a los servicios de AWS, asegurando así la integridad y confidencialidad de los datos en el entorno de la aplicación de telemedicina.
3. Realizar pruebas de funcionalidad verificando la correcta implementación de certificados y políticas de seguridad, mediante pruebas prácticas para comprobar el funcionamiento, a través del encendido y apagado de un LED desde AWS, para garantizar una conexión estable y segura entre el dispositivo ESP32 y AWS IoT Core.

3. Marco Teórico

- AWS: Significa Amazon Web Services, es una plataforma líder en el mercado que proporciona una amplia gama de servicios en la nube para ayudar a las empresas a construir y escalar aplicaciones de forma rápida y rentable. Además de ofrecer servicios de almacenamiento, acceso a redes y bases de datos, AWS también incluye herramientas para el procesamiento de datos, análisis, inteligencia artificial, aprendizaje automático y mucho más. Con una infraestructura global altamente escalable y segura, AWS permite a las organizaciones de todos los tamaños aprovechar la potencia y la flexibilidad de la computación en la nube para impulsar la innovación y el crecimiento empresarial. (Amazon Web Services, 2023)
- El microcontrolador, componente fundamental en la electrónica, es un dispositivo electrónico encargado de ejecutar procesos lógicos o acciones programados por el usuario en lenguaje ensamblador. Estas

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

instrucciones son introducidas mediante un programador, permitiendo al microcontrolador realizar una variedad de funciones específicas según las necesidades del usuario. (Aguayo, 2004)

- **Microprocesador:** Un microcontrolador es un dispositivo electrónico diseñado para ejecutar procesos lógicos mediante la programación en lenguaje ensamblador por parte del usuario. Estos programas son luego introducidos al microcontrolador a través de un programador especializado. (Herrador, 2009)
- **Políticas de seguridad:** Son un conjunto de principios y garantías diseñados para proteger los datos y la privacidad de las personas, otorgándoles un control sobre cómo se utilizan y a dónde se dirigen sus datos. Estas políticas se implementan con el objetivo de prevenir el tráfico ilícito y perjudicial de la información, asegurando que se respeten los derechos y la confidencialidad de los usuarios. (Chen Mok, 2010)
- **Transmisión Inalámbrica:** Se refiere a las interacciones entre dispositivos que se comunican utilizando el espectro electromagnético para intercambiar información. Este método de comunicación prescinde de cables físicos, permitiendo la transferencia de datos de manera eficiente y flexible a través del aire, este método es muy usado en el campo de Telemedicina. (Blázquez, 2015)
- **ESP32:** Es un microcontrolador low cost y alto rendimiento utilizado ampliamente en proyectos de Internet de las cosas (IoT). Cuenta con conexión Wi-Fi y Bluetooth, ideal para aplicaciones que requieren comunicación inalámbrica. El ESP32 cuenta con un procesador de doble núcleo, una amplia gama de periféricos y una memoria integrada, lo que lo convierte en una opción popular para proyectos que involucran monitoreo remoto, control de dispositivos y recopilación de datos. (Maier, Sharp, y Vagapov, 2017)
- **Asociar políticas al certificado - opcional Información** Las políticas de AWS IoT conceden o deniegan el acceso a los recursos de AWS IoT. Al asociar políticas al certificado de dispositivo, se aplica este acceso al dispositivo.
- **Un dispositivo requiere un certificado para establecer conexión con AWS IoT.** Puede elegir cómo registrar un certificado para el dispositivo ahora, o puede crear y registrar un certificado para el dispositivo posteriormente. El dispositivo no se podrá conectar a AWS IoT hasta que tenga un certificado activo con una política adecuada.
- **MQTT:** Por sus siglas significa Message Queuing Telemetry Transport, es un protocolo diseñado específicamente para operar en redes con ancho de banda limitado y en situaciones donde la conectividad puede ser poco confiable. Este protocolo está optimizado para funcionar de manera eficiente, asegurando la entrega instantánea de mensajes incluso en condiciones adversas de red. Su diseño ligero y su capacidad para minimizar el uso de ancho de banda lo hacen ideal para aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT) y otros escenarios donde se requiere una comunicación confiable y de baja latencia. (Soni y Makwana, 2017)
- **IoT:** El Internet de las cosas (IoT) es una tecnología innovadora en la que dispositivos electrónicos de pequeño tamaño se conectan a la internet, abriendo la puerta a una amplia gama de nuevas aplicaciones y servicios. Esta tecnología se utiliza para el monitoreo de sistemas en tiempo real, lo que permite a las personas estar conectadas en todo momento y desde cualquier lugar, utilizando cualquier red disponible. (Amaya Fariño y cols., 2020)
- **Sensores:** Son dispositivos especialmente diseñados para detectar o medir una amplia gama de cantidades físicas, proporcionando datos precisos sobre el entorno en el que están ubicados. (Amaya Fariño y cols., 2020)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Actuadores: A diferencia de los sensores, los actuadores son dispositivos que convierten una señal, típicamente eléctrica, en una acción física, como el movimiento mecánico. Por ejemplo, los motores, las válvulas de agua y otros dispositivos similares son ejemplos comunes de actuadores que ejecutan diversas tareas según las señales recibidas. (Amaya Fariño y cols., 2020)

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X.
3. IDE-Arduino.
4. ESP-32.
5. LED
6. Librerías - Arduino

5. PROCEDIMIENTO

Debido a la complejidad de la práctica de laboratorio y a la limitada disponibilidad de tiempo en el laboratorio de Telemedicina, que solo dispone de una hora semanal, la guía está estructurada para dos fases. La primera fase se enfoca en la implementación de la práctica, que implica la creación de certificados y políticas de seguridad, así como el establecimiento de la conexión AWS con el ESP32 para controlar el encendido y apagado de un LED desde AWS. Además, se abordan las preguntas relacionadas con las actividades. La segunda parte se centra en la utilización de un sensor de temperatura, como el LM35 o el DHT11, para enviar datos de temperatura a la nube AWS IoT Core. En esta etapa, los estudiantes generarán sus propios certificados para garantizar la seguridad y autenticidad de la comunicación entre el dispositivo y la plataforma AWS IoT.

PARTE 1

Certificados y políticas.

1. Antes de comenzar con la práctica, es fundamental disponer de una cuenta en AWS. Para ello, acceder a la página principal de AWS desde cualquier navegador y acceder a crea en la sección de “Crear una cuenta gratis”, tal como se muestra en la **Figura 1**.

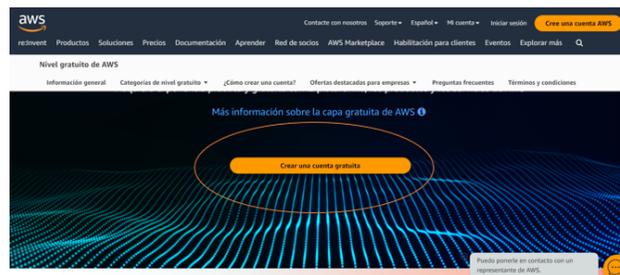


Figura 1: Página principal de AWS (AWS, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

2. Tras haber creado la cuenta, se dirigirá al panel de control, donde se utilizará el explorador para buscar IoT Core, tal como se muestra en la **Figura 2**.



Figura 2: Sección de servicios IoT core de AWS (AWS, 2024)

3. Para comenzar, proceder a crear un objeto haciendo clic en el icono de ajustes, seguido de la sección “Administrar”, y luego seleccionar “objeto”, tal como se muestra en la **Figura 3**.

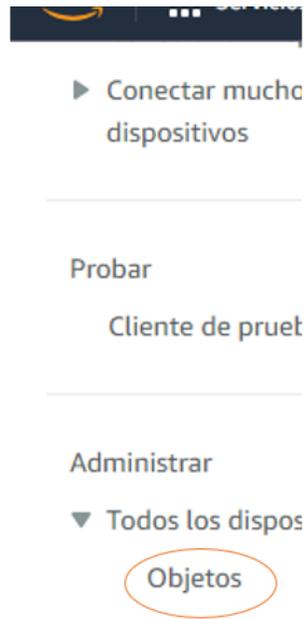


Figura 3: Opciones de dispositivo de AWS (AWS, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
---	--

4. En la sección “Objeto”, hacer clic en “Crear objeto”. Introducir un nombre arbitrario y seleccionar “Crear un único objeto” en la sección “Número de objetos a crear”. Después, al hacer clic en “Siguiente”, se presenta una pregunta donde se pide seleccionar la sombra del dispositivo; en este caso, seleccionar “Sin sombra”, como se muestra en la **Figura 4**.

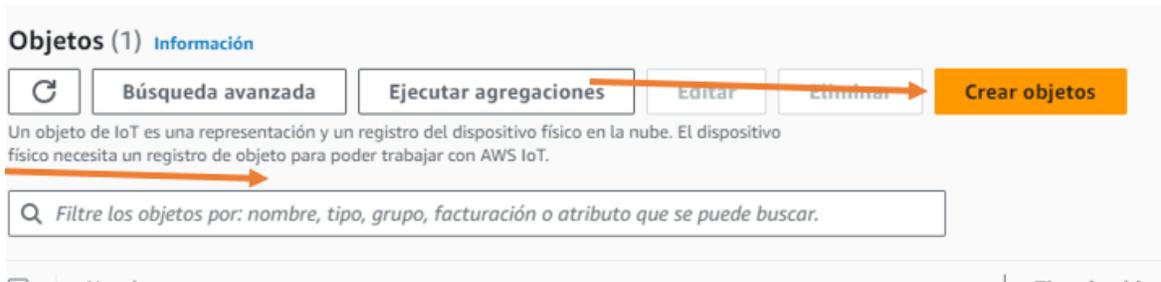


Figura 4: Proceso para crear un objeto (AWS, 2024)

5. A continuación, seleccionar el certificado para el dispositivo, se presentarán cuatro opciones: “Generar certificados nuevos automáticamente”, “Usar mi certificado”, “Cargar CSR” y “Saltar la creación de un certificado”. En este momento, optar por la opción ‘Generar automáticamente certificado nuevo’ y dar clic en siguiente tal como se muestra en la **Figura 5**.

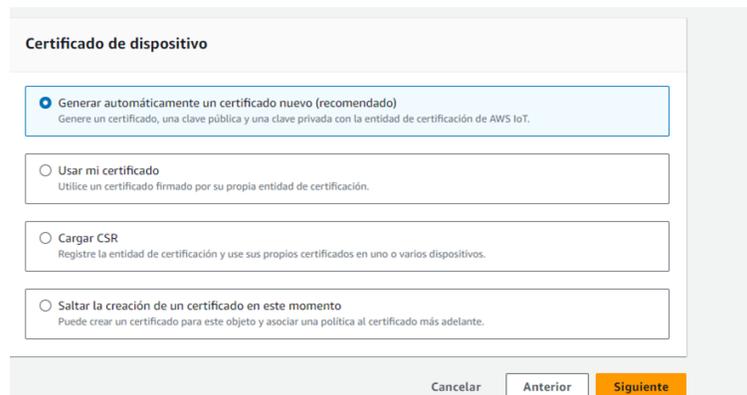


Figura 5: Tipos de certificados de dispositivos con los que cuenta AWS (AWS, 2024)

6. Posteriormente, se debe crear las políticas de seguridad, se debe hacer clic en la sección de crear políticas. Esto dirigirá a una nueva página donde se ingresará un nombre para la política. En la sección de efecto de la política, se elige “Permitir”. En acción de la política, se selecciona el ícono “*”, al igual que en la sección de “recurso de la política” finalmente, se hace clic en “Crear”, como se muestra en la **Figura 6**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

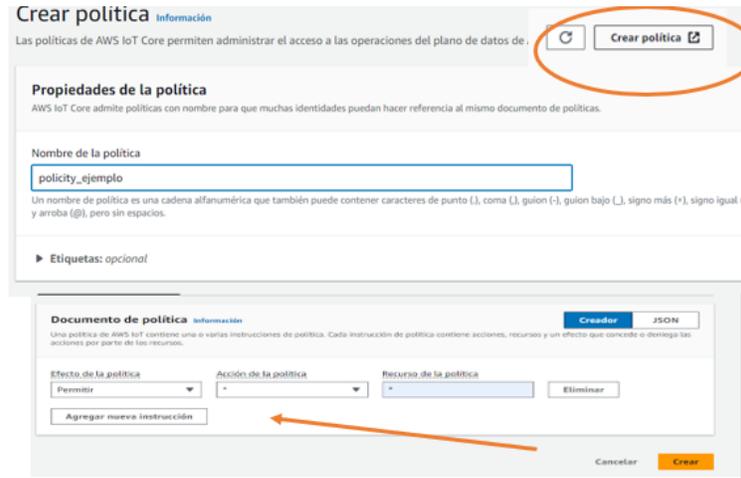


Figura 6: Proceso para crear Políticas de seguridad en AWS (AWS, 2024)

- Después de generar los certificados y las políticas, aparecerá una opción para descargar cuatro archivos específicos. Estos archivos deben ser descargados y guardados en una carpeta en el escritorio, tal como se muestra en la **Figura 7**.

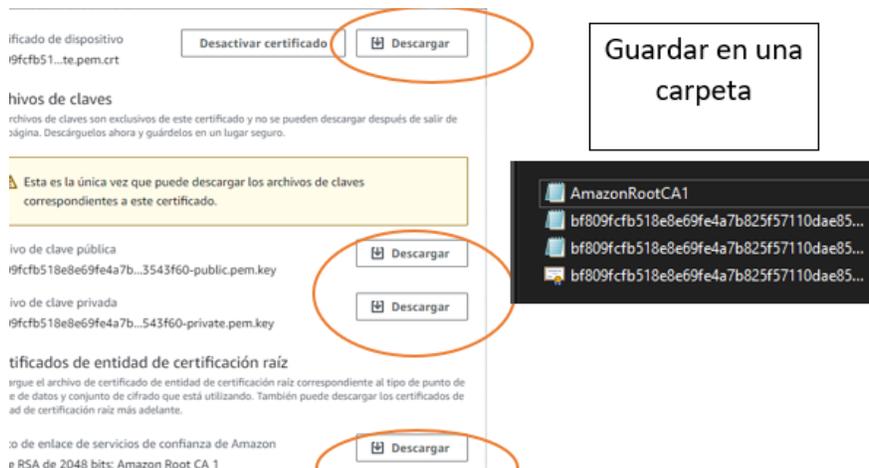


Figura 7: Descarga de archivos certificado y políticas de seguridad, 1: Certificado, 2: clave Pública, 3: Clave privada, 4: Root Ca1 (AWS, 2024)

5.1. Establecer comunicación inalámbrica ESP32-AWS

- Antes de iniciar la configuración de conexión con AWS con el ESP32, es crucial descargar e instalar dos librerías en el IDE de Arduino. La primera librería, ArduinoJson, está disponible para descarga en el siguiente enlace: <https://github.com/bblanchon/ArduinoJson>. La segunda librería, PubSubClient, puede obtenerse a través de este enlace: <https://github.com/knolleary/pubsubclient>.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

9. El propósito de esta práctica es enviar datos desde AWS IoT Core hasta la placa ESP32 de manera inalámbrica. Para verificar la correcta recepción del dato, se llevará a cabo un control para encender y apagar un LED.

10. En el IDE de Arduino colocar el siguiente código:

Este código es un programa para un dispositivo ESP32 que se conecta a la red WiFi y se comunica con AWS IoT Core utilizando el protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). Comienza incluyendo algunas bibliotecas necesarias y definiendo constantes, como el tema al que se suscribe (esp32/lamp1) y el pin (lamp1) al que está conectada la lámpara.

```

1   #include "secrets.h"
2   #include <WiFiClientSecure.h>
3   #include <PubSubClient.h>
4   #include <ArduinoJson.h>
5   #include "WiFi.h"
6
7   #define AWS_IOT_SUBSCRIBE_TOPIC1 "esp32/lamp1"
8
9
10  #define lamp1 19
11
12
13  WiFiClientSecure net = WiFiClientSecure();
14  PubSubClient client(net);
15
16
17  void messageHandler(char* topic, byte* payload, unsigned int length)
18  {
19      Serial.print("incoming: ");
20      Serial.println(topic);
21
22
23      if ( strstr(topic, "esp32/lamp1") )
24      {
25          StaticJsonDocument<200> doc;
26          deserializeJson(doc, payload);
27          String Relay1 = doc["status"];
28          int r1 = Relay1.toInt();
29          if(r1==1)
30          {
31              digitalWrite(lamp1, LOW);
32              Serial.print("Lamp1 is ON");
33          }
34          else if(r1==0)
35          {
36              digitalWrite(lamp1, HIGH);
37              Serial.print("Lamp1 is OFF");
38          }
39      }
40
41
42
43
44

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

45 }
46
47
48 void setup()
49 {
50   Serial.begin(115200);
51
52   pinMode (lamp1, OUTPUT);
53
54
55   digitalWrite(lamp1, HIGH);
56
57
58   WiFi.mode(WIFI_STA);
59   WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
60
61   Serial.println("Connecting to Wi-Fi");
62
63   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
64   {
65     delay(500);
66     Serial.print(".");
67   }
68
69
70   net.setCACert(AWS_CERT_CA);
71   net.setCertificate(AWS_CERT_CRT);
72   net.setPrivateKey(AWS_CERT_PRIVATE);
73
74   client.setServer(AWS_IOT_ENDPOINT, 8883);
75
76
77   client.setCallback(messageHandler);
78
79   Serial.println("Connecting to AWS IOT");
80
81   while (!client.connect(THINGNAME))
82   {
83     Serial.print(".");
84     delay(100);
85   }
86
87   if (!client.connected())
88   {
89     Serial.println("AWS IoT Timeout!");
90     return;
91   }
92
93   client.subscribe(AWS_IOT_SUBSCRIBE_TOPIC1);
94
95
96   Serial.println("AWS IoT Connectado");
97 }
98

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

99
100 void loop()
101 {
102   client.loop();
103   delay(1000);
104 }

```

11. Se requiere la creación de un archivo llamado “secret.h”, donde se alojará una parte del programa destinado a un dispositivo que se conecta a AWS IoT Core utilizando el protocolo MQTT para una comunicación segura. Este archivo “secret.h” contendrá el siguiente código:

```

1   #include <pgmspace.h>
2
3   #define SECRET
4   #define THINGNAME "EJEMPL01"
5
6   const char WIFI_SSID[] = "Claro_lincango";
7   const char WIFI_PASSWORD[] = "123456789";
8   const char AWS_IOT_ENDPOINT[] =
9       "axz281cyh0xu-ats.iot.us-east-2.amazonaws.com";
10
11  // Amazon Root CA 1
12  static const char AWS_CERT_CA[] PROGMEM = R"EOF(
13  -----BEGIN CERTIFICATE-----
14
15  -----END CERTIFICATE-----
16  )EOF";
17
18  // Device Certificate
19  static const char AWS_CERT_CRT[] PROGMEM = R"KEY(
20  -----BEGIN CERTIFICATE-----
21
22  -----END CERTIFICATE-----
23
24
25
26  )KEY";
27
28  // Device Private Key
29  static const char AWS_CERT_PRIVATE[] PROGMEM = R"KEY(
30  -----BEGIN RSA PRIVATE KEY-----
31
32
33
34  )KEY";

```

12. En la sección #define THINGNAME, se introduce el nombre del objeto que fue creado en los pasos iniciales.
13. En la sección const char WIFI_ssid[], se coloca el nombre de nuestra red WiFi.
14. En la parte de const char WIFI_PASSWORD[], se introduce la contraseña de la red WiFi.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

15. En la parte `const char AWS_IOT_ENDPOINT[]`, se debe insertar el puerto de enlace de AWS IoT, que será explicado en el siguiente paso sobre cómo obtenerlo.

Como se muestra en la **figura 8**.

```
#include <pgmspace.h>

#define SECRET
#define THINGNAME "EJEMPL01"

const char WIFI_SSID[] = "Claro_lincango";
const char WIFI_PASSWORD[] = "123456789";
const char AWS_IOT_ENDPOINT[] = "axz281cyh0xu-ats.iot.us-east-2.amazonaws.com";
```

Figura 8: Archivo de Arduino IDE -Secret.h (Lincango, 2024)

16. Para adquirir el puerto de enlace de AWS IoT, acceder a la sección de Servicios dentro de la consola de AWS. Una vez allí, selecciona AWS IoT en la lista de servicios disponibles. Luego, en el menú lateral, navega hasta la opción de “Configuraciones”. En esta sección, localizarás el puerto de enlace necesario como se muestra en la **Figura 9**.



Figura 9: Selección del puerto de enlace para conexión segura con el ESP32 (AWS, 2024)

17. Ahora proceder a realizar el circuito, para el cual únicamente se necesitará el ESP32, una resistencia y un diodo emisor de luz (LED). La resistencia se conectará en serie con el LED y al pin GPIO19 del ESP32 como se muestra en la **Figura 10**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

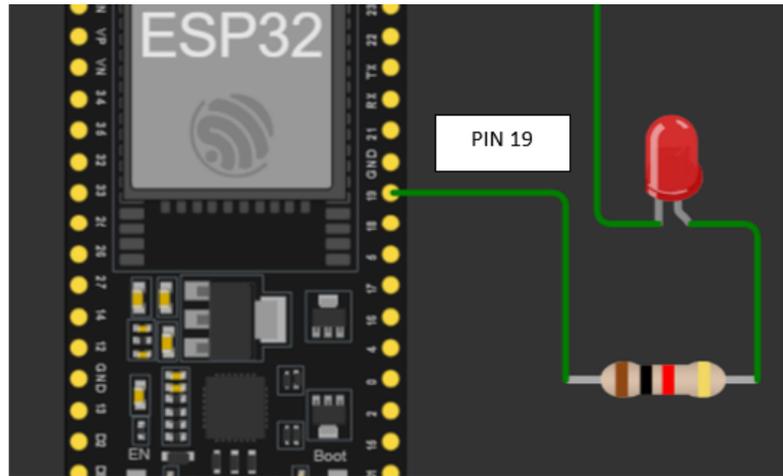


Figura 10: Conexión del circuito de prueba (Wokwi, 2024)

18. Una vez completado el circuito, se pone atención al archivo “secret.h”. En este archivo, encontrarás una sección destinada a ingresar tu certificado y políticas. Para realizar esta tarea, abre cada archivo descargado con un editor de texto como el Bloc de notas, copia todo el contenido y pégalo en las secciones correspondientes dentro del código de Arduino, siguiendo las indicaciones como se muestra en la **Figura 11**.

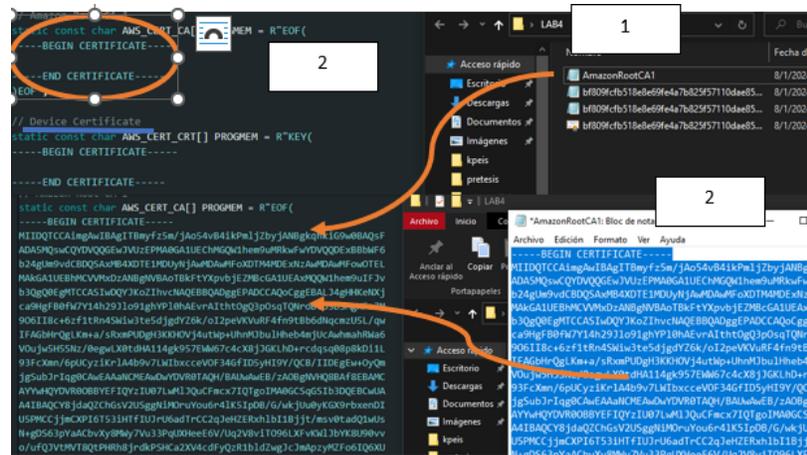


Figura 11: Archivos de políticas de seguridad 1: Archivos, 2: Contraseña (Lincango, 2024)

19. Finalmente, cargar el código en el ESP32 y monitorizar el proceso a través del Serial Plotter. Verificar primero si se establece la conexión con la red WiFi y, en segundo lugar, si se establece la conexión con el servidor MQTT.

20. Una vez que el programa ha sido cargado, dirigir al panel de control de AWS. Seleccionar “Probar” y luego “Cliente de Prueba MQTT”. En la sección de “Suscribirse a un tema”, ingresar el “Topic”, en este caso, “esp32/lamp1”, y pulsar en la opción “Suscribir”. Luego, seleccionar la opción de “Publicar un tema”, como se muestra en la **Figura 12**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

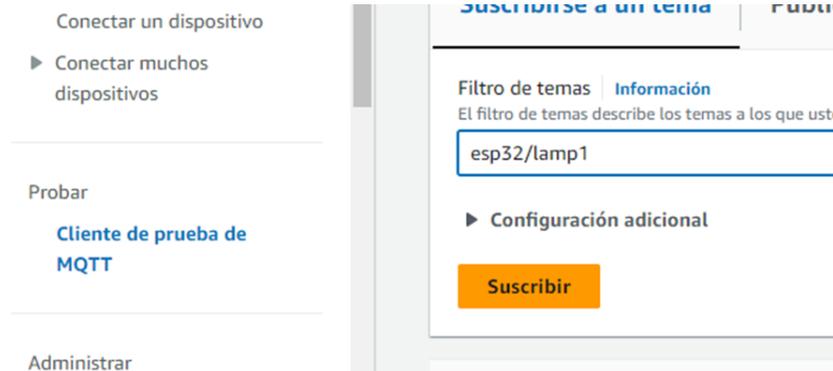


Figura 12: Envío de datos a un cliente de prueba empleando MQTT (AWS, 2024)

21. Para enviar un dato desde AWS hasta el ESP-32, en la sección del mensaje donde se define “status”:
“0”, si se envía un “0”, el LED se apagará, como se muestra en la **Figura 13**.



Figura 13: Prueba de envío de datos publicando un tema (AWS, 2024)

22. Por otro lado, si se envía el valor “1” en el campo “status”, el LED se encenderá como se puede observar en la **Figura 14**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO



Figura 14: Prueba de envío de datos publicando un tema (AWS, 2024)

6. ACTIVIDAD

6.1. Políticas de seguridad

1. Explique las políticas AWS IOT.

2. Explique que son los certificados AWS.

3. Implemente la práctica de laboratorio de forma física usando un ESP32.

Adjuntar imagenes que ilustran este proceso.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

PARTE 2

6.2. Ejercicio práctico

1. Emplee un sensor de temperatura, como el LM35 o el DHT11, para enviar datos de temperatura a la nube AWS IoT Core. En este proceso, genere sus propios certificados para garantizar la seguridad y autenticidad de la comunicación entre el dispositivo y la plataforma AWS IoT.

Adjuntar capturas que ilustran este proceso.

7. Conclusiones

1. La generación y configuración exitosa de certificados de seguridad tanto en AWS IoT como en el ESP32 ha asegurado la autenticación y cifrado esenciales. Esta medida garantiza una conexión segura y una transmisión de datos protegida, cumpliendo con los estándares necesarios para la aplicación de telemedicina y asegurando la integridad de la información.
2. El establecer de políticas de seguridad en AWS IoT ha permitido asignar permisos específicos al microcontrolador ESP32. La aplicación de reglas y restricciones asegura que el ESP32 acceda de manera autorizada y segura a los servicios de AWS. Esta configuración contribuye a salvaguardar la integridad y confidencialidad de los datos en el entorno de la aplicación de telemedicina.
3. Las pruebas de funcionalidad, que incluyen la verificación de certificados y políticas de seguridad, junto con pruebas prácticas como el control del LED desde AWS, han validado de manera efectiva el funcionamiento del sistema. Este enfoque asegura una conexión estable y segura entre el ESP32 y AWS IoT Core, respaldando la fiabilidad del sistema en situaciones prácticas dentro del ámbito de la telemedicina.

8. Recomendaciones

- Se sugiere utilizar el microcontrolador ESP32 en lugar del ESP8266, ya que el ESP32 presenta menos fallos durante la transmisión y manipulación de datos.
- Realizar capturas de los procedimientos.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Aguayo, P. (2004). Introducción al microcontrolador. *Recuperado el, 9*.
- Amaya Fariño, L. M., Tumbaco Reyes, A., Roca Quirumbay, E., Villón González, T., Mendoza Morán, B., y Reyes Quimís, Á. (2020). El iot aplicado a la domótica. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 7(1), 21–28.
- Amazon Web Services. (2023). *What is aws?* Descargado de <https://aws.amazon.com/es/what-is-aws/>
- AWS. (2024). *Aws: Iot core*. <https://aws.amazon.com/>. (Recuperado el 8 de enero de 2024)
- Bashshur, R. (2005). Telemedicine evaluation. *Telemedicine Journal & e-Health*, 11(3), 296–316.
- Blázquez, J. P. (2015). Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos. *Universitat Oberta de Catalunya*, 10–14.
- Chen Mok, S. (2010). Privacidad y protección de datos: un análisis de legislación comparada. *Diálogos Revista Electrónica de Historia*, 11(1), 111–152.
- Herrador, R. E. (2009). Guía de usuario de arduino.
- Lincango, A. (2024).
- Maier, A., Sharp, A., y Vagapov, Y. (2017). Comparative analysis and practical implementation of the esp32 microcontroller module for the internet of things. En *2017 internet technologies and applications (ita)* (p. 143-148). doi: 10.1109/ITECHA.2017.8101926
- Soni, D., y Makwana, A. (2017). A survey on mqtt: a protocol of internet of things (iot). En *International conference on telecommunication, power analysis and computing techniques (ictpect-2017)* (Vol. 20, pp. 173–177).

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

Q. Anexo: Desarrollo de un sistema para monitoreo remoto de temperatura mediante el uso del microcontrolador ESP32 y PHP para el almacenamiento de datos en MySQL

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo Q) Desarrollo de un sistema para monitoreo remoto de temperatura mediante el uso del microcontrolador ESP32 y PHP para el almacenamiento de datos en MySQL.

El envío de datos hacia una base de datos en telemedicina es primordial para almacenar de forma segura la información médica de los pacientes. Permitiendo un acceso rápido y eficiente a los datos por parte de los profesionales de la salud, sin importar de su ubicación geográfica. Además, La factibilidad del monitoreo a distancia de los pacientes se logra gracias a la capacidad de dispositivos como el ESP32 para recopilar y transmitir información médica en tiempo real. Facilitando el seguimiento continuo de la salud de los pacientes permitiendo a los médicos la toma de decisiones informadas sobre el tratamiento. Además, los datos almacenados en la base de datos se pueden usar para análisis epidemiológicos, investigaciones médicas y mejoras continuas en los servicios de telemedicina. (Ikiss, 2020)

1. Objetivo General

Desarrollar e implementar un sistema de monitoreo remoto de temperatura de pacientes, mediante el uso del microcontrolador ESP32 y PHP para enviar y almacenar los datos en MySQL.

2. Objetivos Específicos

1. Configurar una base de datos en MySQL para el almacenamiento de manera organizada los valores adquiridos por el sensor de temperatura y enviados por ESP32, permitiendo así un monitoreo efectivo y análisis de datos.
2. Establecer la comunicación entre el ESP32 y el servidor PHP, para posibilitar la transmisión efectiva de la temperatura hacia la base de datos MySQL.
3. Diseñar y configurar el dashboard en la aplicación IoT MQTT para visualizar los datos de temperatura y humedad de la UCI de forma clara.

3. Marco Teórico

- El microcontrolador, componente fundamental en la electrónica, es un dispositivo electrónico encargado de ejecutar procesos lógicos o acciones programados por el usuario en lenguaje ensamblador. Estas instrucciones son introducidas mediante un programador, permitiendo al microcontrolador realizar una variedad de funciones específicas según las necesidades del usuario. (Aguayo, 2004)
- Microprocesador: Un microcontrolador es un dispositivo electrónico diseñado para ejecutar procesos lógicos mediante la programación en lenguaje ensamblador por parte del usuario. Estos programas son luego introducidos al microcontrolador a través de un programador especializado.(Herrador, 2009)
- ESP32: Es un microcontrolador low cost y alto rendimiento utilizado ampliamente en proyectos de Internet de las cosas (IoT). Cuenta con conexión Wi-Fi y Bluetooth, ideal para aplicaciones que requieren comunicación inalámbrica. El ESP32 cuenta con un procesador de doble núcleo, una amplia gama de periféricos y una memoria integrada, lo que lo convierte en una opción popular para proyectos que involucran monitoreo remoto, control de dispositivos y recopilación de datos. (Maier, Sharp, y Vagapov, 2017)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- **Transmisión Inalámbrica:** Se refiere a las interacciones entre dispositivos que se comunican utilizando el espectro electromagnético para intercambiar información. Este método de comunicación prescinde de cables físicos, permitiendo la transferencia de datos de manera eficiente y flexible a través del aire, este método es muy usado en el campo de Telemedicina. (Blázquez, 2015)
- **MQTT:** Por sus siglas significa Message Queuing Telemetry Transport, es un protocolo diseñado específicamente para operar en redes con ancho de banda limitado y en situaciones donde la conectividad puede ser poco confiable. Este protocolo está optimizado para funcionar de manera eficiente, asegurando la entrega instantánea de mensajes incluso en condiciones adversas de red. Su diseño ligero y su capacidad para minimizar el uso de ancho de banda lo hacen ideal para aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT) y otros escenarios donde se requiere una comunicación confiable y de baja latencia. (Soni y Makwana, 2017)
- **IoT:** El Internet de las cosas (IoT) es una tecnología innovadora en la que dispositivos electrónicos de pequeño tamaño se conectan a la internet, abriendo la puerta a una amplia gama de nuevas aplicaciones y servicios. Esta tecnología se utiliza para el monitoreo de sistemas en tiempo real, lo que permite a las personas estar conectadas en todo momento y desde cualquier lugar, utilizando cualquier red disponible. (Amaya Fariño y cols., 2020)
- **Sensores:** Son dispositivos especialmente diseñados para detectar o medir una amplia gama de cantidades físicas, proporcionando datos precisos sobre el entorno en el que están ubicados. (Amaya Fariño y cols., 2020)
- **Actuadores:** A diferencia de los sensores, los actuadores son dispositivos que convierten una señal, típicamente eléctrica, en una acción física, como el movimiento mecánico. Por ejemplo, los motores, las válvulas de agua y otros dispositivos similares son ejemplos comunes de actuadores que ejecutan diversas tareas según las señales recibidas. (Amaya Fariño y cols., 2020)
- **MySQL:** Es un sistema de gestión de bases de datos relacionales ampliamente utilizado en la industria. Destaca por su capacidad para proporcionar un almacenamiento y una recuperación eficientes de datos estructurados. Reconocido por su rendimiento sobresaliente y su facilidad de uso, MySQL se ha convertido en una opción popular para una variedad de aplicaciones y entornos de desarrollo de software. (Rautmare y Bhalerao, 2016)
- **PHP:** Significa "preprocesador de hipertexto", es un lenguaje de programación utilizado ampliamente para el desarrollo web. Es un lenguaje del lado del servidor utilizado principalmente para la creación de aplicaciones y páginas web dinámicas. En la última década PHP ha evolucionado y ganado popularidad debido a su simplicidad, versatilidad y amplio soporte comunitario. (Lei, Ma, y Tan, 2014)
- **XAMPP:** Es una distribución de Apache que ofrece una amplia gama de software libre para el desarrollo web. Desarrollado por Apache Friends y distribuido bajo licencia GNU, XAMPP proporciona un entorno de servidor local completo que incluye Apache HTTP Server, MySQL, PHP y Perl. Esta suite de software facilita la configuración y la gestión de servidores web en entornos de desarrollo y pruebas, permitiendo a los desarrolladores crear y probar aplicaciones web de manera rápida y eficiente. Con XAMPP, los usuarios pueden simular un servidor web en su propia computadora, lo que les brinda flexibilidad y control sobre su entorno de desarrollo. (Bou, 2019)

Los programas con los que cuenta XAMPP son los siguiente:

1. **MySQL:** Es una base de datos. (Bou, 2019)
2. **PHP:** Es un lenguaje de programación de código abierto. (Bou, 2019)
3. **Perl:** Lenguaje de programación usado en la administración del sistema. (Bou, 2019)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X.
3. Visual Studio Code.
4. IDE-ARDUINO.
5. ESP32.
6. Sensor DHT11.
7. XAMPP.

5. PROCEDIMIENTO

Debido a la complejidad del proceso y a la limitada disponibilidad de tiempo en el laboratorio de Telemedicina, que cuenta únicamente con una hora a la semana, esta guía de laboratorio se divide en dos prácticas. En la primera etapa, se aborda el diseño del circuito utilizando el ESP32 y la creación del código de programación en Arduino para adquirir la temperatura mediante el sensor tdt11, así como para enviar y almacenar los datos en MySQL. La segunda parte se enfoca en la utilización de otro sensor para medir la frecuencia cardiaca, enviando los resultados a la base de datos y exportando tanto los valores de temperatura como los de la frecuencia cardiaca a un archivo de Excel.

PARTE 1

5.1. Configuración de base de datos

1. Es necesario tener instalado un servidor por ejemplo XAMPP, WAMP.
2. Activar el servidor, en este caso, XAMPP, y habilitar las opciones de Apache y MySQL, como se muestra en la **Figura 1**.

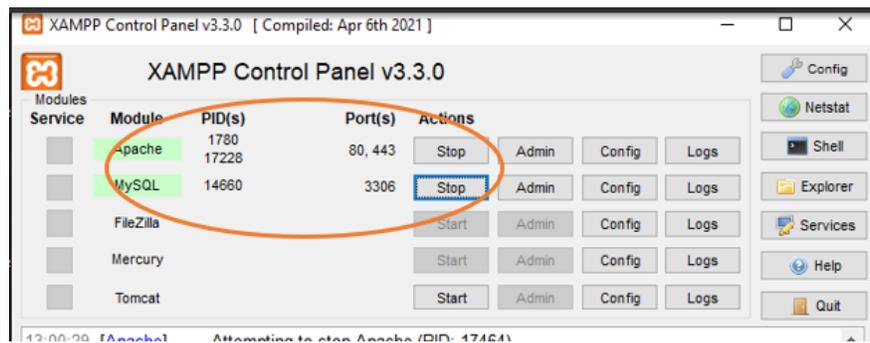


Figura 1: Panel de control de XAMPP, 1:Activar Apache y Mysql, 2: Admin (XAMPP , 2024)

3. Ingresar al disco local (C:) y buscar la carpeta XAMPP. Posteriormente, acceder a la carpeta htdocs dentro de XAMPP y crear una nueva carpeta; en este caso, se denomina "telemedicina_lab", tal como se muestra en la **Figura 2**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

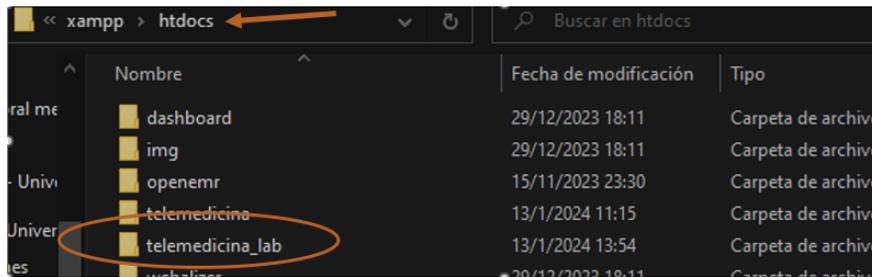


Figura 2: Carpeta titulado Telemedicina.lab donde se almacena el archivo PHP (Lincango, 2024)

4. A continuación, abrir Visual Studio Code y crear un archivo PHP. Se guarda en la carpeta "telemedicina.lab", como se muestra en la **Figura 3**. Es importante destacar que se debe contar con la extensión PHP previamente descargada e instalada en Visual Studio Code.

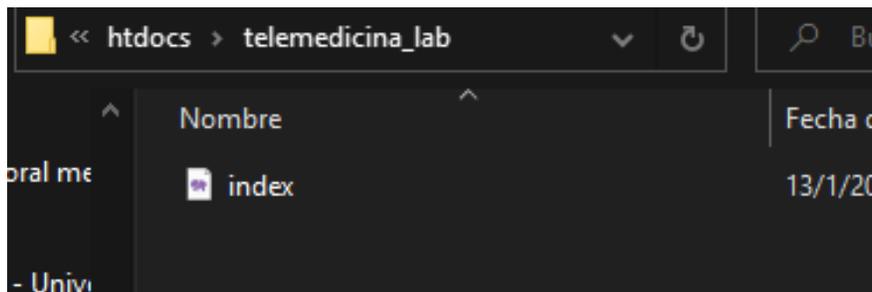


Figura 3: Archivo index.php almacenado en la carpeta telemedicina.lab (Lincango, 2024)

5. Ingresar en cualquier navegador al siguiente enlace: <http://localhost/phpmyadmin/>. Luego, crear una nueva base de datos con el nombre "telemedicina_lab". Ajustar el cotejamiento a "utf8_general_ci", seleccionar el número de columnas para la tabla y, finalmente, hacer clic en el botón de crear para completar el proceso tal como se muestra en la **Figura 4**.



Figura 4: Proceso para crear base de datos, 1: Nueva, 2: Crear base de datos (phpmyadmin,2024)

6. En este paso, se solicita ingresar los nombres de las filas y especificar el tipo de dato, que en este caso es "float". Además, cambiar el cotejamiento a "utf16le_general_ci". Posteriormente, proceder a guardar los cambios, tal como se muestra en la **Figura 5**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

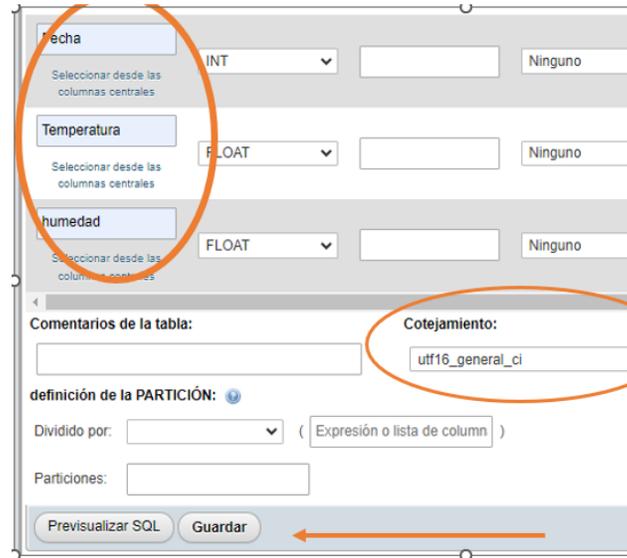


Figura 5: Registro de datos para creas base de datos. (phpmyadmin, 2024)

5.2. Configuración PHP y MySQL

1. En el archivo de “**PHP**” colocar el siguiente código:

Este código PHP realiza varias operaciones. Primero, recibe dos parámetros GET llamados “temp” y “hum”, que probablemente representan la temperatura y la humedad, respectivamente, enviadas a través de una solicitud. Luego, imprime en la página web la temperatura y la humedad recibidas.

Posteriormente, establece una conexión a una base de datos MySQL utilizando la biblioteca mysqli. Se conecta al servidor local con el nombre de usuario “root” y sin contraseña, selecciona la base de datos llamada “telemedicina”, y procede a preparar una consulta SQL para insertar datos en una tabla llamada “datos”. La consulta incluye la fecha actual, temperatura y humedad recibidas. Finalmente, ejecuta la consulta y realiza la inserción de datos en la base de datos.

```

1 <?php
2
3 $temperatura = $_GET['temp'];
4 $humedad = $_GET['hum'];
5
6 echo "La temperatura es: ".$temperatura." <br>La humedad es: ".$humedad;
7
8 $usuario = "root";
9 $contrasena = "";
10 $servidor = "localhost";
11 $basededatos = "telemedicina_lab";
12
13 $conexion = mysqli_connect( $servidor, $usuario, "" ) or die ("No se ha
    podido conectar al servidor de Base de datos");
14
15 $db = mysqli_select_db( $conexion, $basededatos ) or die ( "No se ha
    podido seleccionar la base de datos" );
16

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

17 $fecha = time();
18 $consulta = "INSERT INTO datos (fecha, temperatura, humedad) VALUES
    (".$fecha.", ".$temperatura.", ".$humedad.)";
19
20 $resultado = mysqli_query( $conexion, $consulta );
21
22 ?>

```

5.3. Conexión ESP 32

1. En esta práctica, se utilizará el sensor DHT11. La conexión para este sensor se muestra en la siguiente **Figura 6**.

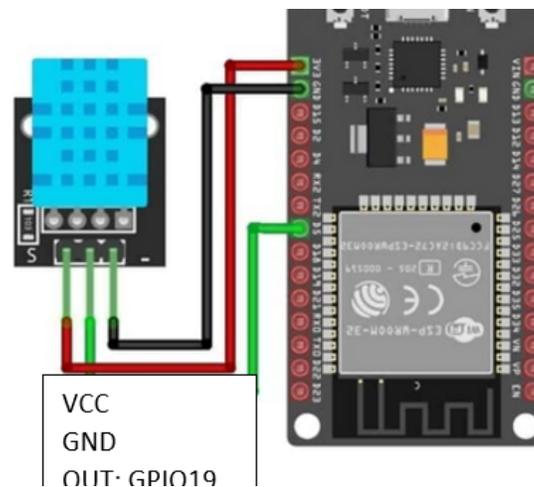


Figura 6: Conexión del circuito de prueba DHT11 - ESP 32 (Wokwi, 2024)

2. Crear una nueva sketch en el IDE-Arduino y colocar el siguiente código:

```

1      #include <WiFi.h>
2  const char* ssid      = "Claro_lincango";
3  const char* password = "123456789";
4  const char* host     = "192.168.200.3";
5  const int   port     = 80;
6  const int   watchdog = 5000;
7  unsigned long previousMillis = millis();

```

3. En la sección correspondiente al SSID, se ingresa el nombre de la red a la que se conectará. En el campo de contraseña, proporcionar la clave de acceso, y en la sección de host, incluir la dirección IP. En caso de desconocer esta dirección, acceder al terminal del sistema y ejecutar el comando `ipconfig` para obtener y copiar la dirección IPv4.
4. A continuación, se presenta el código que debe ser ingresado:

```

1      #include <WiFi.h>
2  const char* ssid      = "Claro_lincango";

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

3 const char* password = "123456789";
4 const char* host = "192.168.200.3";
5 const int port = 80;
6 const int watchdog = 5000;
7 unsigned long previousMillis = millis();
8
9
10 #include "DHT.h"
11 #define DHTTYPE DHT11
12
13 #define dht_dpin 19
14 DHT dht(dht_dpin, DHTTYPE);
15 void setup(void)
16 {
17   WiFi.begin(ssid, password);
18   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
19     delay(500);
20     Serial.print(".");
21   }
22
23   Serial.println("");
24   Serial.println("WiFi connected");
25   Serial.println("IP address: ");
26   Serial.println(WiFi.localIP());
27
28   dht.begin();
29   Serial.begin(9600);
30   Serial.println("Humedad y Temperatura\n\n");
31   delay(700);
32
33 }
34 void loop() {
35   float h = dht.readHumidity();
36   float t = dht.readTemperature();
37   Serial.print("Humedad = ");
38   Serial.print(h);
39   Serial.print("% ");
40   Serial.print("Temperatura = ");
41   Serial.print(t);
42   Serial.println(" C ");
43
44   unsigned long currentMillis = millis();
45
46   if ( currentMillis - previousMillis > watchdog ) {
47     previousMillis = currentMillis;
48     WiFiClient client;
49
50     if (!client.connect(host, port)) {
51       Serial.println("Fallo al conectar");
52       return;
53     }
54
55     String url = "/telemedicina_lab/index.php?temp=";
56     url += t;

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

57     url += "&hum=";
58     url += h;
59
60     // Enviamos petici n al servidor
61     client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
62                 "Host: " + host + "\r\n" +
63                 "Connection: close\r\n\r\n");
64     unsigned long timeout = millis();
65     while (client.available() == 0) {
66         if (millis() - timeout > 5000) {
67             Serial.println(">>> Client Timeout !");
68             client.stop();
69             return;
70         }
71     }
72
73     // Leemos la respuesta del servidor
74     while(client.available()){
75         String line = client.readStringUntil('\r');
76         Serial.print(line);
77     }
78 }
79 delay(800);
80 }

```

5. En la sección de la cadena URL, debes ingresar el enlace de la siguiente manera: `http://localhost/[nombredetucarpeta]/`, tal como se muestra en la **Figura 7**.

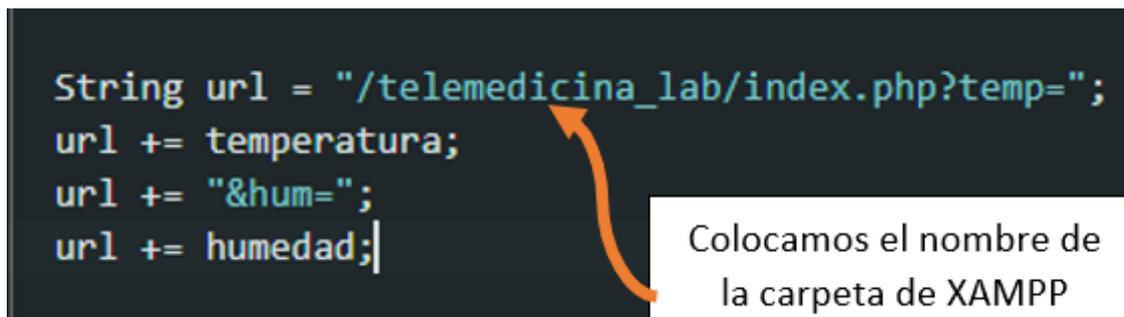


Figura 7: Archivo index.php (Lincango, 2024)

6. Después de cargar el programa en el ESP32 dirigir la atención a la base de datos en MySQL. En este punto, ya se puede observar los datos reflejados, tal como se muestra en la **Figura 8**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

fecha	temperatura	humedad
1705185136	23.8	85
1705185141	23.8	84
1705185146	23.4	83
1705185151	23	82
1705185157	22.6	81
1705185162	22.3	81

Figura 8: Datos de temperatura y humedad almacenados en la base de datos en MySQL (phpmyadmin, 2024)

6. ACTIVIDAD

6.1. Base de datos

1. Investigue acerca de alguna otra base de datos que comparta similitudes con MySQL.

-
2. ¿Explica qué función desempeñan los protocolos SSL y TLS en el proceso de enviar datos a través de Internet?

-
3. ¿Cuál es el propósito principal del envío de datos a una base de datos similar a MySQL en el área de la telemedicina?
-

PARTE 2

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

6.2. Envío de datos a MySQL

1. Emplee sensores adecuados para la obtención y posterior envío de datos relacionados con la frecuencia cardíaca, incluyendo parámetros como la saturación de oxígeno (SpO2) y pulsaciones por minuto (BPM) hacia una base de datos MySQL. Luego, realice la exportación en un archivo de Excel de estos datos para su uso y análisis. Ingrese capturas.

7. Conclusiones

- La configuración eficiente de la base de datos MySQL ha permitido organizar de manera sistemática los valores adquiridos por el sensor de temperatura y transmitidos por el ESP32. Este enfoque posibilita un monitoreo efectivo y análisis de datos, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones informadas en el seguimiento de la temperatura de los pacientes.
- La exitosa interacción entre el ESP32 y el servidor PHP ha permitido una transmisión fluida de datos de temperatura a la base de datos MySQL. Este avance promueve la recolección y almacenamiento adecuado de datos térmicos, optimizando de esta manera las habilidades de seguimiento y análisis en tiempo real.
- El desarrollo exitoso de una interfaz de visualización en tiempo real ha proporcionado una herramienta dinámica para observar los datos de temperatura de un paciente, enviados por el ESP32 y almacenados en la base de datos MySQL. Esta interfaz no solo cumple con la necesidad de observación inmediata, sino que también contribuye a una monitorización continua, permitiendo un análisis más detallado de los registros.

8. Recomendaciones

- Aunque existen varios editores de texto para código, se recomienda el uso de Visual Studio Code debido a su eficiencia y rapidez, consumiendo menos recursos. Además, destaca por ofrecer una integración superior con TypeScript, JavaScript y PHP.
- Se recomienda instalar la versión 8.1.25 del servidor XAMPP, ya que la versión 8.0.30 presenta fallos al conectarse a phpMyAdmin y contiene errores que pueden afectar el funcionamiento adecuado del sistema.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Aguayo, P. (2004). Introducción al microcontrolador. *Recuperado el, 9*.
- Amaya Fariño, L. M., Tumbaco Reyes, A., Roca Quirumbay, E., Villón González, T., Mendoza Morán, B., y Reyes Quimís, Á. (2020). El iot aplicado a la domótica. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 7(1), 21–28.
- Blázquez, J. P. (2015). Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos. *Universitat Oberta de Catalunya*, 10–14.
- Bou, R. C. (2019). *Usando xampp con bootstrap y wordpress*. Mercedes Gómez Alcalá.
- Herrador, R. E. (2009). Guía de usuario de arduino.
- Ikiss, J. (2020). *Sistema de adquisición de datos con esp32* (B.S. thesis). Universitat Politècnica de Catalunya.
- Lei, K., Ma, Y., y Tan, Z. (2014). Performance comparison and evaluation of web development technologies in php, python, and node.js. En *2014 ieee 17th international conference on computational science and engineering* (p. 661-668). doi: 10.1109/CSE.2014.142
- Lincango, A. (2024).
- Maier, A., Sharp, A., y Vagapov, Y. (2017). Comparative analysis and practical implementation of the esp32 microcontroller module for the internet of things. En *2017 internet technologies and applications (ita)* (p. 143-148). doi: 10.1109/ITECHA.2017.8101926
- Rautmare, S., y Bhalerao, D. M. (2016). Mysql and nosql database comparison for iot application. En *2016 ieee international conference on advances in computer applications (icaca)* (p. 235-238). doi: 10.1109/ICACA.2016.7887957
- Soni, D., y Makwana, A. (2017). A survey on mqtt: a protocol of internet of things (iot). En *International conference on telecommunication, power analysis and computing techniques (ictpact-2017)* (Vol. 20, pp. 173–177).

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

R. Anexo: Monitorización de la temperatura y humedad en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) utilizando el panel de control de la aplicación IoT MQTT y el microcontrolador ESP32

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema: (Anexo R) Monitorización de la temperatura y humedad en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) utilizando el panel de control de la aplicación IoT MQTT y el microcontrolador ESP32.

En la gestión moderna de la atención médica, la supervisión precisa de las condiciones ambientales es fundamental para garantizar el bienestar de los pacientes en entornos críticos como las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI). La monitorización de la temperatura y la humedad, impulsada por tecnologías innovadoras como el panel de control de la aplicación IoT MQTT y el microcontrolador ESP32, ofrece una solución eficaz y en tiempo real para mantener condiciones óptimas en estas unidades, permitiendo un cuidado más preciso y seguro para los pacientes más vulnerables. (Montero, 2021)

1. Objetivo General

Monitorizar la temperatura y humedad en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) utilizando el panel de control de la aplicación IoT MQTT y el microcontrolador ESP32, para asegurar un seguimiento continuo de las condiciones ambientales en las UCI

2. Objetivos Específicos

1. Seleccionar y configurar la conexión del sensor DHT11 de temperatura y humedad al microcontrolador ESP32 para monitorizar los parámetros en un entorno de UCI
2. Establecer la conexión WiFi en el microcontrolador ESP32 la comunicación con la red local y la aplicación IoT MQTT, para la transmisión de los datos de temperatura y humedad.
3. Diseñar y Configurar el dashboard en la aplicación IoT MQTT para visualizar los datos de temperatura, humedad, alarmas visuales y sonoras, en un entorno UCI.

3. Marco Teórico

- Unidad de cuidados intensivos: También conocida como unidad de cuidados críticos o unidad de cuidados intensivos (UCI), es una unidad especializada dentro de un hospital que proporciona atención médica intensiva a pacientes gravemente enfermos o lesionados que requieren monitoreo y tratamiento intensivo. Estas unidades están equipadas con equipos médicos avanzados y personal altamente capacitado, como médicos intensivistas, enfermeras especializadas en cuidados críticos y técnicos de cuidados intensivos. Los pacientes en la UCI suelen estar en estado crítico y necesitan atención médica constante y vigilancia para estabilizar su condición y permitir su recuperación. (Aguilar García y Martínez Torres, 2017)
- Temperatura ideal en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI): En general, la temperatura ideal en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) se sitúa entre los 20°C y los 25°C. Esta temperatura proporciona un entorno cómodo y seguro para los pacientes, así como condiciones óptimas para el funcionamiento adecuado del equipo médico. (Roca y cols., 2021)
- Humedad ideal en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI): La humedad ideal en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) suele mantenerse entre el 40 % y el 60 %. Este rango proporciona un ambiente óptimo para la comodidad y el bienestar de los pacientes, así como para el funcionamiento adecuado del equipo médico. (Roca y cols., 2021)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- El microcontrolador, componente fundamental en la electrónica, es un dispositivo electrónico encargado de ejecutar procesos lógicos o acciones programados por el usuario en lenguaje ensamblador. Estas instrucciones son introducidas mediante un programador, permitiendo al microcontrolador realizar una variedad de funciones específicas según las necesidades del usuario. (Aguayo, 2004)
- Microprocesador: Un microcontrolador es un dispositivo electrónico diseñado para ejecutar procesos lógicos mediante la programación en lenguaje ensamblador por parte del usuario. Estos programas son luego introducidos al microcontrolador a través de un programador especializado.(Herrador, 2009)
- Transmisión Inalámbrica: Se refiere a las interacciones entre dispositivos que se comunican utilizando el espectro electromagnético para intercambiar información. Este método de comunicación prescinde de cables físicos, permitiendo la transferencia de datos de manera eficiente y flexible a través del aire, este método es muy usado en el campo de Telemedicina. (Blázquez, 2015)
- ESP32: Es un microcontrolador low cost y alto rendimiento utilizado ampliamente en proyectos de Internet de las cosas (IoT). Cuenta con conexión Wi-Fi y Bluetooth, ideal para aplicaciones que requieren comunicación inalámbrica. El ESP32 cuenta con un procesador de doble núcleo, una amplia gama de periféricos y una memoria integrada, lo que lo convierte en una opción popular para proyectos que involucran monitoreo remoto, control de dispositivos y recopilación de datos. (Maier, Sharp, y Vagapov, 2017)
- Sensores: Son dispositivos especialmente diseñados para detectar o medir una amplia gama de cantidades físicas, proporcionando datos precisos sobre el entorno en el que están ubicados.(Amaya Fariño y cols., 2020)
- Actuadores: A diferencia de los sensores, los actuadores son dispositivos que convierten una señal, típicamente eléctrica, en una acción física, como el movimiento mecánico. Por ejemplo, los motores, las válvulas de agua y otros dispositivos similares son ejemplos comunes de actuadores que ejecutan diversas tareas según las señales recibidas.(Amaya Fariño y cols., 2020)
- MQTT: significa "Message Queuing Telemetry Transport", es un protocolo de mensajería ligero y de bajo consumo de ancho de banda diseñado para ser utilizado en redes con ancho de banda limitado o inestable. se basa en un modelo de publicación/suscripción, donde los clientes pueden publicar mensajes en "temas" suscribirse a temas específicos para recibir mensajes. Esto permite una comunicación eficiente y flexible entre dispositivos conectados a la red, como sensores, actuadores y servidores.
Debido a su eficiencia y facilidad de implementación, MQTT es ampliamente utilizado en aplicaciones de Internet de las cosas (IoT). (Ap y K, 2019)
- Sensor DHT11:Es un sensor de temperatura y humedad de bajo costo y fácil de usar. Es ampliamente utilizado en proyectos de electrónica y sistemas de monitoreo ambiental, especialmente en aplicaciones de Internet de las cosas (IoT). El DHT11 puede medir la temperatura en un rango de 0°C a 50°C con una precisión de $\pm 2^\circ\text{C}$ y la humedad en un rango de 20% a 90% con una precisión de $\pm 5\%$. Este sensor utiliza un único pin de datos para la comunicación con el microcontrolador, lo que lo hace fácil de integrar en proyectos basados en Arduino. (Gay y Gay, 2018)
- IoT: internet de las cosas (en inglés, "Internet of Things"). Se refiere a la red de dispositivos físicos, vehículos, electrodomésticos y otros objetos que están integrados con sensores, software y otros elementos electrónicos que les permiten conectarse y intercambiar datos a través de Internet. (Gokhale, Bhat, y Bhat, 2018)
- IoT MQTT Panel: es una aplicación que permite monitorear y controlar dispositivos conectados a través del protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) en el contexto de la Internet de las cosas

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

(IoT). Esta aplicación proporciona un panel de control visual donde los usuarios pueden ver y gestionar los datos recibidos de los dispositivos MQTT, así como también enviar comandos y configuraciones a estos dispositivos.(Farooq, Waseem, Mazhar, Khairi, y Kamal, 2015)

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X.
3. ESP-32.
4. DHT11.
5. IDE-Arduino.
6. IoT MQTT Panel.

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Conexión del sensor DHT11 al microcontrolador ESP32.

1. Realizar la conexión del sensor de temperatura y humedad al ESP32.
2. En esta práctica, se utilizará el sensor DHT11. La conexión para este sensor se muestra en la siguiente **Figura 1**.

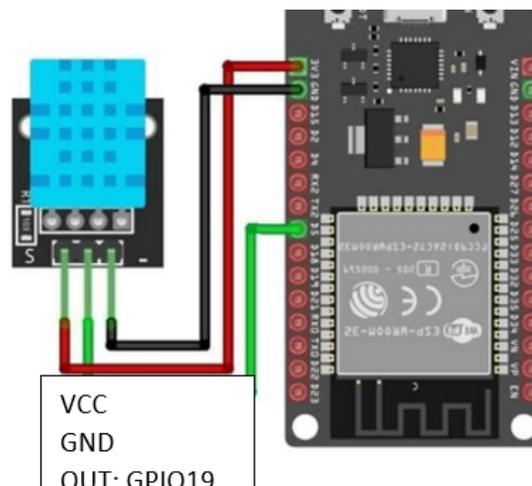


Figura 1: Conexión ESP32 con el sensor de DHT11 (Wokwi, 2024)

3. El pin VCC debe conectarse a 5V, el pin GND debe ir a tierra, y el pin OUT, en este caso, se conecta al GPIO 19 del ESP32, tal como se muestra en la **Figura 2**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO



Figura 2: Conexión física del sensor DHT11 (Lincango, 2024)

5.1.1. Establecer conexión entre el ESP32 y el servidor MQTT.

1. Para establecer una conexión entre el ESP32 y MQTT, se debe crear una nueva sketch en el IDE-Arduino y colocar el siguiente código, que se explica a continuación:
2. Este código es un programa para el microcontrolador ESP32 que realiza varias tareas. Primero, establece una conexión WiFi con el punto de acceso configurado mediante las credenciales proporcionadas. Luego, se conecta a un servidor MQTT utilizando el cliente MQTT llamado PubSubClient. El programa incluye la configuración de los temas MQTT para la publicación de datos de temperatura, humedad y control de LEDs.

En el bucle principal del programa, se realiza la lectura de la temperatura y la humedad utilizando el sensor DHT11, y se publican estos datos en los temas MQTT correspondientes. Además, según los valores de temperatura y humedad leídos, se controlan dos LEDs conectados a los pines GPIO del ESP32. Si la temperatura supera o desciende de ciertos umbrales, se encienden los LEDs rojo y azul, respectivamente, y se publica un mensaje "DEFICIENTE" en los temas MQTT asociados. Si los valores de temperatura y humedad están dentro de los rangos deseados, los LEDs se apagan y se publica un mensaje "EXCELENTE" en los mismos temas MQTT. Este proceso se repite cada 2 segundos para mantener actualizados los datos y el control de los LEDs.

```

1   #include <WiFi.h>
2   #include <PubSubClient.h>
3   #include <DHT.h>
4
5   // WiFi
6   const char *ssid = "aalex";
7   const char *password = "delunoalocho";
8
9   // MQTT Broker
10  const char *mqtt\_broker = "broker.emqx.io";
11  const char *dht\_topic = "sensor/status";
12  const char *humidity\_ch = "sensor/humidity";
13  const char *temperature\_ch = "sensor/temperature";
14  const char *led\_rojo\_topic = "sensor/led\_rojo";
15  const char *led\_azul\_topic = "sensor/led\_azul";
16  const char *mqtt\_username = "admin";
17  const char *mqtt\_password = "publico";
18  const int mqtt\_port = 1883;
19

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

20 // DHT 11
21 #define DHTPIN 19 // Pin al que est conectado el sensor DHT11 en el ESP32
22 #define DHTTYPE DHT11
23 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
24
25 WiFiClient espClient;
26 PubSubClient client(espClient);
27
28 int rojo = 2;
29 int azul = 4;
30
31 void setup() {
32   Serial.begin(115200);
33   pinMode(rojo, OUTPUT);
34   pinMode(azul, OUTPUT);
35   connectToWiFi();
36   client.setServer(mqtt\_broker, mqtt\_port);
37   dht.begin();
38   delay(2000);
39   connectToMQTT();
40 }
41
42 void loop() {
43   if (!client.connected()) {
44     reconnect();
45   }
46
47   client.loop();
48
49   float temperature = dht.readTemperature();
50   float humidity = dht.readHumidity();
51
52   Serial.print("Temperatura: ");
53   Serial.print(temperature);
54   Serial.println(" C ");
55
56   Serial.print("Humedad: ");
57   Serial.print(humidity);
58   Serial.println(" %");
59
60   client.publish(temperature\_ch, String(temperature).c\_str(), true);
61   client.publish(humidity\_ch, String(humidity).c\_str(), true);
62
63   if (temperature > 24) {
64     digitalWrite(rojo, HIGH);
65     client.publish(led\_rojo\_topic, "DEFICIENTE");
66   } else if (temperature < 20) {
67     digitalWrite(rojo, HIGH);
68     client.publish(led\_rojo\_topic, "DEFICIENTE");
69   } else {
70     digitalWrite(rojo, LOW);
71     client.publish(led\_rojo\_topic, "EXCELENTE");
72   }
73

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

74  if (humidity > 60) {
75      digitalWrite(azul, HIGH);
76      client.publish(led\_azul\_topic, "DEFICIENTE");
77  } else if (humidity < 40) {
78      digitalWrite(azul, HIGH);
79      client.publish(led\_azul\_topic, "DEFICIENTE");
80  } else {
81      digitalWrite(azul, LOW);
82      client.publish(led\_azul\_topic, "EXCELENTE");
83  }
84
85  delay(2000);
86 }
87
88 void connectToWiFi() {
89     Serial.print("Conectando a WiFi");
90     WiFi.begin(ssid, password);
91     while (WiFi.status() != WL\_CONNECTED) {
92         delay(500);
93         Serial.print(".");
94     }
95     Serial.println("Conexi n WiFi establecida");
96 }
97
98 void connectToMQTT() {
99     while (!client.connected()) {
100         Serial.println("Conectando al servidor MQTT...");
101         if (client.connect("ESP32Client", mqtt\_username, mqtt\_password)) {
102             Serial.println("Conexi n al servidor MQTT exitosa");
103         } else {
104             Serial.print("Error de conexi n al servidor MQTT. Estado: ");
105             Serial.println(client.state());
106             delay(2000);
107         }
108     }
109 }
110
111 void reconnect() {
112     while (!client.connected()) {
113         Serial.println("Reconectando...");
114         if (client.connect("ESP32Client", mqtt\_username, mqtt\_password)) {
115             Serial.println("Conexi n al servidor MQTT exitosa");
116         } else {
117             Serial.print("Error de conexi n al servidor MQTT. Estado: ");
118             Serial.println(client.state());
119             delay(2000);
120         }
121     }
122 }

```

3. const char *ssid = "alex"; - Se define una variable ssid que contiene el nombre de la red Wi-Fi a la que se va a conectar el dispositivo.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

4. `const char *password = "delunoaloch";` - Se define una variable password que contiene la contraseña de la red Wi-Fi.
5. `const char *mqtt_broker = "broker.emqx.io";` - Se especifica la dirección del broker MQTT al que se conectará el dispositivo.
6. `const char *dht_topic = "sensor/status";` - Se define un tema (topic) MQTT para enviar el estado del sensor DHT.
7. `const char *humidity_ch = "sensor/humidity";` - Se define un tema (topic) MQTT para enviar datos de humedad.
8. `const char *temperature_ch = "sensor/temperature";` - Se define un tema (topic) MQTT para enviar datos de temperatura.
9. `const char *led_rojo_topic = "sensor/led_rojo";` - Se define un tema (topic) MQTT para controlar el LED rojo.
10. `const char *led_azul_topic = "sensor/led_azul";` - Se define un tema (topic) MQTT para controlar el LED azul.
11. `const char *mqtt_username = "admin";` - Se establece el nombre de usuario para la conexión al broker MQTT.
12. `const char *mqtt_password = "publico";` - Se establece la contraseña para la conexión al broker MQTT.
13. `const int mqtt_port = 1883;` - Se especifica el puerto MQTT al que se conectará el dispositivo.

5.2. Configuración del panel de control de la aplicación IoT MQTT

14. En primer lugar descargar la aplicación Iot MQTT Panel, para ello ingresar al play Store, y buscar el nombre de la aplicación como se muestra en la **Figura 3**.

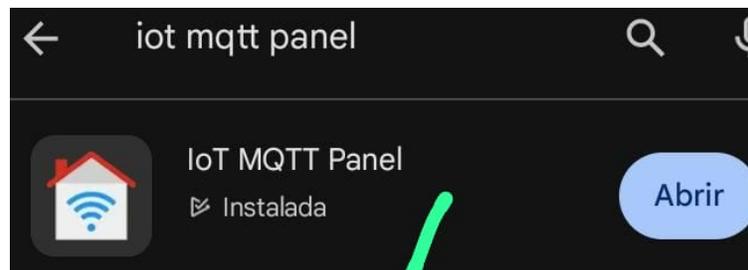


Figura 3: Instalar IoT MQTT PANEL de la Play Store (Play Store, 2024)

15. Ingresar al programa y para crear un nuevo panel, dar clic en la opción de "+" como se muestra en la **Figura 4**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

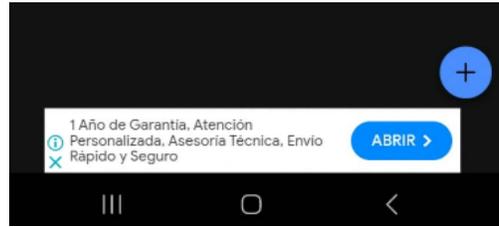


Figura 4: Sección para crear nuevo panel de control (IoT MQTT Panel, 2024)

16. Configurar el nuevo panel de control con lo siguiente:
17. En la sección de “Connections name” colocar cualquier nombre en este caso “Cuidados intensivos”
18. En la sección de Broker colocar el siguiente broker “broker.emqx.io”
19. En port 1883 y TCP.
20. Añadimos un nuevo dashboard y colocar un nombre, en este caso se llamó “cuidados intensivos”
21. En username, coloca “admin” y en password colocar “publico”. Como se muestra en la **Figura 5**

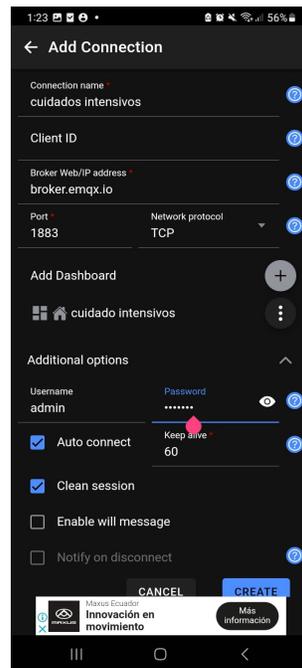


Figura 5: Configuración del broker Web/ip panel de control 1 (IoT MQTT Panel, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

22. Una vez creado el panel de control, debe salir conectado el ícono de nube de aparecer de color naranja como se muestra en la **Figura 6**.

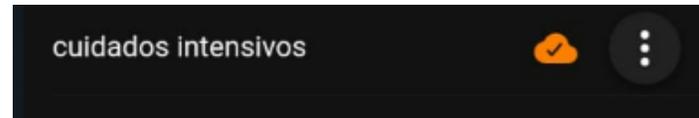


Figura 6: Estado de conexión IoT MQTT con el Broker 1 (IoT MQTT Panel, 2024)

23. Dar clic en “ADD PANEL” para crear un nuevo panel como se muestra en la **Figura 7**

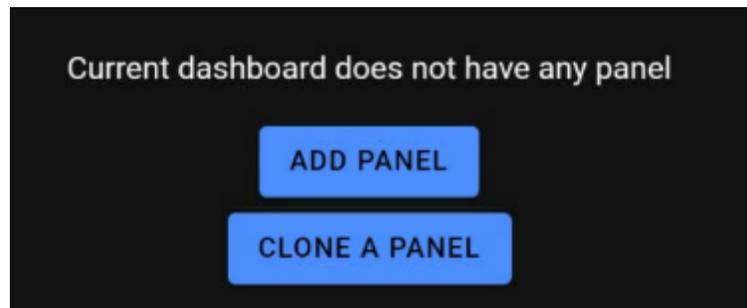


Figura 7: Añadir nuevo panel 1 (IoT MQTT Panel, 2024)

24. Seleccionar el tipo de panel, en este caso para la temperatura y humedad. seleccionar un “Gauge” como se muestra en la **Figura 8**

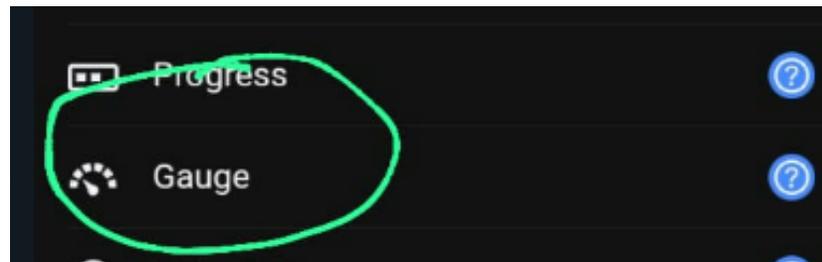


Figura 8: Seleccionar Gauge para visualizar humedad y temperatura (IoT MQTT Panel, 2024)

25. Configurar el gauge en la sección de “panel name” colocar el nombre del gauge en este caso “Temperatura” en la sección “Topic” colocar el tópic del código “Sensor/temperature” en la sección de “payload mínimo ” colocar 0 y en la sección de “payload max” colocar 100 , como se muestra en la **Figura 9**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

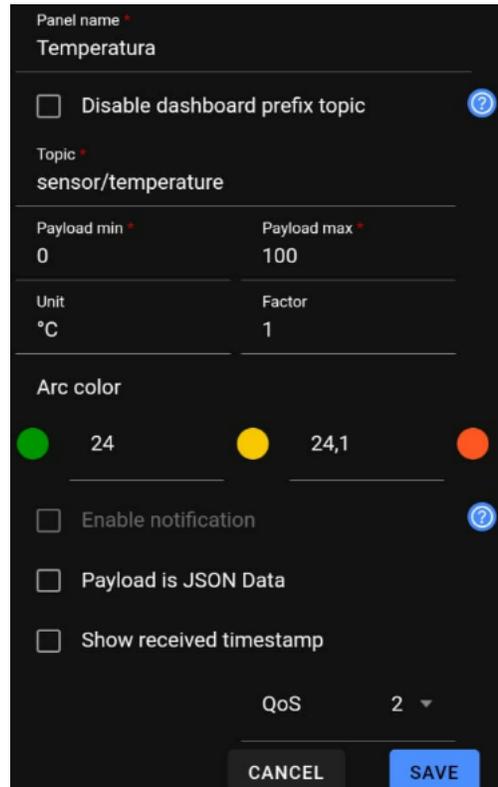


Figura 9: Configuración del topic para gauge (IoT MQTT Panel, 2024)

26. Debe aparecer algo similar como se muestra en la **Figura 10**.



Figura 10: Se visualiza el la temperatura a través de un Gauge (IoT MQTT Panel, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

27. Añadir un indicador de alarma en este caso emplear un led, para ello dar clic en la opción de “+” y añadir un nuevo panel y seleccionar “LED Indicator” como se muestra en la **Figura 11**

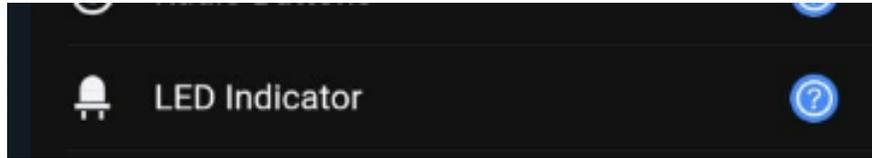


Figura 11: Seleccionar Led Indicator (IoT MQTT Panel, 2024)

28. Configurar el led, en la sección de “Panel name” colocar “Alarma” en la sección de “topic” colocar el topic del programa que es “sensor/led_rojo”, en la sección de “payload ON” colocar “DEFICIENTE”, en la sección de “Payload OFF” colocar “EXCELENTE”, lo demás se puede dejar por determinado, como se muestra en la **Figura 12**.

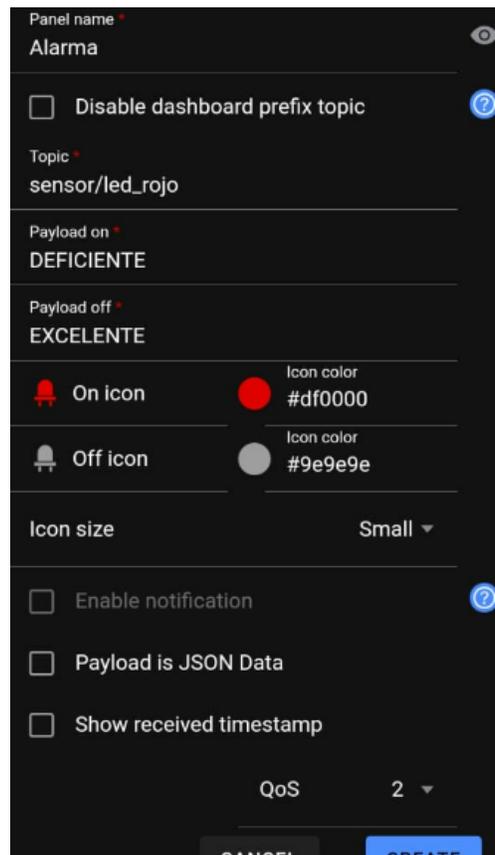


Figura 12: Configuración del topic para el Led como alarma (IoT MQTT Panel, 2024)

29. Deguir los pasos anteriores para colocar gauge y alarmas tanto para la temperatura como para la humedad, como se muestra en la **Figura 13**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

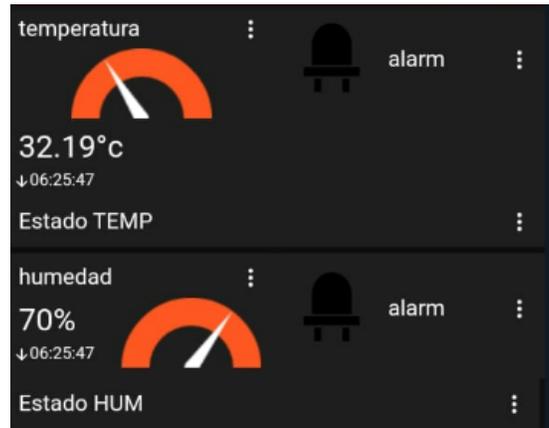


Figura 13: Configuración de Led como alarma (IoT MQTT Panel, 2024)

30. A Continuación se muestra el circuito electrónico con los sensores funcionando.

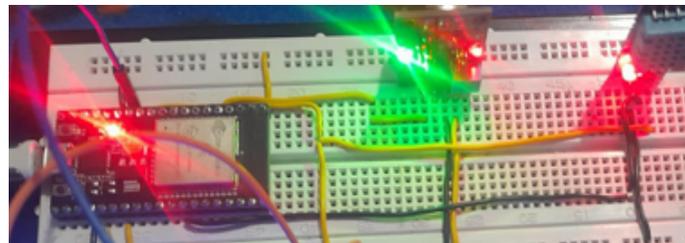


Figura 14: Circuito en funcionamiento (Lincango, 2024)

6. ACTIVIDAD

6.1. IoT MQTT

1. ¿Cuál es la función principal de los Broker MQTT?

2. Investiga los puertos comúnmente empleados en la comunicación IoT. ¿Por qué es importante seleccionar el puerto adecuado para la transmisión de datos en aplicaciones de IoT?

3. ¿Cuál es la importancia de la monitorización de la temperatura y humedad en entornos críticos como las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI)? Investiga cómo la tecnología IoT puede mejorar la calidad de atención en estos entornos.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

4. Investiga los valores recomendados de CO₂ en una UCI y cómo la monitorización de este gas puede contribuir a la seguridad y bienestar de los pacientes.

5. implementar una alarma visual y sonora en la aplicación IoT MQTT para alertar cuando los niveles de Co₂ excedan estos límites utilizando un sensor MQ135 o un sensor MQ7.

7. Conclusiones

- La correcta selección y configuración de la conexión del sensor DHT11 de temperatura y humedad al microcontrolador ESP32 permitió una monitorización continua de los parámetros ambientales en un entorno de UCI.
- La conexión del microcontrolador ESP32 a la red local y la aplicación IoT MQTT facilitó la transmisión de los datos de temperatura y humedad, brindando información en tiempo real para tomar decisiones fundamentadas en el cuidado de los pacientes en la UCI.
- La implementación de alarmas visuales y sonoras en la aplicación IoT MQTT para alertar sobre niveles críticos de la temperatura y humedad, utilizando el sensor DHT11, demostró ser una medida para mejorar la seguridad y el bienestar de los pacientes en la UCI, permitiendo una respuesta rápida ante situaciones de riesgo ambiental.

8. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar el broker proporcionado, ya que ha demostrado funcionar correctamente y ha sido previamente probado.
- Se sugiere utilizar la aplicación IoT MQTT para visualizar los parámetros, ya que destaca por su facilidad para crear paneles de control.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Aguayo, P. (2004). Introducción al microcontrolador. *Recuperado el, 9*.
- Aguilar García, C. R., y Martínez Torres, C. (2017). La realidad de la unidad de cuidados intensivos. *Medicina crítica (Colegio Mexicano de Medicina Crítica)*, 31(3), 171–173.
- Amaya Fariño, L. M., Tumbaco Reyes, A., Roca Quirumbay, E., Villón González, T., Mendoza Morán, B., y Reyes Quimís, Á. (2020). El iot aplicado a la domótica. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 7(1), 21–28.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Ap, H., y K, K. (2019). Secure-mqtt: an efficient fuzzy logic-based approach to detect dos attack in mqtt protocol for internet of things. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2019(1), 90.
- Blázquez, J. P. (2015). Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos. *Universitat Oberta de Catalunya*, 10–14.
- Farooq, M. U., Waseem, M., Mazhar, S., Khairi, A., y Kamal, T. (2015). A review on internet of things (iot). *International journal of computer applications*, 113(1), 1–7.
- Gay, W., y Gay, W. (2018). Dht11 sensor. *Advanced Raspberry Pi: Raspbian Linux and GPIO Integration*, 399–418.
- Gokhale, P., Bhat, O., y Bhat, S. (2018). Introduction to iot. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 5(1), 41–44.
- Herrador, R. E. (2009). Guía de usuario de arduino.
- Lincango, A. (2024).
- Maier, A., Sharp, A., y Vagapov, Y. (2017). Comparative analysis and practical implementation of the esp32 microcontroller module for the internet of things. En *2017 internet technologies and applications (ita)* (p. 143-148). doi: 10.1109/ITECHA.2017.8101926
- Montero, T. L. M. (2021). Análisis de los parámetros fisiológicos de monitoreo en pacientes caninos y felinos internados en la uci en la clínica veterinaria punto vet, medellín-colombia.
- Roca, R. F., Salado, J. S., Fernández, M. C., Acuna, J. G., Serrano, A. L., de Sá, E. L., y Ramírez, J. R. (2021). Manejo con control de temperatura en los cuidados posparada cardiaca: documento de expertos. *Medicina Intensiva*, 45(3), 164–174.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

S. Anexo: Desarrollo de un sistema de Monitoreo Remoto de Temperatura y Humedad con ESP32: Integrando el Protocolo HL7 y su visualización en el Panel de Control de la Aplicación IoT MQTT, en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema: (Anexo S) Desarrollo de un sistema de Monitoreo Remoto de Temperatura y Humedad con ESP32: Integrando el Protocolo HL7 y su visualización en el Panel de Control de la Aplicación IoT MQTT, en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).

En el ámbito de la telemedicina, la integración de sistemas y el intercambio de datos desempeñan un papel crucial para mejorar la eficiencia y la calidad de la atención médica. En este contexto, el protocolo HL7 (Health Level Seven) se ha convertido en un estándar importante para facilitar la comunicación entre diferentes sistemas de información en salud. Para aprovechar este protocolo de manera efectiva, se propone integrarlo empleando el microcontrolador ESP32 y la aplicación IoT MQTT. (Acuña Gil y cols., s.f.)

Este enfoque permitirá el desarrollo de un sistema de monitoreo remoto de temperatura y humedad, facilitando el envío de estos datos a un servidor MQTT y, posteriormente, la visualización y monitoreo a través del panel de control de la aplicación IoT MQTT. A través de este proceso, se resalta la importancia del Protocolo HL7 en el intercambio eficiente y preciso de datos médicos. (Acuña Gil y cols., s.f.)

1. Objetivo General

Desarrollar un sistema de monitoreo remoto de temperatura y humedad mediante la integración del Protocolo HL7 con el microcontrolador ESP32, para recopilar datos y enviarlos a un servidor MQTT que permita a los usuarios supervisar estos parámetros.

2. Objetivos Específicos

1. Comprender a fondo los protocolos de comunicación necesarios para la integración del microcontrolador ESP32 con el Protocolo HL7 y el servidor MQTT, así como los principios básicos de su funcionamiento y configuración.
2. Realizar la implementación práctica del sistema mediante el diseño y montaje del circuito electrónico que incluye el microcontrolador ESP32 y el sensor DHT11, así como la programación del microcontrolador para la recopilación y envío de datos a través de los protocolos establecidos.
3. Desarrollar la interfaz de usuario necesaria para visualizar los datos de temperatura y humedad recopilados, integrando esta interfaz con el servidor MQTT en el panel de control de la aplicación IoT MQTT.

3. Marco Teórico

- HL7: Health Level Seven International (HL7) es una organización sin fines de lucro dedicada a establecer estándares en el ámbito de la informática médica. Fundada en 1987, HL7 cuenta actualmente con más de 1600 miembros distribuidos en más de 50 países. (Torres, 2018)
- Estándares HL7: Los protocolos o estándares HL7 se encargan de establecer cómo debe organizarse y comunicarse la información entre dos partes, definiendo el lenguaje, la estructura y los tipos de datos necesarios para el intercambio de información sanitaria, la gran mayoría de los hospitales en todo el mundo emplean estos protocolos para garantizar una comunicación eficiente y segura entre sistemas de información médica. (Torres, 2018)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
---	--

- Tipos de estándares HL7: Los estándares más empleados son HL7 V2, HL7 V3, FHIR y CDA, conocidos como HL7 Primary Specification, y son ampliamente utilizados para la interoperabilidad de sistemas de información médica. También existen los estándares HL7 COW, denominados HL7 Management Specification. (Torres, 2018)

1. **Estándar HL7 V2:** Es un estándar de mensajería que facilita el intercambio de información entre múltiples sistemas. Es la más utilizada y extendida en el ámbito de la salud, empleando estándares de interoperabilidad, y es empleada por aproximadamente más del 95% de las instituciones sanitarias. Su primera versión se publicó en 1987, y a lo largo de los años ha ido evolucionando constantemente. (Torres, 2018)

2. **Mensajería HL7 V2**

Los más utilizados son los de gestión de pacientes (ADT), órdenes (ORM) y resultados (ORU). Estos mensajes se componen de cadenas de texto divididas en segmentos, siendo el segmento más crucial el de cabecera o MSH, que figura al principio y proporciona información clave como el tipo de mensaje. (Torres, 2018)

Los mensajes HL7 V2 se reconocen por su estructura característica, que consiste en varias líneas largas de texto, como se muestra a continuación:

```

1      MSH|^~\&|HOSPITAL|CMQUI|EXTSYS|CMQUI|20180906175029|
2      |ADT^A31^ADT_A05|79854440|P|2.5|||AL|NE||8859/1
3      EVN|A31|20180906162458|||HL7_cib^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^
4      PID|1|127912359^^^CAMD^JHN^^^MD&&IS03166-2|1235340^
5      ^^^PI^|NCHR123^^^MS^HC^^^^^ESP
6      &&IS03166|ANCA^JOHN|SMITH|19930803000000|M|||STREET&MAIN&1^2 D
7      2 D ^79^28^28018^724^^16||912233595^PR
8      N^PH^^^^^^^^^^12333595~12328569^ORN^
9      PH^^^^^^^^^^634728569^^PRN^Internet^|1237
10     28569^PRS^CP|||28/13668662-41|12399976Y|||UNKNOWN|||ESP^SPAIN|||N
11     PD1|||^^^^^^FI^^^16012810^CENTRA
12     L HOSPITAL^^^^^^XX^^^281270|^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^1231280107M PV1|1|N

```

En estos mensajes, cada línea corresponde a un segmento que se identifica por sus tres primeras letras. Tras la identificación del segmento, vienen los campos de ese segmento. Estos campos, a su vez, están formados por componentes y subcomponentes. (Torres, 2018)

Los campos, componentes y subcomponentes están separados por caracteres separadores especiales. Los caracteres recomendados son:

```

1      | : separador de campos (barra o tubo).
2      ^ : separador de componentes (sombbrero).
3      & : separador de subcomponentes.
4      ~ : separador en las iteraciones de campo.
5      \ : car cter de escape.

```

3. El estándar HL7 V3: HL7 V3 está diseñado para ser más flexible, escalable y semánticamente preciso que HL7 V2. Utiliza tecnologías como modelos de datos XML y RIM para representar información de una manera más estructurada y legible por máquina. Permite una interoperabilidad más eficiente entre los sistemas sanitarios y facilita el intercambio de datos clínicos complejos, como grandes registros médicos electrónicos. Además, HL7 V3 incluye muchos estándares y configuraciones específicos para áreas de aplicaciones especializadas como administración de fármacos, radiología y genómica. (Torres, 2018)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- Ventajas del cumplimiento de los estándares HL7 Los estándares HL7 ofrecen una serie de ventajas significativas en el ámbito de la salud, algunas de las cuales se detallan a continuación: (Pegasi, 2023)
 1. **Permiten la transmisión confiable de información:** Garantiza que la información clínica sea transmitida de forma confiable y precisa entre distintos de salud, reduce los errores de comunicación y aumenta la seguridad de los datos del paciente. (Pegasi, 2023)
 2. **Mejoran los procesos y la eficiencia clínica:** Al ejecutar los protocolos HL7 los sistemas de salud puede automatizarse y agilizar procesos clínicos, permitiendo una mejor coordinación entre los profesionales. (Pegasi, 2023)
 3. **Optimizan el manejo de las historias clínicas de los pacientes:** El estándar HL7 simplifica la gestión de las historias clínicas de los pacientes al permitir la integración de datos procedentes de diversas fuentes y sistemas. Esto asegura que la información esté completa y actualizada, facilitando así la coordinación del cuidado del paciente y mejorando la eficiencia en la atención médica. (Pegasi, 2023)
 4. **Se estandarizan y regulan los procedimientos:** Los estándares HL7 desempeñan un papel crucial al contribuir a la estandarización y regulación de los procedimientos clínicos. Esta contribución fomenta la consistencia en el intercambio de información, lo que a su vez facilita la comparación y el análisis de datos tanto a nivel nacional como internacional.
 5. **Es posible acceder a la información desde diversos dispositivos:** Debido a los estándares HL7, la información clínica es accesible desde diversos dispositivos, tales como computadoras, tabletas o teléfonos móviles.
- Temperatura ideal en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI): En general, la temperatura ideal en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) se sitúa entre los 20°C y los 25°C. Esta temperatura proporciona un entorno cómodo y seguro para los pacientes, así como condiciones óptimas para el funcionamiento adecuado del equipo médico. (Pegasi, 2023)
- Humedad ideal en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI): La humedad ideal en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) suele mantenerse entre el 40 % y el 60 %. Este rango proporciona un ambiente óptimo para la comodidad y el bienestar de los pacientes, así como para el funcionamiento adecuado del equipo médico. (Pegasi, 2023)
- El microcontrolador, componente fundamental en la electrónica, es un dispositivo electrónico encargado de ejecutar procesos lógicos o acciones programados por el usuario en lenguaje ensamblador. Estas instrucciones son introducidas mediante un programador, permitiendo al microcontrolador realizar una variedad de funciones específicas según las necesidades del usuario. (Aguayo, 2004)
- Microprocesador: Un microcontrolador es un dispositivo electrónico diseñado para ejecutar procesos lógicos mediante la programación en lenguaje ensamblador por parte del usuario. Estos programas son luego introducidos al microcontrolador a través de un programador especializado.(Herrador, 2009)
- Transmisión Inalámbrica: Se refiere a las interacciones entre dispositivos que se comunican utilizando el espectro electromagnético para intercambiar información. Este método de comunicación prescinde de cables físicos, permitiendo la transferencia de datos de manera eficiente y flexible a través del aire, este método es muy usado en el campo de Telemedicina. (Blázquez, 2015)
- ESP32: Es un microcontrolador low cost y alto rendimiento utilizado ampliamente en proyectos de Internet de las cosas (IoT). Cuenta con conexión Wi-Fi y Bluetooth, ideal para aplicaciones que requieren comunicación inalámbrica. El ESP32 cuenta con un procesador de doble núcleo, una amplia gama de periféricos y una memoria integrada, lo que lo convierte en una opción popular para proyectos que involucran monitoreo remoto, control de dispositivos y recopilación de datos. (Roca y cols., 2021)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- **Sensores:** Son dispositivos especialmente diseñados para detectar o medir una amplia gama de cantidades físicas, proporcionando datos precisos sobre el entorno en el que están ubicados. (Amaya Fariño y cols., 2020)
- **Actuadores:** A diferencia de los sensores, los actuadores son dispositivos que convierten una señal, típicamente eléctrica, en una acción física, como el movimiento mecánico. Por ejemplo, los motores, las válvulas de agua y otros dispositivos similares son ejemplos comunes de actuadores que ejecutan diversas tareas según las señales recibidas. (Amaya Fariño y cols., 2020)
- **MQTT:** significa "Message Queuing Telemetry Transport", es un protocolo de mensajería ligero y de bajo consumo de ancho de banda diseñado para ser utilizado en redes con ancho de banda limitado o inestable. se basa en un modelo de publicación/suscripción, donde los clientes pueden publicar mensajes en "temas" suscribirse a temas específicos para recibir mensajes. Esto permite una comunicación eficiente y flexible entre dispositivos conectados a la red, como sensores, actuadores y servidores.
Debido a su eficiencia y facilidad de implementación, MQTT es ampliamente utilizado en aplicaciones de Internet de las cosas (IoT). (Ap y K, 2019)
- **Sensor DHT11:** Es un sensor de temperatura y humedad de bajo costo y fácil de usar. Es ampliamente utilizado en proyectos de electrónica y sistemas de monitoreo ambiental, especialmente en aplicaciones de Internet de las cosas (IoT). El DHT11 puede medir la temperatura en un rango de 0°C a 50°C con una precisión de $\pm 2^\circ\text{C}$ y la humedad en un rango de 20% a 90% con una precisión de $\pm 5\%$. Este sensor utiliza un único pin de datos para la comunicación con el microcontrolador, lo que lo hace fácil de integrar en proyectos basados en Arduino. (Gay y Gay, 2018)
- **IoT:** internet de las cosas (en inglés, "Internet of Things"). Se refiere a la red de dispositivos físicos, vehículos, electrodomésticos y otros objetos que están integrados con sensores, software y otros elementos electrónicos que les permiten conectarse y intercambiar datos a través de Internet. (Gokhale, Bhat, y Bhat, 2018)
- **IoT MQTT Panel:** es una aplicación que permite monitorear y controlar dispositivos conectados a través del protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) en el contexto de la Internet de las cosas (IoT). Esta aplicación proporciona un panel de control visual donde los usuarios pueden ver y gestionar los datos recibidos de los dispositivos MQTT, así como también enviar comandos y configuraciones a estos dispositivos. (Farooq, Waseem, Mazhar, Khairi, y Kamal, 2015)

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X.
3. ESP-32.
4. DHT11.
5. Thonny.
6. IoT MQTT Panel.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA	
BIOMEDICINA	
63	
EL GIRÓN-QUITO	

5. PROCEDIMIENTO

Debido a la complejidad del proceso y a la limitada disponibilidad de tiempo en el laboratorio de Telemedicina, que cuenta únicamente con una hora a la semana, esta guía de laboratorio se divide en dos fases. La primera fase abarca el diseño del circuito y la elaboración del código de programación en el IDE Thonny para la obtención de los parámetros, utilizando el sensor de temperatura DHT11. La segunda fase se centra en la creación de la interfaz, la configuración del proceso de envío de datos hacia la aplicación móvil IoT MQTT Panel Control y el desarrollo de las actividades propuestas.

PARTE 1

5.1. Instalación del IDE Thonny

1. Es necesario disponer de un entorno de desarrollo integrado (IDE) para facilitar la programación se utilizará el lenguaje de programación microPython. se utilizará el IDE Thonny.
2. Ingresar al siguiente enlace <https://thonny.org/>, para descargar el programa IDE Thonny y seleccionar el sistema operativo adecuado, como se muestra en la **Figura 1**.



Figura 1: Pagina principal de Thonny para seleccionar el SI adecuado (Thonny, 2024)

3. Descargar y ejecutar el programa como cualquier otro programa.
4. Aceptar la licencia y dar clic en continuar como se muestra en la **Figura 2**.

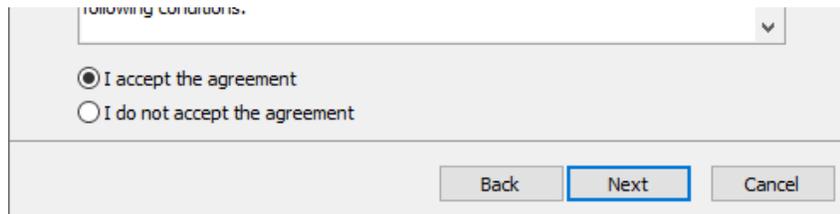


Figura 2: (Proceso para aceptar la licencia de Thonny (Lincango, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA	
BIOMEDICINA	
63	
EL GIRÓN-QUITO	

5. Seleccionar la opción de crear ícono como se muestra en la **Figura 3**.

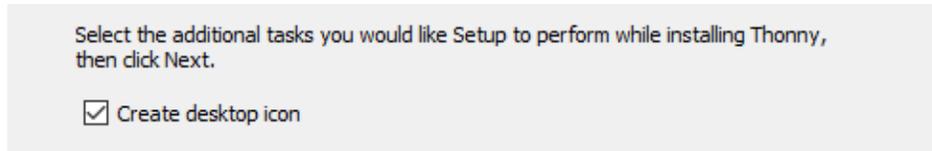


Figura 3: Seleccionar la opción de crear ícono de escritorio (Lincango, 2024)

6. Esperar a que el programa se instale correctamente y dar clic en finalizar.

7. Una vez instalado el IDE Thonny ejecutar el programa desde el ícono de escritorio, como se muestra en la **Figura 4**.



Figura 4: Ícono de Thonny (Lincango, 2024)

8. Ejecutar Thonny, como se muestra en la **Figura 5**.



Figura 5: Panel principal de thonny, 1: Espacio de programación, 2: Sección de opciones de Thonny 3: Espacio de Consola (Lincango, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

5.2. Proceso de envío de datos

1. ntes de iniciar el proceso de envío de datos, es fundamental implementar el circuito adecuado junto con los sensores correspondientes. Se empleará el microcontrolador ESP32 en combinación con el sensor DHT11 para obtener los parámetros de temperatura y humedad necesarios.
2. Armar el circuito tal como se muestra en la **Figura 6**. El pin VCC debe conectarse a 5V, el pin GND debe ir a tierra, y el pin OUT, en este caso, se conecta al GPIO 19 del ESP32.

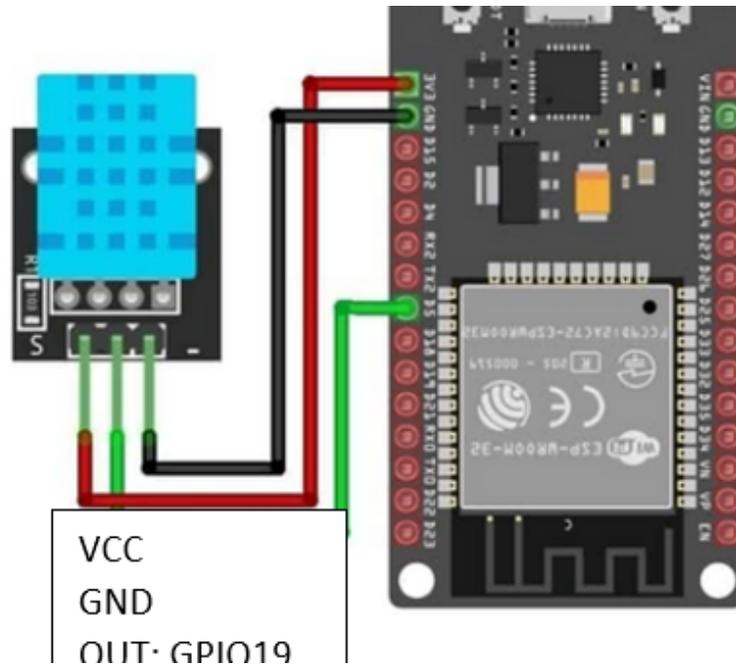


Figura 6: Conexión ESP32 con el sensor de DHT11 (Lincango, 2024)

3. A continuación, se procede a realizar el código programado en MicroPython. Para ello, se utilizará el siguiente código con su respectiva explicación:
4. Este código es un programa para un dispositivo ESP32 que mide la temperatura y la humedad utilizando un sensor DHT11, luego publica estos datos en un servidor MQTT y espera un tiempo antes de tomar otra lectura.

Primero, se definen las credenciales de la red Wi-Fi y del servidor MQTT al que se va a conectar. Luego, se configura el pin del sensor DHT11. Después, hay una función para crear un mensaje HL7 con los datos de temperatura y humedad, y otra función para medir la temperatura y la humedad utilizando el sensor DHT11.

El programa principal comienza conectándose a la red Wi-Fi y al servidor MQTT. Luego, entra en un bucle infinito donde mide la temperatura y la humedad, crea un mensaje HL7 con estos datos, lo publica en el servidor MQTT y espera un intervalo de tiempo antes de repetir el proceso. Finalmente, se desconecta del servidor MQTT al salir del bucle. Este programa permite monitorear la temperatura y la humedad en tiempo real a través de un servidor MQTT.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

1   from time import sleep
2   from machine import Pin
3   import dht
4   import network
5   from simple import MQTTClient
6
7   # Definir las credenciales de la red Wi-Fi
8   WIFI_SSID = 'Wlincango'
9   WIFI_PASSWORD = '23456789hgc'
10
11  # Definir las credenciales del servidor MQTT
12  MQTT_HOST = 'broker.emqx.io'
13  MQTT_USER = 'alex'
14  MQTT_PASSWORD = 'alex'
15  MQTT_TOPIC = 'temperatura'
16
17  # Configurar el pin del sensor DHT11
18  DHT_PIN = 4 # GPIO4 en el ESP32
19
20  # Definir la función para crear el mensaje HL7
21  def create_hl7_message(temperature, humidity):
22      return (
23          "MSH|^~\&|SENDER|SENDER_APPLICATION|RECEIVER|RECEIVER_APPLICATION|
24          "12345||ORU^R01|MSGID12345|P|2.5\n"
25          "PID||Andrea^Garcia^^^Srt.||age_24||M\n"
26          "PV1||I|ICU^1^1|U|||AOE|AOE|||\n"
27          "OBX|1|NM|TMP^Temperature_A||{|}|Temp_C||{|}^Cel^^||R|||\n"
28          "OBX|2|NM|HUM^Humidity||{|}|Humidity_Percent||{|}^%^^||R|||"
29      ).format(temperature, temperature, humidity, humidity)
30
31  # Definir la función para medir la temperatura y la humedad
32  def read_dht11():
33      dht_sensor = dht.DHT11(Pin(DHT_PIN))
34      dht_sensor.measure()
35      temperature = dht_sensor.temperature()
36      humidity = dht_sensor.humidity()
37      return temperature, humidity
38
39  # Definir la función de callback para el cliente MQTT
40  def on_message(topic, message):
41      print("Mensaje recibido en el topic '{}': {}".format(topic,
42          message.decode()))
43
44  # Conectar y suscribirse al servidor MQTT
45  def connect_and_subscribe():
46      client = MQTTClient("esp32", MQTT_HOST, user=MQTT_USER,
47          password=MQTT_PASSWORD)
48      client.set_callback(on_message)
49      client.connect()
50      client.subscribe(MQTT_TOPIC)
51      print("Conectado a {}, suscrito al topic '{}'.format(MQTT_HOST,
52          MQTT_TOPIC))
53      return client

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```

51
52 # Funci n principal
53 def main():
54     # Conectar a la red Wi-Fi
55     wlan = network.WLAN(network.STA_IF)
56     wlan.active(True)
57     wlan.connect(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD)
58     while not wlan.isconnected():
59         print('Conectando a la red Wi-Fi...')
60         sleep(1)
61     print('Conectado a la red Wi-Fi:', wlan.ifconfig())
62
63     # Conectar y suscribirse al servidor MQTT
64     mqtt_client = connect_and_subscribe()
65
66     try:
67         while True:
68             # Medir la temperatura y la humedad
69             temperature, humidity = read_dht11()
70
71             # Crear el mensaje HL7 con la temperatura
72             hl7_message = create_hl7_message(temperature, humidity)
73
74             # Publicar el mensaje HL7 en el servidor MQTT
75             mqtt_client.publish(MQTT_TOPIC, hl7_message)
76             print("Mensaje HL7 publicado en el topic
77                 '{}'.format(MQTT_TOPIC))
78
79             # Esperar un intervalo de tiempo antes de tomar otra lectura
80             sleep(10) # Por ejemplo, esperar 10 segundos
81         finally:
82             # Desconectar del servidor MQTT antes de salir
83             mqtt_client.disconnect()
84
85     # Ejecutar la funci n principal al iniciar el programa
86     if __name__ == '__main__':
87         main()

```

5. Antes de cargar el programa en el ESP 32 es necesario configurar unas opciones, para que el IDE Thonny detecte el puerto al cual está conectado el ESP32.
6. Dar clic en herramientas como se muestra en la **Figura 7**

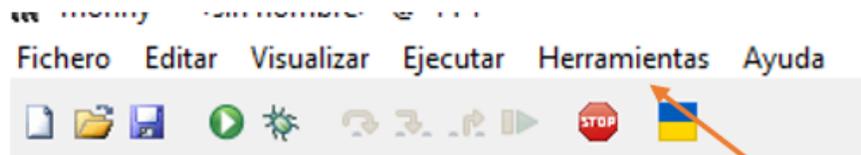


Figura 7: Panel principal de thonny, Herramientas (Lincango, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

7. Dar clic en opciones y después dar clic en la sección de “Interprete” y después en la sección “ ¿ Qué tipo de interprete tiene que ejecutar Thonny ” Seleccionar “MicroPython ESP32”, en la sección de puerto colocar el puerto en el que esta conectado el ESP-32, tal como se muestra en la **Figura 8**.

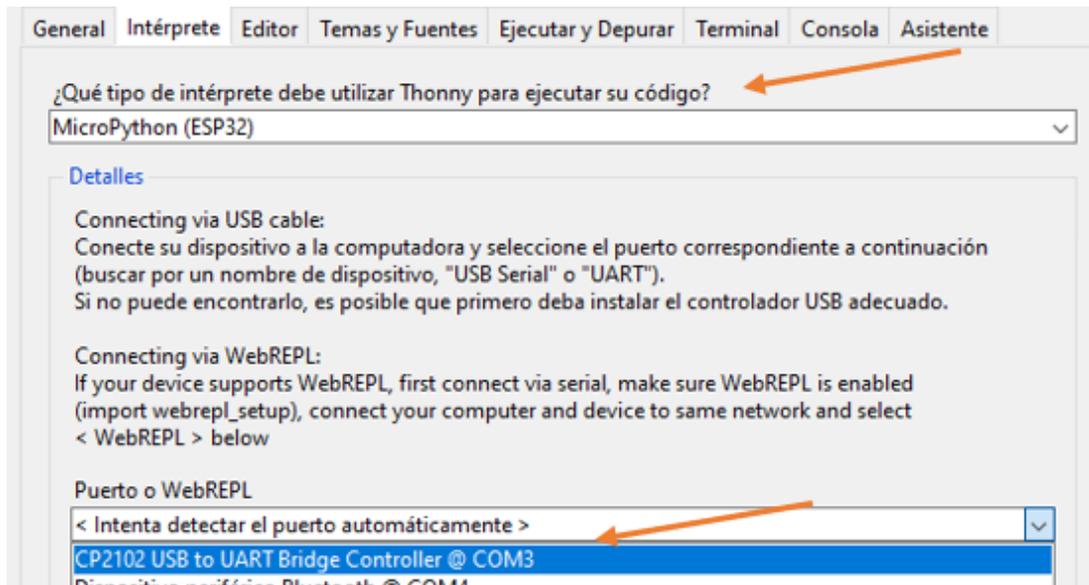


Figura 8: Proceso de configuración de puerto del ESP32 (Lincango, 2024)

8. Dar clic en la sección de “Instalar o actualizar MicroPython” y configurar con las opciones como se muestra en la **Figura 9**. Y dar clic en instalar.

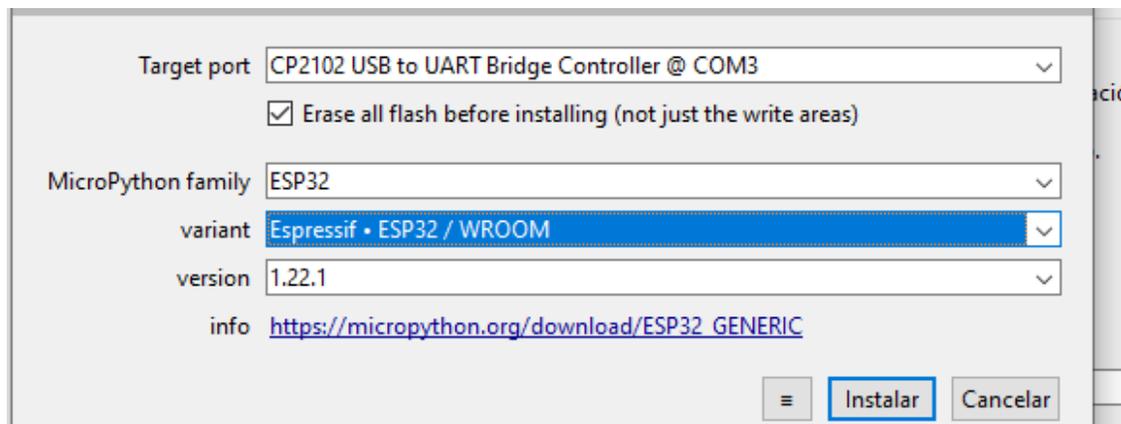


Figura 9: Proceso de configuración del lenguaje MicroPytoh (Lincango, 2024)

9. Una vez realizado el paso anterior, ya se puede copiar y pegar el código para ejecutar el programa.
10. Una vez ejecutado el programa en la consola debe mostrar que se conecto correctamente a internet y que el mensaje HL7 publicado en el topic 'temperatura'omo se muestra en la **Figura 10**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

```
Conectado a la red Wi-Fi: ('10.10.0.2', '255.255.0.0', '10.0.0.1', '10.0.0.1')
Conectado a broker.emqx.io, suscrito al topic 'temperatura'
Mensaje HL7 publicado en el topic 'temperatura'
```

Figura 10: Conexión exitosa a internet y envío de mensaje HL7 (Lincango, 2024)

PARTE 2

5.3. Configuración de la Interfaz usando IoT MQTT Panel

1. En primer lugar descargar la aplicación Iot MQTT Panel, para ello ingresar al play Store, y buscar el nombre de la aplicación como se muestra en la **Figura 11**.

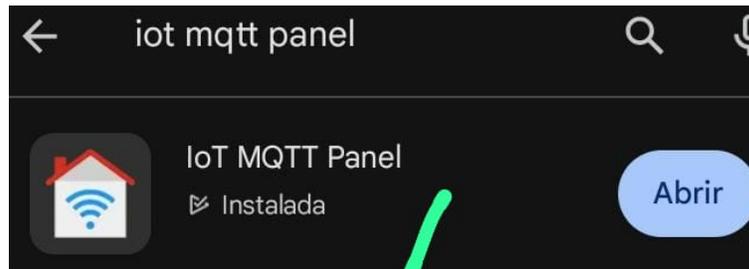


Figura 11: Instalar IoT MQTT PANEL de la Play Store (Play Store, 2024)

2. Ingresar al programa y para crear un nuevo panel, dar clic en la opción de “+” como se muestra en la **Figura 12**.

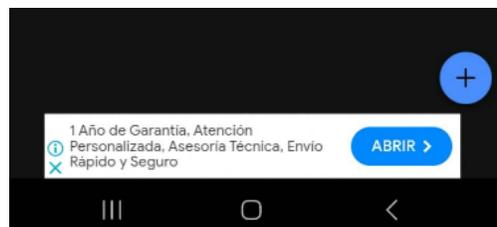


Figura 12: Sección para crear nuevo panel de control (IoT MQTT Panel, 2024)

3. Configurar el nuevo panel de control con lo siguiente:
4. En la sección de “Connections name” colocar cualquier nombre en este caso “Cuidados intensivos”
5. En la sección de Broker colocar el siguiente broker “broker.emqx.io”
6. En port 1883 y TCP.
7. Añadimos un nuevo dashboard y colocar un nombre, en este caso se llamó “cuidados intensivos”
8. En username, coloca “admin” y en password colocar “publico”. Como se muestra en la **Figura 13**

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

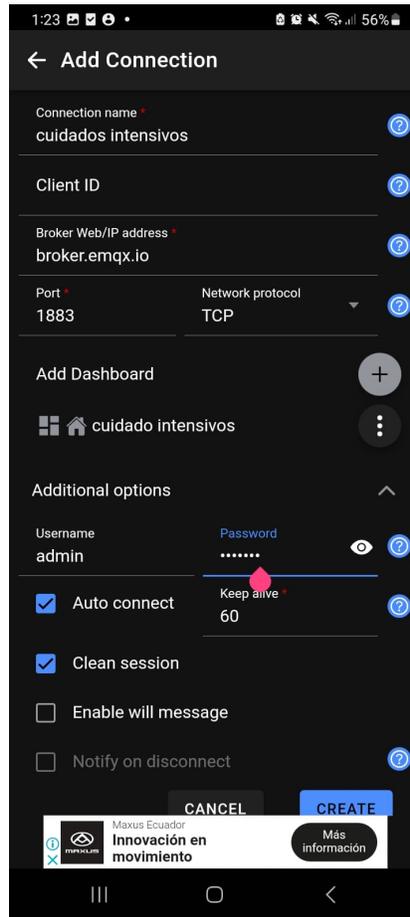


Figura 13: Configuración del broker Web/ip panel de control 1 (IoT MQTT Panel, 2024)

- Una vez creado el panel de control, debe salir conectado el ícono de nube de aparecer de color naranja como se muestra en la **Figura 14**.

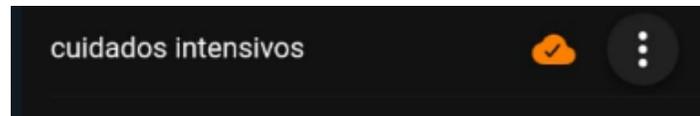


Figura 14: Estado de conexión IoT MQTT con el Broker 1 (IoT MQTT Panel, 2024)

- Dar clic en “ADD PANEL” para crear un nuevo panel como se muestra en la **Figura 15**

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

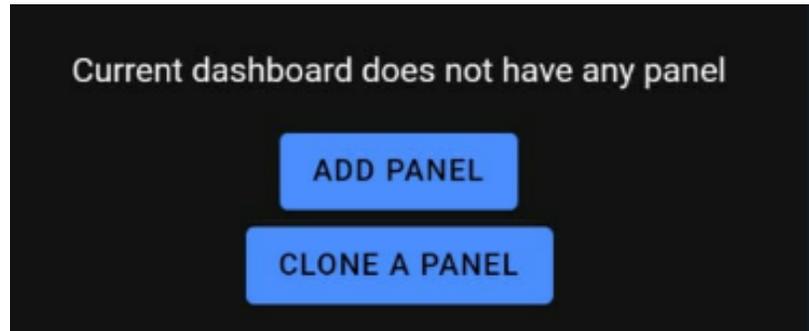


Figura 15: Añadir nuevo panel 1 (IoT MQTT Panel, 2024)

11. Seleccionar el tipo de panel, en este caso para la temperatura y humedad. seleccionar un “Gauge” como se muestra en la **Figura 16**

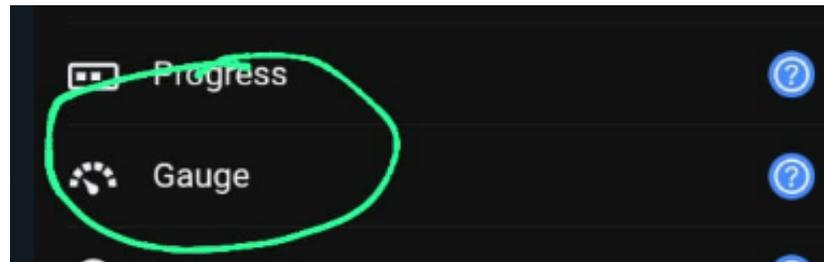


Figura 16: Seleccionar Gauge para visualizar humedad y temperatura (IoT MQTT Panel, 2024)

12. Configurar el gauge en la sección de “panel name” colocar el nombre del gauge en este caso “Temperatura” en la sección “Topic” colocar el tópic del código “temperatura ” en la sección de “payload mínimo ” colocar 0 y en la sección de “payload max” colocar 100 , como se muestra en la **Figura 17**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

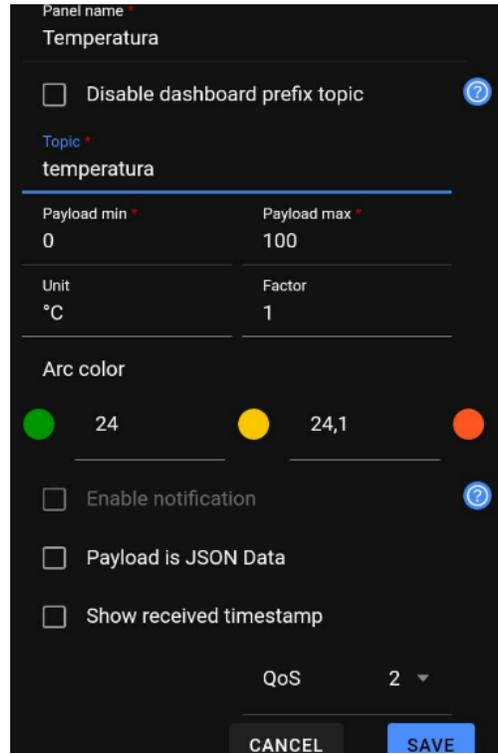


Figura 17: Configuración del topic para gauge (IoT MQTT Panel, 2024)

13. Hacer lo mismo del paso anterior para el valor de la Humedad, debe quedar similar a la **Figura 18**.

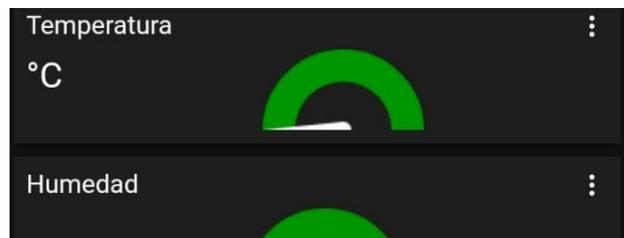


Figura 18: Gauge para temperatura y Humedad (IoT MQTT Panel, 2024)

14. Ahora para poder observar el mensaje HL7, un "Text Log" como se muestra en la **Figura 19**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

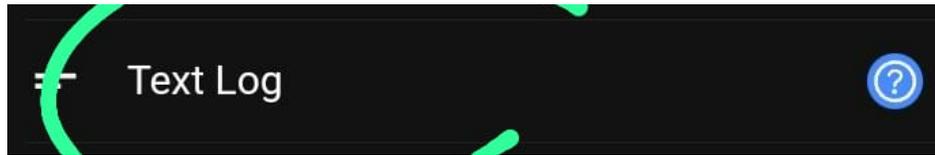


Figura 19: Seleccionar un Text Log para recibir mensaje HL7 (IoT MQTT Panel, 2024)

- Configurar el gauge en la sección de “panel name” colocar el nombre del Mensaje HL7 en este caso “Temperatura” en la sección “Topic” colocar el tópicos del código “temperatura ”, como se muestra en la **Figura 20**.

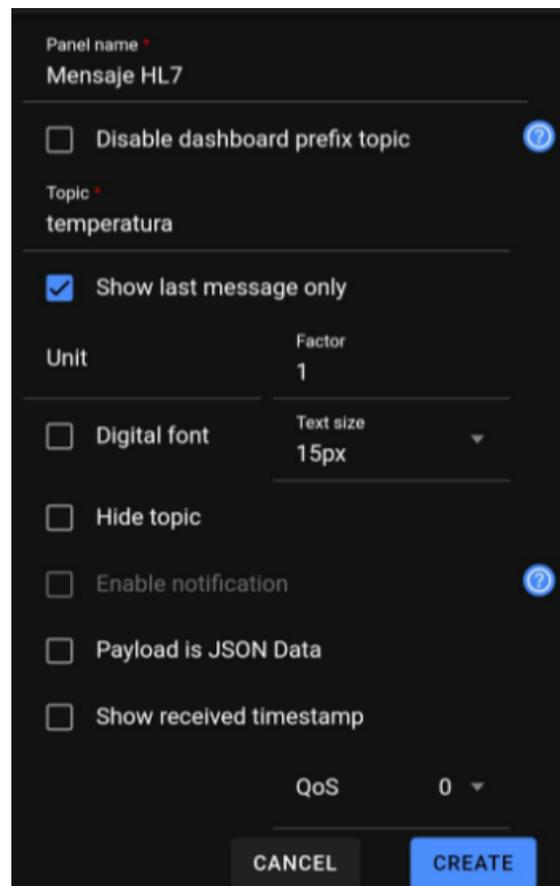


Figura 20: Configuración del topic para el Text Log para recibir mensaje HL7 (IoT MQTT Panel, 2024)

- Dar clic en create y ejecutar el programa.
- En la sección de Texto Log se debe mostrar el mensaje HL7 como se muestra en la **Figura 21**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA	
BIOMEDICINA	
63	
EL GIRÓN-QUITO	

```

Mensaje HL7: temperatura
MSH|^~\&|SENDER|SENDER_APPLICATION|RECEIVER|
RECEIVER_APPLICATION|12345||ORU^R01|MSGID123
45|P|2.5 PID||Andrea^Garcia^^^Srt.||age_24||M
PV1|||ICU^1^1|U||A0E|A0E||
OBX|1|NM|TMP^Temperature_A||1|Temp_C||1^Cel^^||R
||
OBX|2|NM|HUM^Humidity||2|Humidity_Percent||2^%^^|
|R||

```

Figura 21: Mensaje HL7, recibido (IoT MQTT Panel, 2024)

6. ACTIVIDAD

6.1. Protocolo HL7

1. Investigue otros protocolos similares al protocolo HL7 se utilizan para el envío de datos en el ámbito de la salud

2. Mencionar las diferencias entre los protocolos investigados en la actividad 1.

3. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de emplear el protocolo HL7?

6.2. Actividad Práctica

1. Eplera un sensor de CO2 como el MQT 135 o MQT 7 para medir los niveles de CO2. Emplear el protocolo HL7 para enviar los valores medidos y visualizarlos en el panel de control de la aplicación IoT MQTT Panel.

2. Investigue los valores adecuados de temperatura y humedad en una Unidad de cuidados intensivos y cree alarmas visuales y sonoras empleando la aplicación IoT MQTT Panel.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

7. Conclusiones

- Es fundamental comprender a fondo los protocolos de comunicación requeridos para integrar el microcontrolador ESP32 con el Protocolo HL7 y el servidor MQTT. Esto implica comprender los principios básicos de su funcionamiento y cómo configurarlos adecuadamente. Es importante adquirir un conocimiento sólido sobre estos protocolos para garantizar una implementación exitosa del sistema.
- La conexión del microcontrolador ESP32 a la red local y la aplicación IoT MQTT ha facilitado la transmisión de datos de temperatura y humedad en tiempo real, permitiendo una monitorización continua de los parámetros ambientales en la UCI y brindando información relevante para la toma de decisiones fundamentadas en el cuidado de los pacientes, destacando así la importancia de la tecnología IoT en entornos clínicos.
- Desarrollar una interfaz de usuario efectiva para visualizar los datos de temperatura y humedad recopilados es crucial. Esto implica diseñar una interfaz intuitiva que se integre de manera transparente con el servidor MQTT en el panel de control de la aplicación IoT MQTT. Una interfaz bien diseñada facilitará la interpretación de los datos y mejorará la experiencia del usuario final.

8. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar el broker proporcionado, ya que ha demostrado funcionar correctamente y ha sido previamente probado.
- Se sugiere emplear el lenguaje MicroPython para programar el microcontrolador ESP32, dado que se ha demostrado que funciona de manera más eficiente en el envío de mensajes utilizando el protocolo HL7.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Acuña Gil, I. D., y cols. (s.f.). Adquisición, análisis y transmisión de datos a través de una aplicación móvil médica a una base de datos utilizando el protocolo hl7.
- Aguayo, P. (2004). Introducción al microcontrolador. *Recuperado el, 9*.
- Amaya Fariño, L. M., Tumbaco Reyes, A., Roca Quirumbay, E., Villón González, T., Mendoza Morán, B., y Reyes Quimís, Á. (2020). El iot aplicado a la domótica. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 7(1), 21–28.
- Ap, H., y K, K. (2019). Secure-mqtt: an efficient fuzzy logic-based approach to detect dos attack in mqtt protocol for internet of things. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2019(1), 90.
- Blázquez, J. P. (2015). Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos. *Universitat Oberta de Catalunya*, 10–14.
- Farooq, M. U., Waseem, M., Mazhar, S., Khairi, A., y Kamal, T. (2015). A review on internet of things (iot). *International journal of computer applications*, 113(1), 1–7.
- Gay, W., y Gay, W. (2018). Dht11 sensor. *Advanced Raspberry Pi: Raspbian Linux and GPIO Integration*, 399–418.
- Gokhale, P., Bhat, O., y Bhat, S. (2018). Introduction to iot. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 5(1), 41–44.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	INGENIERIA CLINICA Y HOSPITALARIA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Herrador, R. E. (2009). Guía de usuario de arduino.

Lincango, A. (2024).

Pegasi, L. S. (2023, septiembre 12). *Estándares hl7: conoce la importancia del health level 7 en oncología. Aceleramos el diagnóstico y tratamiento a pacientes con cáncer.* Pegasi. Descargado de <https://blog.pegasi.io/estandares-hl7/>

Roca, R. F., Salado, J. S., Fernández, M. C., Acuna, J. G., Serrano, A. L., de Sá, E. L., y Ramírez, J. R. (2021). Manejo con control de temperatura en los cuidados posparada cardiaca: documento de expertos. *Medicina Intensiva*, 45(3), 164-174.

Torres, P. M. (2018, septiembre 18). *Los estándares hl7 fundamentales.* Meditecs. Descargado de <https://www.meditecs.com/es/kb/estandares-hl7/?from-caduceus=true>

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

T. Anexo: Implementación del modelo de gestión de consentimiento informado en aplicaciones de tratamiento de datos médicos empleando APP INVENTOR

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

Tema:(Anexo T) Implementación del modelo de gestión de consentimiento informado en aplicaciones de tratamiento de datos médicos empleando APP INVENTOR

El intercambio de datos médicos a través de aplicaciones se ha convertido en una práctica común y conveniente. Sin embargo, es fundamental garantizar la protección de la privacidad y la confidencialidad de los datos de los pacientes. Para asegurar esto, es necesario implementar el consentimiento informado en las aplicaciones que manejan datos médicos.(Ortiz y Burdiles, 2010)

El consentimiento informado es un proceso mediante el cual se obtiene la autorización de los pacientes antes de recopilar, utilizar o compartir sus datos médicos. Es un componente esencial de la ética y la privacidad en la atención médica digital. Al implementar el consentimiento informado en la aplicación de envío de datos médicos, se promueve la transparencia, el respeto por la autonomía del paciente y se fortalece la confianza en la gestión de los datos sensibles.(Ortiz y Burdiles, 2010)

1. Objetivo General

Implementar el modelo de gestión de consentimiento informado en la aplicación SCORE MAMÁ desarrollada en APP INVENTOR para comprender la normativa regional para la protección de la información paciente-doctor.

2. Objetivos Específicos

1. Investigar y comprender la normativa y legislación regional específica relacionada con la protección de la información médica y el consentimiento informado en el contexto de la telemedicina, con el fin de establecer una base legal sólida para la implementación del modelo de gestión en la aplicación Score Mamá.
2. Identificar los elementos fundamentales del consentimiento informado que deben ser incorporados en aplicaciones que gestionen datos médicos, ajustándolos conforme a las necesidades y requisitos de la legislación, para asegurar una correcta recopilación y gestión de la información.
3. Diseñar y desarrollar una interfaz de usuario clara y accesible en la aplicación Score Mamá, que permita a los usuarios otorgar su consentimiento informado de manera comprensible y eficiente, facilitando así la interacción y asegurando el cumplimiento de los estándares legales en la protección de datos.

3. Marco Teórico

- App Inventor: Programa que permite crear aplicaciones para Android a través de un navegador web. Emplea un editor Drag and Drop (arrastrar y soltar) para la generación de interfaces gráficas y un sistema de bloques para gestionar el comportamiento de la aplicación(Almaraz-Menéndez, Maz-Machado, y López, 2015)
- Confidencialidad: Se define como el deber ético de los especialistas de la salud de proteger la privacidad y la información de sus pacientes. Implicando mantener la confidencialidad de los registros de los pacientes, el historial médico y cualquier otra información confidencial compartida durante el tratamiento. La confidencialidad es importante para establecer una relación abierta y de confianza entre los especialistas de la salud y los pacientes, lo que permite a los pacientes sentirse seguros y confiados al compartir información personal sobre su salud. (Ríos, 2015)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

- **Consentimiento informado:** Es la expresión voluntaria, libre y racional realizada por parte de un paciente, de aceptar a un tratamiento, luego de haber recibido información del mismo y de habersele respondido todas sus dudas de manera adecuada y suficiente. El Consentimiento informado, es la aceptación de una intervención médica por el paciente, en forma libre, voluntaria y consciente después que el médico le haya informado sobre la naturaleza de la intervención y con sus riesgos y beneficios, así como de las alternativas posibles con sus respectivos riesgos y beneficios. (Cárdenas, 2003)
- **Malas prácticas tele-médicas:** Son aquellas acciones o decisiones que van en contra de los principios éticos y las mejores prácticas en la prestación de servicios de salud a distancia. Algunos ejemplos de estas malas prácticas incluyen: (Bulla Bonilla y Lopez Franco, 2016)
 1. **Diagnósticos incorrectos o incompletos:** Debido a una evaluación insuficiente de los síntomas del paciente durante la consulta virtual. (Bulla Bonilla y Lopez Franco, 2016)
 2. **Prescripción inadecuada de medicamentos:** Sin una evaluación completa del historial médico del paciente o sin realizar pruebas diagnósticas necesarias. (Bulla Bonilla y Lopez Franco, 2016)
 3. **Falta de protección de la privacidad y confidencialidad del paciente:** Durante la consulta en línea, incluyendo la transmisión insegura de información médica. (Bulla Bonilla y Lopez Franco, 2016)
 4. **Utilización de plataformas de telemedicina inadecuadas o no seguras:** Pueden comprometer la integridad de los datos médicos del paciente. (Bulla Bonilla y Lopez Franco, 2016)
 5. **Ausencia de seguimiento adecuado después de la consulta virtual:** Para monitorear la progresión de la enfermedad o el cumplimiento del tratamiento por parte del paciente. (Bulla Bonilla y Lopez Franco, 2016)
 6. **Falta de comunicación clara y efectiva entre el médico y el paciente:** Durante la consulta remota, lo que puede llevar a malentendidos o a una falta de comprensión sobre el plan de tratamiento. (Bulla Bonilla y Lopez Franco, 2016)
- **Los derechos de propiedad intelectual:** Se refieren a las leyes y regulaciones que protegen las creaciones de la mente, como las invenciones, obras literarias y artísticas, diseños y símbolos, nombres y eslóganes comerciales. Estos derechos son fundamentales para incentivar la innovación y la creatividad, al tiempo que garantizan la protección y el reconocimiento adecuado de los creadores. Algunos aspectos clave de los derechos de propiedad. (González, de los Angeles Romero Quiroz, Ávila, y Castolo, 2011)

intelectual relacionados con el ámbito médico incluyen:

1. **Patentes y licencias:** Las patentes otorgan a los inventores el derecho exclusivo a utilizar, fabricar y vender una invención durante un período de tiempo determinado. En el ámbito médico, las patentes pueden aplicarse a dispositivos médicos, medicamentos, procedimientos quirúrgicos y otros avances tecnológicos en el campo de la salud. Las licencias permiten a terceros utilizar la invención patentada a cambio de regalías u otros acuerdos comerciales. (González y cols., 2011)
2. **Leyes de derechos de autor:** Estas leyes protegen las obras literarias, artísticas y científicas, como libros, artículos, software, música, fotografías y vídeos, entre otros. En el ámbito médico, los derechos de autor pueden aplicarse a libros de texto, artículos científicos, software médico, imágenes médicas y materiales educativos utilizados en la formación de profesionales de la salud. Las leyes de derechos de autor garantizan que los autores tengan el control sobre el uso y la distribución de sus obras, así como el derecho a recibir compensación por su trabajo. (González y cols., 2011)
3. **Derechos del paciente:** En el contexto de la propiedad intelectual en la medicina, los derechos del paciente pueden referirse al acceso a la información médica, incluidos los registros de salud

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

electrónicos, la confidencialidad de los datos médicos personales y la participación en la toma de decisiones sobre el tratamiento y la investigación médica. Estos derechos están protegidos por leyes y regulaciones que garantizan la privacidad y la seguridad de la información del paciente, así como su autonomía y dignidad en el proceso de atención médica. (González y cols., 2011)

4. MATERIALES

1. Internet.
2. Computadora con SO Windows/ Linux/ OS X.
3. MIT APP INVENTOR.
4. Celular.

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Identificar los elementos clave del Consentimiento Informado

El consentimiento informado utilizado en nuestra aplicación se basa en el formato oficial proporcionado por la página principal del Ministerio de salud pública. Este documento, actualizado por última vez el 12 de febrero de 2021, refleja las regulaciones más recientes y se integra para asegurar que los usuarios estén completamente informados sobre los procedimientos y opciones relacionadas con su salud. Esta práctica respeta las directrices establecidas por la autoridad sanitaria nacional para brindar una atención médica ética y transparente.

5.2. Diseñar y desarrollar la interfaz

1. En esta práctica de laboratorio, se utilizará el programa App Inventor. Para acceder a él, ingresar al siguiente enlace <https://appinventor.mit.edu/>. Hacer clic en “Create APP” e ingresar, creando primero una cuenta.
2. Ingresar al siguiente enlace para descargar el proyecto: <https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=199500a1-07be-48d6-aa88-915825c19c8f>
3. Hacer clic en “Crear un nuevo proyecto”, asignar un nombre, en este caso, se llamará “SCORE MAMÁ”. Se dirigirá al área de trabajo, como se muestra en la **Figura 1**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

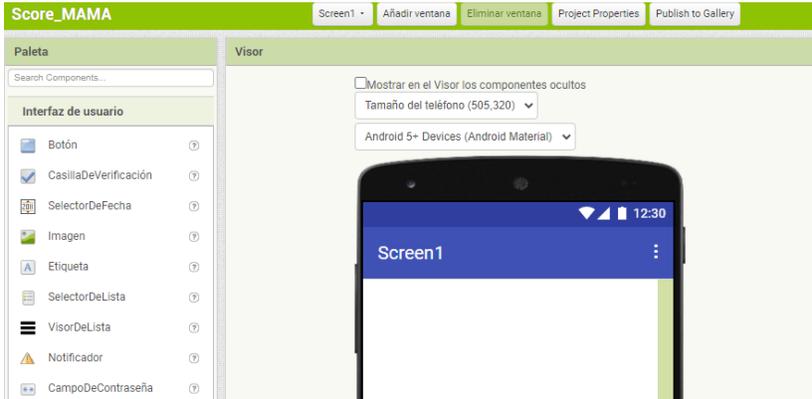

--

Figura 1: Página principal de edición de App Inventor (MIT App inventor, 2024)

- Para visualizar los resultados diseñados, descarga la aplicación “MIT AI2 Companion” desde Google Play y vincúlala mediante un código QR desde el programa MIT App Inventor, como se muestra en la **Figura 2**.

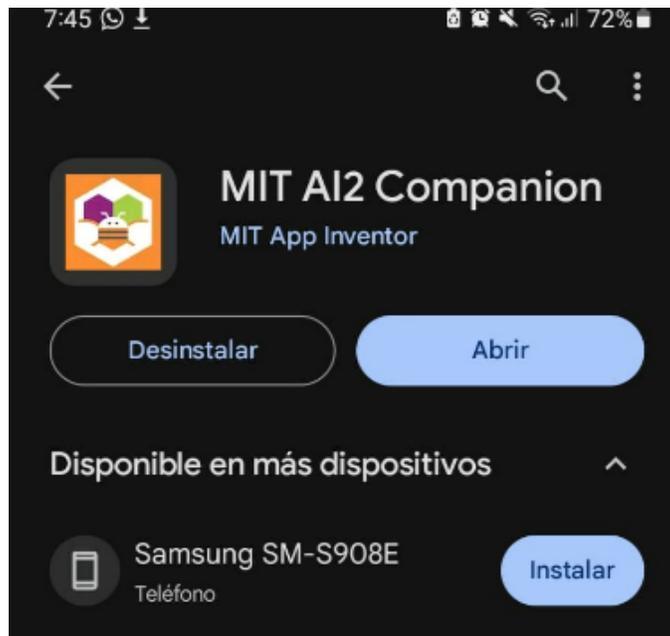


Figura 2: Aplicación de la Play Store MIT AI2 Companion (Play Store, 2024)

- Para comenzar la creación de la aplicación, seleccionar “Disposición”, elegir “Disposición Horizontal” y arrastrar a la aplicación. Se configura el tamaño seleccionando la opción de Alto y Ancho, eligiendo la opción “Ajustar a contenedor”, como se muestra en la **Figura 3**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

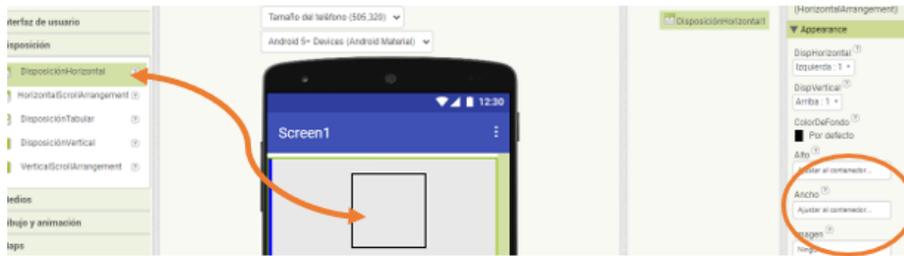


Figura 3: Pasos para crear la interfaz (MIT App inventor, 2024)

- Para mejorar la estética, añadir un fondo. Seleccionar la opción de añadir imagen y elegir la imagen deseada. Para visualizar el resultado, es importante verlo en la aplicación, como se muestra en la **Figura 4**.

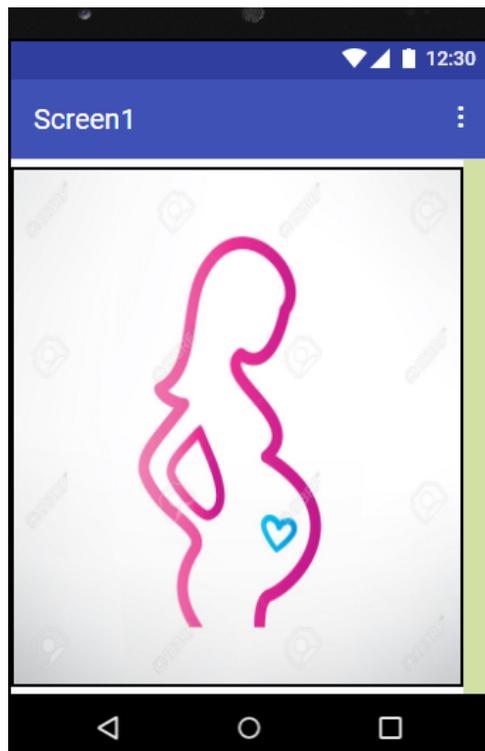


Figura 4: Resultado de imagen de fondo de la interfaz de usuario (Lincango, 2024)

- A continuación, crear un botón que permitirá iniciar. Desde la sección de interfaz de usuario, seleccionar el botón y arrastrar hacia el área de trabajo cambiar el nombre por ejemplo “INICIO”, como se muestra en la **Figura 5**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO



Figura 5: Proceso para crear Boton en App Inventor (MIT App inventor, 2024)

8. Una vez colocado el botón, proceder a la sección de programación. Dar clic en la sección “BLOQUES”, como se muestra en la **Figura 6**.

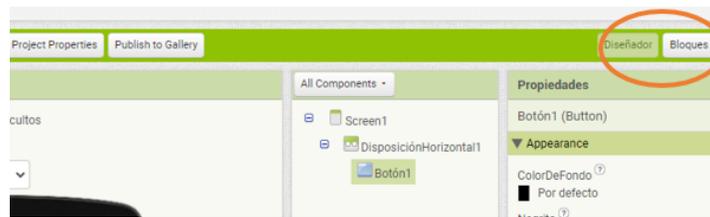


Figura 6: Sección de bloques de App Inventor (MIT App inventor, 2024)

9. Crear una nueva ventana donde se aceptará o rechazará el consentimiento. En la sección de Bloques, dar clic en el botón y seleccionar la opción “Cuando Botón clic hacer”. Luego, en bloques, seleccionar la sección de control y optar por la opción “Abrir a otra pantalla”, eligiendo la segunda pantalla, como se muestra en la **Figura 7**.

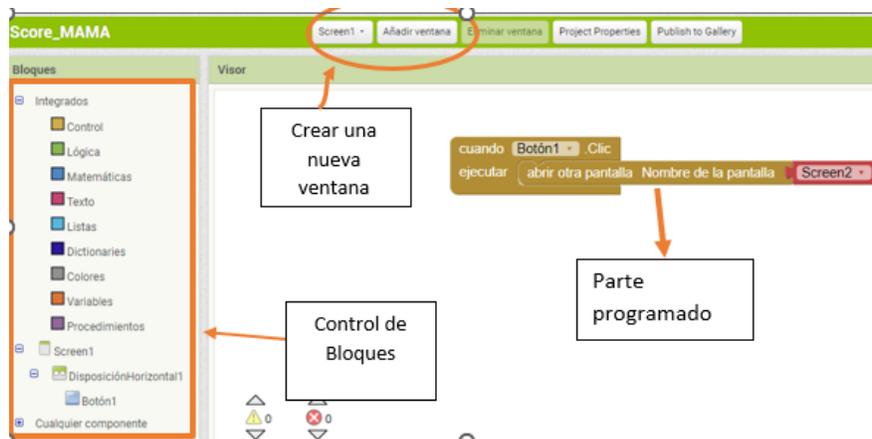


Figura 7: Pantalla principal de programación por bloques (MIT App inventor, 2024)

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

10. Pasar a la pantalla 2 y colocar nuevamente la “Opción de disposición local”. Se puede cambiar el color de fondo y añadir una etiqueta de texto donde irá escrito el consentimiento informado del paciente. En este caso, usar el siguiente texto de consentimiento, y también colocar 2 botones, uno para aceptar el consentimiento y otro para rechazarlo, como se muestra en la **Figura 8**.

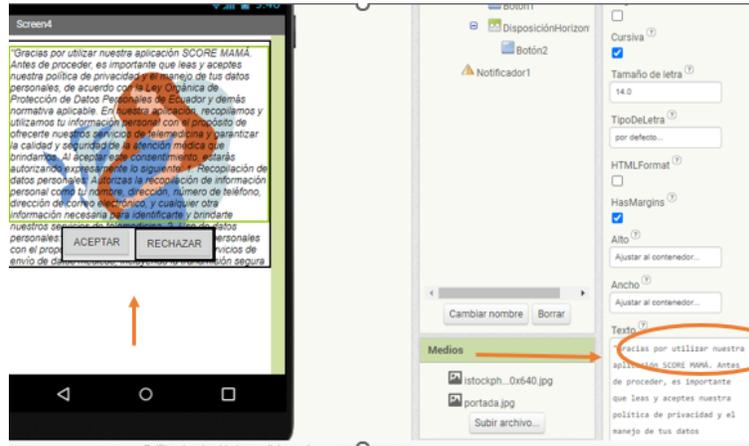


Figura 8: Proceso para insertar el texto de consentimiento en la aplicación APP Invento (MIT App inventor, 2024)

```

1  "Gracias por utilizar nuestra aplicaci n SCORE MAM . AVISO DE
   PROTECCI N DE DATOS
2
3  ALCANCE
4
5  Esta pol tica de tratamiento de datos personales ser aplicada a todos
   los datos personales que sean recolectados, almacenados, consolidados,
   procesados, analizados y difundidos, a trav s de los diferentes
   repositorios institucionales cuyos datos se recolectan de manera
   digitales y f sica en el Ministerio de Salud P blica. As como para
   los datos recolectados por las dependencias del Ministerio de Salud
   P blica por medio de mecanismos de consulta con otras instituciones
   p blicas y/o privadas.
6
7  Esta pol tica es de acceso p blico , toda persona, puede disponer de su
   informaci n en la medida que se encuentre publicada.
8
9  OBJETO
10
11  Mediante la presente pol tica , el Ministerio de Salud P blica establece
   los procedimientos para que el titular del dato personal ejerza sus
   derechos respecto del tratamiento que la Autoridad Sanitaria Nacional
   realiza acorde al ordenamiento legal vigente.
12
13  DATOS QUE SE RECOLECTA
14
15  El Ministerio de Salud P blica recolecta datos, personales y relativos a
   la salud tales como: cedula de ciudadan a , nombres y apellidos, fecha

```

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

de nacimiento, sexo, estado civil, nacionalidad, etnia, edad, lugar de nacimiento, instrucción, profesión, Información Clínica, a través de los mecanismos físicos, digitales, sistemas y portales web que se detallan a continuación: El Ministerio de Salud Pública no comparte información sobre datos personales a terceros, salvo los casos previstos en el ordenamiento jurídico.

16

17 FINALIDAD

18

19 El Ministerio de Salud Pública, tratar los datos personales y la información que se genere de estos para:

20

21 Garantizar el acceso a los servicios de salud relacionados a aspectos misionales de la institución;

22 Cuidar el estado de salud del titular;

23 Garantizar la prevalencia del interés público en salud;

24 Aplicar, controlar, y vigilar el cumplimiento de la Ley Orgánica de Salud; y, las normas relacionadas.

25 Proporcionar asistencia y servicios.

26 Proporcionar información basada en las necesidades, responder a las solicitudes, y proporcionar avisos de nuevos desarrollos de servicios

27 Proporcionar información relativa a foros en línea y redes sociales. Algunos servicios disponibles en los sitios web permiten participar en discusiones interactivas, publicar comentarios, oportunidades u otro contenido en un tablón de anuncios o intercambio, o participar en actividades de redes.

28 Recopilar, informar y/o verificar información.

29 Evaluar el uso de los productos y servicios del Ministerio de Salud Pública

30 Obtener retroalimentación o aportación del usuario, con el fin de mejorar y ofertar productos y servicios.

31 Evaluar y dar seguimiento a la política en salud que se implementa a nivel Nacional, orientando y focalizando las intervenciones para cumplir las metas establecidas.

32 Tratar los datos personales, para fines de investigación científica, según lo establecido en la normativa nacional vigente sobre investigaciones en salud o en modelos de gestión interna.

33 Tratar los datos personales, para fines de vigilancia de la salud.

34 PROCESO PARA EJERCER EL DERECHO DE LOS TITULARES DE LOS DATOS PERSONALES

35

36 El Ministerio de Salud Pública, reconoce a los titulares de datos personales, el acceso; rectificación y actualización; eliminación; oposición; limitación; y, suspensión al tratamiento que se realice sobre la información de sus datos personales, garantizando el cumplimiento de la norma vigente.

37

38 Para garantizar el cumplimiento de los derechos del titular de la información, se realizará el siguiente procedimiento:

39

40 El titular de la información y/o representante legal puede acceder a su información a través de una solicitud dirigida a la máxima autoridad del nivel desconcentrado y/o establecimiento de salud según corresponda, de manera presencial o a través de la plataforma ec. La instancia correspondiente notificar la respuesta al usuario en el

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

plazo determinado en la normativa vigente.

41 El titular de la información y/o representante legal, debe ingresar, a través de la plataforma ec, la solicitud de rectificación y actualización; eliminación; oposición; limitación; y/o, suspensión dirigida al responsable del tratamiento de datos personales; y, adjuntar los documentos justificativos, según sea el caso.

42 El responsable del tratamiento de datos personales del Ministerio de Salud Pública, analizar la procedencia del requerimiento en coordinación con las instancias correspondientes.

43 En caso de ser procedente, el Ministerio de Salud Pública a través de las instancias técnicas, ejecutar las acciones correspondientes, para el cumplimiento del requerimiento, y notificar al titular de los datos personales en un plazo no mayor a quince (15) días.

44 En caso de no ser procedente, el Ministerio de Salud Pública a través del responsable de tratamiento de datos personales notificar la respuesta al titular de los datos personales, debidamente justificada, dentro del plazo de quince (15) días.

45 NOTIFICACIONES CUANDO EXISTAN CAMBIOS EN LA POLÍTICA

46

47 El Ministerio de Salud Pública, se reserva el derecho de actualizar esta política por necesidad institucional, acorde al ordenamiento legal vigente.

48

49 MEDIDAS PARA PRECAUTELAR LA SEGURIDAD DE LOS DATOS PERSONALES

50

51 El Ministerio de Salud Pública protege la seguridad de los datos personales conforme a los principios de seguridad de la información (confidencialidad, integridad y disponibilidad) y al cumplimiento del Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información (EGSI). RMINOS Y CONDICIONES DE USO

52

53 El tratamiento de datos personales debe concebirse sobre la base del debido sigilo y secreto, es decir, no debe tratarse o comunicarse para un fin distinto para el cual fueron recogidos, a menos que concurra una de las causales que habiliten un nuevo tratamiento conforme lo dispone la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales.

54

55 En lo que respecta a los datos relativos en salud, los responsables y encargados del tratamiento de datos, así como todas las personas que intervengan en cualquier fase de este, estarán sujetas al deber de confidencialidad, de tal manera que se garantice una seguridad adecuada de los datos personales, incluida la protección contra el tratamiento no autorizado o ilícito y contra su pérdida, destrucción o daño accidental, mediante la aplicación de medidas técnicas organizativas apropiadas. Esta obligación será complementaria del secreto profesional de conformidad con cada caso. Y se mantendrá aun cuando hubiese finalizado la relación del obligado con el responsable o encargado del tratamiento.

56

57 El Ministerio de Salud Pública no se hace responsable por la veracidad o exactitud de los datos entregados por terceros o contenida en sus repositorios físicos o digitales.

58

59 Son obligaciones del usuario:

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

60

61 No da ar , inutilizar , modificar o deteriorar los canales y repositorios institucionales digitales y/o f sicos a los que est teniendo acceso , ni los contenidos incorporados y almacenados en estos .

62 No utilizar versiones de sistemas modificados con el fin de obtener accesos no autorizados a cualquier canal electr nico , contenido y/o servicios ofrecidos a trav s de estos .

63 No interferir ni interrumpir el acceso , funcionalidad y utilizaci n de canales electr nicos y redes conectados al mismo .

64 Dar estricto cumplimiento al Acuerdo Ministerial 5216 publicado en Registro Oficial Suplemento 427 del 29 de enero de 2015 , con una reforma realizada en 12 de febrero de 2021 , mediante el cual el Ministerio de Salud P blica expide el Reglamento de Informaci n Confidencial en Sistema Nacional de Salud . S esta de acuerdo haga clic en ''Aceptar'' caso contrario en ''rechazar''

11. Ahora dirigirse a la sección de bloques para la programación y seleccionar los bloques indicados en la **Figura 9**.

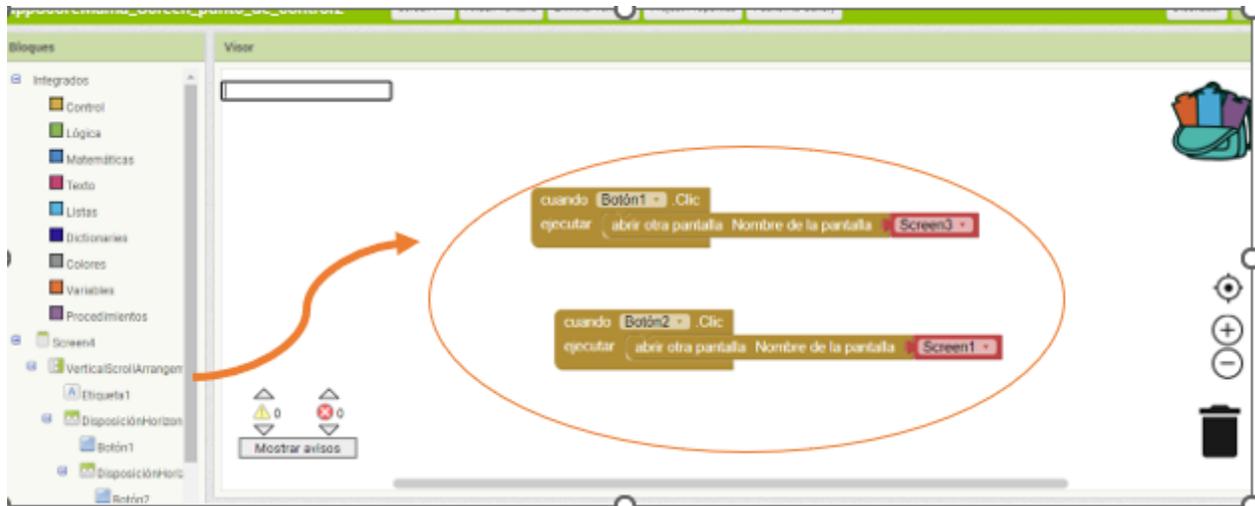


Figura 9: Proceso de selección de bloques para la programación de la aplicación (MIT App inventor, 2024)

12. Ahora, para verificar, revisar la aplicación en el teléfono.

13. En la aplicación se muestra una página de inicio con un botón de "INICIO", como se muestra en la **Figura 10**.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS
MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

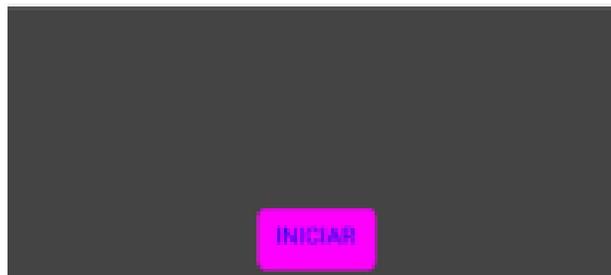


Figura 10: Página de inicio de la aplicación Score Mamá desarrollada en APP Inventor (Lincango, 2024)

14. Cuando se da clic en el botón de inicio, aparecerá una página para el consentimiento del manejo de información de los pacientes, como se muestra en la **Figura 11** hay dos botones, uno para aceptar y otro para rechazar. Si se acepta, se dirigirá a una pantalla para rellenar datos, y si se rechaza, se enviará a la pantalla principal.

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

	
MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE PRACTICAS	
---	--

dirección de contacto.
 Al hacer clic en 'Aceptar', confirmas que has leído y comprendido nuestra política de privacidad y das tu consentimiento para el manejo de tus datos personales de acuerdo con la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales de Ecuador y demás normativa aplicable. Si no estás de acuerdo con los términos y condiciones antes mencionados, por favor, abstente de utilizar esta aplicación. Si tienes alguna pregunta o inquietud sobre nuestra política de privacidad o el manejo de tus datos personales, por favor contáctanos a través de nuestros canales de atención al cliente. Gracias por tu confianza y por utilizar nuestra aplicación de SCORE MAMÁ."

ACEPTAR **RECHAZAR**

Figura 11: Página para aceptar o rechazar el consentimiento (Lincango, 2024)

6. ACTIVIDAD

6.1. Consentimiento informado

1. ¿Cuáles son los principales principios éticos relacionados con la confidencialidad médica?

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

2. ¿Qué derechos tiene un paciente en términos de acceso y control sobre su información médica?

3. ¿Cuál es la entidad encargada de regular la protección de datos médicos privados en Ecuador?

4. ¿Cuáles son las principales regulaciones y normativas en Ecuador que garantizan la confidencialidad, los derechos del paciente, el consentimiento informado y la relación médico-paciente en el ámbito de la atención médica?

5. ¿Cuáles son las principales regulaciones y normativas en Ecuador que garantizan la confidencialidad, los derechos del paciente, el consentimiento informado y la relación médico-paciente en el ámbito de la atención médica.

6. Haga un resumen de las políticas de tratamiento de datos personales del ministerio de salud pública.

7. Conclusiones

- La investigación detallada y el profundo entendimiento de la normativa y legislación regional específica relacionada con la protección de la información médica y el consentimiento informado en el ámbito de la telemedicina han proporcionado una base legal sólida. Este conocimiento es esencial para la implementación exitosa del modelo de gestión en la aplicación Score Mamá, asegurando que todos los procesos cumplan con los estándares legales y normativos vigentes.
- La identificación minuciosa de los elementos fundamentales del consentimiento informado, adaptándolos según las necesidades y requisitos de la legislación, ha permitido garantizar una recopilación y gestión de

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

MATERIA	TELEMEDICINA
CARRERA	BIOMEDICINA
PERIODO	63
SEDE	EL GIRÓN-QUITO

la información médica de manera precisa. Este enfoque asegura que la aplicación Score Mamá cumpla con los estándares legales establecidos, promoviendo la integridad y la ética en la gestión de datos médicos.

- El diseño y desarrollo de una interfaz de usuario clara y accesible en la aplicación Score Mamá ha resultado crucial. Esta interfaz facilita a los usuarios otorgar su consentimiento informado de manera comprensible y eficiente. La atención cuidadosa a los detalles en el diseño no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también garantiza el cumplimiento riguroso de los estándares legales en la protección de datos, fortaleciendo la confianza y la seguridad en la aplicación.

8. Recomendaciones

- Se sugiere disponer de un teléfono Android, ya que actualmente no existe una aplicación disponible para iPhone.
- Realizar capturas de los procedimientos.
- Contar con una buena conexión a internet.

Referencias

- Almaraz-Menéndez, F., Maz-Machado, A., y López, C. (2015). Tecnología móvil y enseñanza de las matemáticas: una experiencia de aplicación de app inventor. *Revista Épsilon*, 32(91), 77–86.
- Bulla Bonilla, A. M., y Lopez Franco, E. (2016). Propuesta inicial para el monitoreo neonatal remoto en clínicas de la ciudad de bogotá.
- Cárdenas, E. Z. (2003). Los derechos de los pacientes y el consentimiento informado en Perú. *Situa*, 12(23), 4–10.
- González, L. A. N., de los Angeles Romero Quiroz, M., Ávila, M. Á. C., y Castolo, E. M. C. (2011). Percepción del trato digno por la mujer embarazada en la atención obstétrica de enfermería.. Descargado de <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:161133154>
- Lincango, A. (2024).
- Ortiz, P. A., y Burdiles, P. P. (2010). Consentimiento informado. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 21(4), 644–652.
- Ríos, M. I. H. (2015). El concepto de discapacidad: de la enfermedad al enfoque de derechos.. Descargado de <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:130204782>

Elaborado por: .	Revisado por: .	Aprobado por: .
Fecha Elab:	Fecha Rev:	Resolución:

Bibliografía

- [1] BATALLA, Cristina ; BAUTISTA, Joaquín ; ALFARO, Rocío: Ergonomía y evaluación del riesgo ergonómico. En: *España: Documento Científico-Universidad Politécnica de Catalunya* (2015)
- [2] BUENO, Marisa G. *Riesgos Químicos*. 2015
- [3] CAMPOS MIJAHUANCA, Luis M. ; WALTER, Cruz Julca L. ; RIVERA CHÁVEZ, Christian: Diseño de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos biomédicos del área UCI Covid de un hospital de la ciudad de Piura. (2021)
- [4] DELGADO, Rocio del Pilar N.: Relacion Médico-Paciente: Empatía. En: *Perspectives* 29 (2022), Nr. 4, p. 849–60
- [5] GARCIA, Rebeca [u. a.]. *Diseño de una red inalámbrica para aplicaciones de telemedicina. uct [online]*. 2010, vol. 14, n. 55
- [6] GÓMEZ VIEITES, Álvaro [u. a.]: Enciclopedia de la seguridad informática. (2011)
- [7] HENAO ROBLEDO, Fernando: Riesgos físicos I: ruido, vibraciones y presiones anormales. En: *Bogotá: Ecoe Ediciones*. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/uguayaquil/69031> (2007)
- [8] HERNÁNDEZ, Fernando P. ; URIBE, J Raúl R.: Ingeniería clínica. Fundamentos para la implementación de la tecnología en los hospitales. En: *Gac Méd Méx* 131, Nr. 1
- [9] HERNÁNDEZ PAULSEN, Gabriel ; CHAHUÁN ZEDAN, Felipe: Consentimiento informado en las prestaciones de salud. En: *Acta bioethica* 27 (2021), Nr. 1, p. 17–25
- [10] IBÁÑEZ, Carlos R. ; DE CADENA, Ángela Z. ; ZEA, Andrés T.: Telemedicina: introducción, aplicación y principios de desarrollo. En: *Ces Medicina* 21 (2007), Nr. 1, p. 77–93
- [11] IBÁÑEZ, Carlos R. ; DE CADENA, Ángela Z. ; ZEA, Andrés T.: Telemedicina: introducción, aplicación y principios de desarrollo. En: *Ces Medicina* 21 (2007), Nr. 1, p. 77–93
- [12] JACOBO, RIOS JACOBO O. *Key Performance Indicators (KPI)*. 2019

- [13] JESUS, Maria Auxiliadora Ribeiro d. ; GUERREIRO, Selma Petra Chaves S. ; ALOCHIO, Kyra V. ; RIBEIRO, Martha Tudrej S.: Telecuidado como una estrategia de salud para la adhesión del paciente con insuficiencia cardíaca-revisión integrativa. En: *Enfermería Global* 19 (2020), Nr. 58, p. 591–639
- [14] JORGE FERNÁNDEZ, Miriam ; MÉRIDA HERNÁNDEZ, Rosa: Telemedicina: futuro o presente. En: *Revista Habanera de Ciencias Médicas* 9 (2010), Nr. 1, p. 0–0
- [15] KUZMAR, Isaac: *Como crear un servicio de Telemedicina*. Isaac Kuzmar, 2013
- [16]
- [17] MOGROVEJO BUCHELI, Jean A. [u. a.]: *Implementación del ERP Open Source ODOO en una PYME*, Espol, Tesis de Grado, 2017
- [18] MONTEAGUDO, JL ; SERRANO, L ; HERNÁNDEZ SALVADOR, C: La telemedicina: ¿ciencia o ficción? En: *Anales del sistema sanitario de Navarra* Vol. 28 SciELO Espana, 2005, p. 309–323
- [19] MORENO, Janeth Elizabeth S.: Compromiso organizacional y riesgos psicosociales. En: *Revista San Gregorio* (2019), Nr. 35, p. 157–173
- [20] OPENEMR: OpenEMR. (2024)
- [21] PADRÓN VEGA, Yoel ; MORENO PÉREZ, Sonia de las N. ; MÁRQUEZ FERRER, Alejandro ; GONZÁLEZ VALDÉS, Laura M. ; PÉREZ HERNÁNDEZ, Fabián: Accidentalidad laboral en expuestos a riesgos biológicos en instituciones de salud. En: *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río* 21 (2017), Nr. 2, p. 52–59
- [22] PAGE, Alvaro: *Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario*. Instituto de Biomecánica de Valencia, 2001
- [23] PAREDES, Gibrán G. [u. a.]: *Introducción a la criptografía*. (2006)
- [24] PLAZOTTA, Fernando ; GONZALES, Daniel: SISTEMAS DE INFORMACION EN SALUD: INTEGRANDO DATOS CLINICOS EN DIFERENTES ESCENARIOS Y USUARIOS. En: *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* 32 (2015), Nr. 2, p. 343–351
- [25] MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA: Equipos médicos. En: *Resolución ARCSA* (2016)
- [26] QUINTANA, Constantino G.: Intimidad y confidencialidad en el ámbito sanitario.: Una perspectiva ética. En: *Revista CONAMED* 25 (2020), Nr. 3, p. 123–128

- [27] RODRÍGUEZ, E ; MIGUEL, A ; SÁNCHEZ, M: Gestión de mantenimiento para equipos médicos. En: *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones* 22 (2001), Nr. 1, p. 59–67
- [28] RODRÍGUEZ MOLINA, Henry L. ; PLUAS BRAVO, Holger E. ; LOOR MENDOZA, Ronny G. [u. a.]: *Normas para el mantenimiento preventivo de equipos médicos en los hospitales y clínicas del país*, B.S. thesis, 2009
- [29] RODRÍGUEZ MOLINA, Henry L. ; PLUAS BRAVO, Holger E. ; LOOR MENDOZA, Ronny G. [u. a.]: *Normas para el mantenimiento preventivo de equipos médicos en los hospitales y clínicas del país*, B.S. thesis, 2009
- [30] RUBIOA, María Dolores N. ; MUÑIZB, Giovanna G. ; FERNÁNDEZC, Albert J J.: Los derechos del paciente en perspectiva. En: *Aten Primaria* 40 (2008), Nr. 7, p. 367–9
- [31] SALAZAR SOLER, Jorge. *Redes inalámbricas*. 2016
- [32] SALVADOR, José A: Sistemas de información hospitalaria. En: *Scire: Representación y organización del conocimiento* 3 (1997), Nr. 2, p. 115–130
- [33] SOLISMED: *Sistema gratuito de gestión de hospitales para pacientes ambulatorios e pacientes hospitalizados*. <https://www.solismed.com/>. 2023. – Fecha de Acceso: 20-12-202