



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Sistema Inteligente Basado en Arduino para Optimizar el Proceso de
Triaje en el Hospital II-E de Juanjuí-San Martín**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero de Sistemas**

AUTOR:

Vásquez Chujandama, Miguel Ángel Damián ([ORCID: 0000-0001-7102-6038](https://orcid.org/0000-0001-7102-6038))

ASESOR:

Mg. More Valencia, Ruben Alexander ([ORCID: 0000-0002-7053-9859](https://orcid.org/0000-0002-7053-9859))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Información y Comunicaciones

TARAPOTO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mis queridos padres, **Tulio Aníbal Vásquez Canala** y **Dani Chujandama Ahuanari**, por brindarme su apoyo constante y por inculcarme la perseverancia y los principios que rigen mi vida actualmente.

A mi novia, **Evelyn Mirella Gomez Santos**, por apoyarme en todo momento, dándome ánimos y es un motivo más para alcanzar mis metas.

A mi tía, **Sandra Chujandama Ahuanari**, mi segunda mamá y madrina porque durante mi desarrollo escolar y profesional estuvo cuidándome y apoyándome en lo que necesito.

AGRADECIMIENTO

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad César Vallejo que han contribuido en mi formación profesional, a mis padres por el amor, cariño y confianza que tuvieron en mi para culminar mi carrera profesional satisfactoriamente.

A mi asesor de desarrollo de proyecto de investigación Mg. More Valencia, Ruben Alexander de la sede Piura, por guiarme con carácter y disciplina para culminar esta investigación, si no fuera por la pandemia nunca lo hubiera conocido en las clases virtuales.

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas | v |
| Índice de gráficos y figuras | vi |
| Resumen | vii |
| Abstract | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 9 |
| II. MARCO TEÓRICO | 12 |
| III. METODOLOGÍA | 20 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 20 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 21 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 22 |
| 3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos..... | 25 |
| 3.5. Procedimientos..... | 26 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 27 |
| 3.7. Aspectos éticos | 29 |
| IV. RESULTADOS | 30 |
| V. DISCUSIÓN | 37 |
| VI. CONCLUSIONES | 41 |
| VII. RECOMENDACIONES | 42 |
| REFERENCIAS | 43 |
| ANEXOS | 51 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 01: Población | 23 |
| Tabla 02: Valores de población y muestra | 24 |
| Tabla 03: Recolección de datos | 25 |
| Tabla 04: Nivel de confiabilidad | 26 |
| Tabla 05: Resultados de la prueba Z | 31 |
| Tabla 06: Alfa de cronbach en el Pre-Test..... | 32 |
| Tabla 07: Alfa de cronbach en el Post-Test | 32 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 01: Total de afiliados por categorías | 16 |
| Figura 02: Muestreo aleatorio simple | 17 |
| Figura 03: Fases de desarrollo de la metodología John Durkin | 20 |
| Figura 04: Muestreo aleatorio simple | 22 |
| Figura 05: Fases de desarrollo de la metodología John Durkin | 22 |
| Figura 06: Total de afiliados por categorías | 24 |
| Figura 07: Muestreo aleatorio simple | 30 |
| Figura 08: Fases de desarrollo de la metodología John Durkin | 31 |
| Figura 09: Total de afiliados por categorías | 32 |
| Figura 10: Muestreo aleatorio simple | 33 |
| Figura 11: Fases de desarrollo de la metodología John Durkin | 34 |
| Figura 12: Total de afiliados por categorías | 34 |
| Figura 13: Muestreo aleatorio simple | 35 |
| Figura 14: Fases de desarrollo de la metodología John Durkin | 36 |

Resumen

La presente investigación abordó temas como la Inteligencia Artificial, IoT (Internet de las cosas) y automatización en un hospital de la selva peruana. Se presentó la necesidad en el Hospital II-E Juanjuí-San Martín, siendo el área de triaje el proceso inicial donde se evalúa al paciente. Los datos que se recolecta al momento de triar un paciente son: temperatura, peso, talla, presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y ritmo cardíaco. Además, mencionan que el tiempo aproximado cuya atención debe realizarse es no mayor o igual a 10 minutos. Un sistema inteligente parte de la problemática de mejorar la rapidez al momento de evaluar a los pacientes en el proceso de triaje de una manera oportuna y ordenada. No se pretende volver a inventar la rueda, sino de unificar y automatizar la toma de los signos vitales utilizando un arduino mega 2560 con un módulo Wi-Fi que permita la transferencia de datos a través de la red inalámbrica además de sensores como hc-sr04, MLX90614, adaptar equipos como tensiómetro digital y báscula digital. Se ha desarrollado un sistema inteligente programado en Python acompañado de un prototipo de silla inteligente donde fue acoplado los materiales mencionados anteriormente.

Palabras Clave: Sistema inteligente, hospital, automatización, arduino, IoT, proceso de triaje, python.

Abstract

This research addressed topics such as Artificial Intelligence, IoT (Internet of Things) and automation in a health center. The need was presented at Hospital II-E Juanjuí-San Martín, with the triage area being the initial process where the patient is evaluated. The data collected at the time of triaging a patient are: temperature, weight, height, systolic blood pressure, diastolic blood pressure and heart rate. In addition, they mention that the approximate time whose attention must be carried out is no greater than or equal to 10 minutes. An intelligent system starts from the problem of improving the speed when evaluating patients in the triage process in a timely and orderly manner. It is not intended to reinvent the wheel, but to unify and automate the taking of vital signs using an arduino mega 2560 with a Wi-Fi module that allows data transfer through the wireless network in addition to sensors such as hc-sr04 , MLX90614, adapt equipment such as digital blood pressure monitor and digital scale. An intelligent system programmed in Python has been developed accompanied by a prototype of an intelligent chair where the aforementioned materials were coupled.

Keywords: Smart system, hospital, automation, arduino, IoT, triage process, python.

I. INTRODUCCIÓN

Un sistema inteligente basado en arduino para optimizar el proceso de triaje en el Hospital II-E de Juanjuí-San Martín, es importante porque un sistema inteligente sería capaz resolver problemas dificultosos y multidisciplinarios de forma automatizada dando soporte a las decisiones de un experto. Un sistema inteligente puede conectarse con sensores, otros dispositivos electrónicos que posean un microcontrolador sea de manera analógico ó por internet, esto sirve como extensión al mundo real o también llamado en el mundo de la tecnología como el Internet de las cosas (IoT). Es importante extraer los datos del exterior para ser procesadas posteriormente y automatizar procesos. El Internet de las cosas (IoT) es la recopilación y conexión de dispositivos y objetos a través de una red (privada o Internet, una red de redes) donde todos pueden ver e interactuar. Todo lo imaginable se puede conectar a Internet e interactuar con él sin intervención humana, por lo que el objetivo es la interacción de máquina a máquina, también conocida como M2M (machine to machine).

Según EsSalud (2019), el área de triaje es el proceso inicial mediante el cual se evalúa a un paciente, se categoriza la enfermedad, se determina la prioridad de la enfermedad y se determina la derivación a la región correspondiente, con base en el estado clonogénico de la enfermedad. Ser atendidos como casos justificados. Los datos que se recolecta al momento de triar un paciente son: temperatura, peso, presión arterial y saturación de oxígeno. Además, mencionan que el tiempo aproximado cuya atención debe realizarse es no mayor o igual a 10 minutos.

Un sistema inteligente basado en arduino, parte de la problemática de mejorar la rapidez al momento de evaluar a los pacientes en el proceso de triaje de una manera oportuna y ordenada. La evaluación oportuna y ordenada de los pacientes es primordial para determinar quiénes son los pacientes con más urgencia y puedan ser asistidos primero. Esta práctica viene siendo realizada de manera manual durante muchos años en todos los hospitales del Perú y ya se encuentra obsoleta porque toma mucho tiempo al momento de realizar una evaluación a los pacientes en triaje. Sin embargo, se puede mejorar y optimizar este procedimiento con la ayuda de sensores

arduino para tomar la temperatura, peso, presión arterial, entre otros. Esto ayudaría a la clasificación de los pacientes en un tiempo corto, de una manera ágil, efectiva y garantizando la seguridad de los pacientes que aguardan ser asistidos por un médico lo más antes posible.

Para llevar a cabo el desarrollo del sistema inteligente es necesario un lenguaje de programación, son básicamente herramientas de construcción de programas. Python, está caracterizado por ser un lenguaje de programación simple, rápido y potente. Pérez, Díaz y Becerra (2014) afirman que Python fue desarrollado por Guido van Rossum, un programador holandés a fines de los 80 y comienzo de los 90 cuando realizó un trabajo en el sistema operativo Amoeba como sucesor del lenguaje de programación ABC. Fue evolucionando durante los años, desde la versión 2.0 del 16 de octubre del 2000 hasta la versión 3.9.6 a la fecha 28 de junio del 2021. Es el lenguaje de programación indicado, ya que éste cuenta mucha compatibilidad con diversas plataformas, su código es muy legible, además muchas grandes empresas como Google, Facebook, Netflix y la Nasa lo utilizan.

El problema en esta investigación surge de la siguiente pregunta, ¿Cómo optimizar el proceso de triaje de pacientes en el Hospital II-E de Juanjuí – San Martín? Teniendo en cuenta que la obtención de los signos vitales viene siendo realizada de manera manual durante muchos años en todos los hospitales del Perú.

Así mismo, esta investigación se justificará con los siguientes aspectos: En su aspecto teórico, se comparan resultados obtenidos con todos los antecedentes relacionados con la Inteligencia Artificial, uso y compatibilidad con el microcontrolador Arduino encontrados en los últimos 7 años de investigaciones similares, esto nos indicará que el desarrollo del sistema inteligente basado en Arduino que se desea realizar para el Hospital II-E de Juanjuí-San Martín si optimizará el proceso de triaje. De igual manera, se justificará metodológicamente, su elaboración con la metodología Jonh Durkin; que será de ayuda hacia trabajos de investigación futuras con los resultados que se obtendrán, uso de instrumentos, recolección de datos

como la encuesta y fichas de registro para dar solución a los problemas encontrados durante el proceso de triaje.

Al señalar que este proyecto se encuentra en la categoría de investigación aplicada, Lozada (2014) informa que su objetivo es generar conocimiento a través de la aplicación directa a mediano plazo en la empresa o sector manufacturero. Ofrece un diseño experimental para el nivel previo a la prueba, lo que lleva a un énfasis en la metodología previa y posterior a la prueba. Para Márquez (2015), el diseño del pre-experimento se basa en un diagnóstico pre-experimento de la situación actual, que luego se compara con los resultados post-experimento de la propuesta del proyecto de investigación.

El objetivo general de la presente estudio fue desarrollar un Sistema Inteligente Basado en Arduino para Optimizar el Proceso de triaje en el Hospital II-E de Juanjuí-San Martín, los objetivos específicos son contrastar el tiempo de atención en el proceso de triaje del tiempo actual con la propuesta de un sistema inteligente basado en arduino, comparar la calidad de atención de pacientes con el uso del sistema inteligente basado en arduino, evaluar si un sistema inteligente basado en arduino puede mejorar un 50% el tiempo empleado en triaje del actual.

Finalmente se planteó la hipótesis alternativa, un sistema inteligente basado en Arduino optimiza significativamente el proceso de triaje en el Hospital II-E de Juanjuí – San Martín.

II. MARCO TEÓRICO

Con la finalidad de enlazar la investigación con estudios anteriores, se presenta los siguientes antecedentes, localizado a nivel internacional, Ramírez y Guamán (2015) investigaron sobre un sistema con visión computacional para inspección de temperatura del ambiente incorporado con el microcontrolador Arduino en la Universidad Nacional de Loja en Ecuador, se aplicó el tipo de Investigación experimental, cuyo objetivo general fue la detección de personas fue efectuada satisfactoriamente, mediante la incorporación del filtro upperbody que obtuvo resultados positivos en las pruebas realizadas; por otro lado en la práctica se observó que los filtros frontalface y profileface necesitan mayor cantidad de píxeles, además de una mejor iluminación en la sala. Durante la práctica se comprobó que el sensor LM35 y en actuador IR cumplieron con las condiciones del diseño en conjunto con la placa Arduino mega 2560 y por ende la comunicación entre el sistema y el aire acondicionado funcionó de manera óptima sin causar inconvenientes.

En la misma dirección, pero a nivel nacional, Churata (2019) investigó el diseño sobre un sistema de monitoreo en tiempo real del indicador de radiación ultravioleta, la temperatura y la humedad relacionadas con el área de Puno. La Universidad Nacional antiplano en Perú, aplicando el tipo de investigación empírica, tiene un objetivo común de diseñar un sistema de monitoreo de cantidad flexible de variaciones en los indicadores de radiación ultravioleta, la temperatura y los grados Humedad de la creatividad del historial climático, las herramientas utilizadas como HTML, donde los resultados automáticos han sido los resultados automáticos. desplegado. No hay diferencia significativa con respecto a las medidas de Senamhi; Cuando se ha logrado la siguiente conclusión, se ha obtenido la velocidad de radiación UV, la temperatura y la humedad de los sensores, enviados al servidor y se acumularon en la base de datos MYSQL. Puede haber un archivo climático, lo mismo se puede ver con un sistema web interactivo desarrollado para auxiliares con lenguaje de programación PHP y para Frontend con JavaScript, HTML y CSS. Se terminó con un 95% de confianza: "No hay diferencias significativas superiores al 10% entre las mediciones de

los indicadores de radiación ultravioleta, la temperatura relativa y la humedad hecha por la pista del sistema y miden el tiempo real del índice de radiación ultravioleta, la temperatura y la humedad relacionadas con Senamhi. ". El sistema de seguimiento en tiempo real se puede hacer para medir indicadores de radiación ultravioleta, temperatura y humedad para la historia del clima para el área de Puno.

En este contexto, el uso de los dispositivos electrónicos como el microcontrolador arduino y tecnologías para el desarrollo de sistemas web permitiendo mejoras automatizando procesos.

Pérez (2020) menciona que ya hace ciertos años los profesionales en inteligencia artificial y machine learning sigue asombrando porque cada una de las semanas escuchamos o leemos impresionantes noticias de nuevos logros en labores distintas como, por ejemplo: procesamiento de lenguaje natural, reconocimiento de imágenes o reconocimiento de voz.

Existe una diferencia entre IA (inteligencia artificial) y machine learning; IA es donde las máquinas son capaces de llevar a cabo trabajos donde son capaces como por ejemplo: aprender, pensar, notar y solucionar inconvenientes complicados. Machine learning, es una subdisciplina de la IA que provee a las máquinas la función de aprender una labor a partir de los datos sin ser explícitamente programadas.

Los adelantos comentados, frecuentemente van de la mano de aplicaciones a campos tan distintos como la medicina, la astronomía, la agricultura o el negocio electrónico. Esto ha creado notables iniciativas y modelos de comercio que toman lo mejor de la máquina y lo mejor del humano. Lo mejor de las máquinas es la función de procesar, estudiar y realizar algoritmos que permiten solucionar inconvenientes matemáticos complicados que tienen la posibilidad de integrar millones de cambiantes de elección.

Montenegro (2016) hace énfasis que a desemejanza de los hospitales habituales donde los sistemas informáticos que administran las distintas superficies de un hospital son autónomos, el hospital inteligente se apoya en una aplicación virtual exclusiva, que compone una secuencia de dispositivos, servicios y aplicaciones, que dará soporte a las etapas de diagnóstico, procedimiento y seguimiento de los pacientes en un entorno de un hospital

extendido. Esto facilitaría una mejor coordinación frente a cualquier tipo de emergencia y una más grande eficiencia en la productividad automatizando trámites, reduciendo el tiempo de respuestas y eludiendo la acción del ser humano cómo denominadas telefónicas y recorridos de personal y pacientes innecesario.

Se escucha tantas veces la expresión “Inteligencia Artificial” que inclusive parece cercana, se podría mencionar hasta familiar. Para conceptualizar el término inteligencia artificial, la contestación más concreta podría ser la simulación de procesos propios de la sabiduría humana a causa de máquinas, en especial sistemas informáticos. En ello se incluye la educación, la obtención de información y normas para la utilización de la información, el entendimiento utilizando las normas para llegar a conclusiones aproximadas o definitivas y la autocorrección. La IA (inteligencia artificial) podría ser cualquier tipo de programa que repite facultades de las personas así sea para labores específicas o para labores más extensas y complicadas, el reto es que sean capaces de comprender y razonar con el ámbito a un grado más profundo.

Alan Turing, el matemático del Reino Unido que ha sido capaz de descifrar la máquina nazi enigma es el primero que lanzó la pregunta de si las máquinas tienen la posibilidad de pensar y planteó un procedimiento para averiguarlo, el “Test de Turing”. Este examen se cumpliría una vez que un humano interactuara sin saberlo con una máquina y fuera incapaz de diferenciar que ésta no era un humano. Sin embargo, el punto de inicio real ha sido la conferencia de Dartmouth en el año 1956, una vez que John McCarthy, Marvin Minsky y Claude Shannon los papás de la IA (inteligencia artificial) actualizada lo determinaron como: “la ciencia y talento de hacer máquinas capaces, en especial programas de cálculo inteligente”.

Conveniente subrayar, que Menéndez lo define como cualquier sistema médico, ya sea tradicional o cosmopolita. Donde son atendidos todo tipo de personas durante el año, pero existe un grupo que tiene dificultades al momento de realizar ciertos procesos dentro del hospital, como por ejemplo, al momento de pasar al área de triaje.

Es decir, el proceso de triaje, Vásquez, Luna y Ramos (2019) lo definen como parte fundamental de la gestión en un hospital en la toma de signos vitales para asegurarse que pacientes necesitan una oportuna atención.

ISABEL, M. y RÍOS, H. (2015) definen a las personas con discapacidad, como personas con deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con barreras, pueden verse impedidas por diversas barreras para participar plena y eficazmente en la sociedad en Todos, en pie de igualdad con los demás, especialmente con los que no pueden caminar por falta de una o ambas piernas.

Por otra parte, MINSA cuenta con un sistema que se encuentra actualmente obsoleto, se puede ingresar desde la página www.sanmartin.triaje.minsa.gob.pe, es una herramienta informática asistencial y administrativa que fue desarrollada por el Ministerio de Salud para los diferentes niveles de atención de Primer Nivel de Atención de forma manual.

No obstante, en España en la Medical Expo del 2015 fue presentado un dispositivo capaz de medir la altura, peso, presión arterial y ritmo cardíaco por la empresa DAVI Y CIA. Como se muestra en la Figura 01 el dispositivo cuenta con buenas características, pero el costo del dispositivo tecnológico es de USD 3,388.00, no es un precio muy accesible. A diferencia del prototipo que costó menos de S/.1,000.00 en componentes electrónicos y lo que es una silla de oficina.

Figura 01: Balanza pesa-personas electrónica cardioprime.



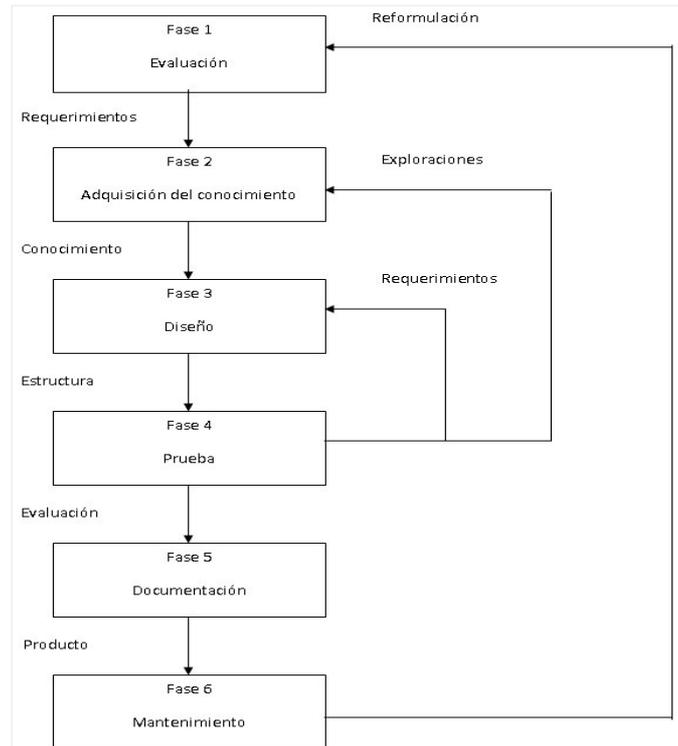
Fuente: DAVI Y CIA.

Calidad de atención de pacientes. Farias (2015) hace mención que la calidad es proporcionar de manera eficiente productos y servicios que cumplan o superen las expectativas del cliente. En este caso la calidad de atención hacia los pacientes debe superar esa expectativa actual en la atención del área de triaje. Esta dimensión dentro del proceso de triaje ayudará en la evaluación de calidad de atención antes y después de desarrollar el sistema inteligente.

Tiempo de atención, la RAE (2020) define el tiempo como la duración de las cosas sujetas a mudanza. En la atención el tiempo es crucial porque ayuda en el flujo de pacientes y reducir riesgos de muerte. Los especialistas de EsSalud en su Manual de Procesos y Procedimientos del Proceso de Atención de Salud hacen mención que las atenciones deben realizarse en un tiempo de espera no mayor o igual a 10 minutos.

También se requiere la Metodología John Durkin, (Morales, 2015) menciona el modelo para el desarrollo de sistemas expertos propuesta por John Durkin con las siguientes fases como se observa en la Figura 02.

Figura 02: Fases de desarrollo de la metodología John Durkin.



Fuente: UTB.

Cada fase presente en la Figura 02 pasa por los siguientes puntos.

Fase 1. Evaluación: Motivación para intentarlo; Defina el problema del candidato. estudio de operabilidad, análisis de costo-beneficio; elige el mejor proyecto; Escribe un proyecto propuesto.

Fase 2. Adquisición de conocimientos; Relación con el conocimiento; Traducción; Analítica; Diseñar métodos para adquirir conocimientos adicionales.

Fase 3. Diseño: selección de técnicas de representación del conocimiento; seleccionar ingeniería de control; selección de programas de desarrollo de sistemas expertos; Modelo de desarrollo. Desarrollar interfaces de desarrollo de productos.

Fase 4. Prueba: comprobación del sistema; Mira las reseñas / comentarios.

Fase 5. Documentación: Lista de problemas a documentar; organización de

documentos; material impreso; Último informe de documentos de hipervínculo.

Fase 6. Mantenimiento: posibles cambios en el sistema; Responsables de mantenimiento e interfaces de documentación de mantenimiento.

Uno de los lenguajes de programación más óptimos para desarrollar Inteligencia Artificial es Python, ya que éste cuenta mucha compatibilidad con diversas plataformas, su código es muy legible, además muchas grandes empresas como Google, Facebook, Netflix y la Nasa lo utilizan. Python está caracterizado por ser un lenguaje de programación simple, rápido y potente. Pérez, Díaz y Becerra (2014) afirman que Python fue desarrollado por Guido van Rossum, un programador holandés a fines de los 80 y comienzo de los 90 cuando realizó un trabajo en el sistema operativo Amoeba como sucesor del lenguaje de programación ABC. Fue evolucionando durante los años, desde la versión 2.0 del 16 de octubre del 2000 hasta la versión 3.9.6 a la fecha 28 de junio del 2021.

Todo lenguaje de programación necesita un editor de código, Visual Studio Code es una excelente alternativa porque permite trabajar con diversos lenguajes de programación, admite atajos, tiene un extenso catálogo de extensiones y herramientas.

Arduino, Herger y Bodarky (2015) mencionan que es un proyecto de código abierto con una plataforma de hardware y un IDE (entorno de desarrollo integrado). Esta plataforma de hardware incluye una gran cantidad de placas programables, la más simple y accesible es la Arduino Uno, que no solo es la más económica, sino también la más utilizada, la mejor para diversos fines y edades e intereses.

A continuación, se procedió a analizar algunos conceptos importantes y primordiales para el entendimiento de esta investigación.

Con el lenguaje de programación Python y Visual Studio Code se crean maravillas, por su potencia de procesamiento y compatibilidad con Arduino y módulos que posee este microcontrolador.

MySQL. (Robledano, 2019) refiere como un gestor de bases de datos relacional más extendido en la actualidad al fundamentarse en código abierto y una versión empresarial, este incluyen servicios y productos agregados.

Para finalizar, una base de datos es una colección de datos que se puede seleccionar rápidamente mediante un programa de computadora y se puede almacenar y organizar de las siguientes maneras: recuperación, actualización, inserción y eliminación. Es un almacén de datos relacionado con diferentes modelos organizativos. La base de datos representa ciertos aspectos del mundo real y estos aspectos despiertan el interés de los usuarios. Y almacenar datos para fines específicos.

Con el fin de agilizar el desarrollo del sistema, se utilizó el framework Flask y Bootstrap 5 junto con Python, con el fin de tener una interfaz web amigable.

Sensores utilizados en el proyecto:

HC-SR04. ALEJANDRO, A., BANGUERA y LUIS, G. (2016) mencionan que se trata de módulo que incorpora un par de transductores de ultrasonido que se utilizan de manera conjunta para obtener la distancia del sensor con un objeto colocado enfrente de este.

NodeMCU V3 (ESP8266). En un artículo de la escuela tecnica virtual (2021)mencionan que es un kit de desarrollo con firmware de código abierto que tiene un rol importante en los proyectos IoT(Internet de las cosas) que permite la conexión con el wifi.

MLX90614. LLAMAS, L. (2016) afirma que es un sensor de temperatura infrarrojo sin contacto desarrollado por Melexis. Estos sensores se pueden conectar a un PLC o un microcontrolador como un Arduino para medir la temperatura de un objeto.

Tensiometro digital. FRANCO GONZÁLEZ, Y., (2018). menciona que el tensiómetro ó esfigmomanómetro digital es un dispositivo moderno, desarrollado para obtener la presión arterial sistólica, diastólica y ritmo cardiaco de las personas de manera fácil y sencilla.

Báscula digital. PALACIO, J.,(2004) señala que una báscula ó balanza, es un dispositivo que permite obtener el peso de una persona de manera precisa y rápida digitalmente, gracias a los sensores de carga que tiene incorporado.

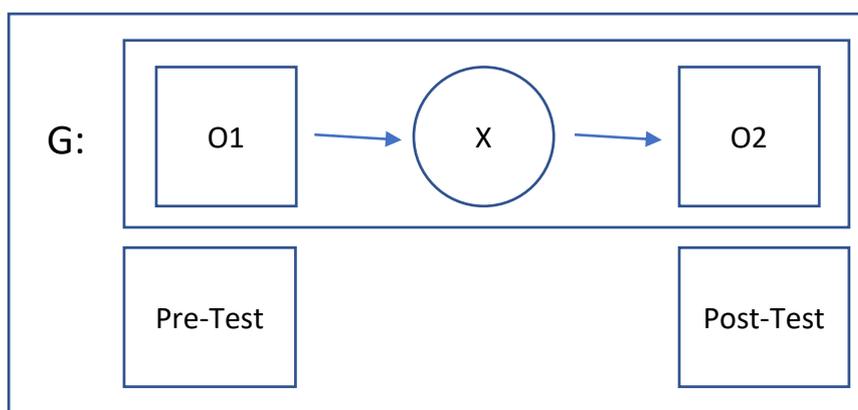
III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Este proyecto es de tipo de investigación aplicada, Lozada (2014) menciona que tiene como fin la construcción de entendimiento con aplicación directa en un mediano plazo en la sociedad o el área benéfico.

Diseño de investigación: El presente estudio muestra un diseño Experimental de nivel Pre-Experimental, lo cual conlleva a un enfoque en el procedimiento pre y post test como se muestra en la Figura 03. Para Marquis (2015) hace mención en el diseño Pre-Experimental, se fundamenta en el diagnóstico del caso presente un Pre-Test y luego es comparable con los resultados del Post-Test de la iniciativa del proyecto de investigación.

Figura 03: Diseño Pre-Experimental.



Fuente: Elaboración propia.

G = Grupo experimental.

O1 = Optimización del proceso de triaje antes del Sistema Inteligente.

O2 = Optimización del proceso de triaje después del Sistema Inteligente.

X = Sistema Inteligente.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Sistema Inteligente, Gómez (2018) menciona que es un sistema que presenta como característica primordial, su capacidad de adaptación a condiciones cambiantes de su entorno, en pos del cumplimiento de sus objetivos.

Variable dependiente: Proceso de Triage, los especialistas de EsSalud (2019) nos mencionan que triaje es el proceso inicial de evaluación del paciente, donde se clasifica, prioriza el daño y se decide la derivación al área correspondiente. Se trata de conseguir que el proceso de triaje se encuentre en un estado óptimo y de mejores resultados a los que brinda actualmente.

En la variable dependiente se tiene como dimensiones, Tiempo de atención y Calidad de atención de Pacientes.

Tiempo de Atención: La RAE (2020) define el tiempo como la duración de las cosas sujetas a mudanza. En la atención el tiempo es crucial porque ayuda en el flujo de pacientes y reducir riesgos de muerte. Los especialistas de EsSalud en su Manual de Procesos y Procedimientos del Proceso de Atención de Salud hacen mención que las atenciones deben realizarse en un tiempo de espera no mayor o igual a 10 minutos. De tal modo que el indicador es Reducción del Tiempo de Atención.

Calidad de Atención de Pacientes: Farias (2015) hace mención que la calidad es proporcionar de manera eficiente productos y servicios que cumplan o superen las expectativas del cliente. En este caso la calidad de atención hacia los pacientes debe superar esa expectativa actual en la atención del área de triaje. Así mismo tiene como indicador, Nivel de Calidad de Atención.

La operacionalización de variables se encuentra disponible en el Anexo 01 de la presente investigación.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Arias (2016) define la población como un grupo determinado, factor en su integridad son identificables por el investigador con propiedades usuales.

En la página del Repositorio Único Nacional de Información en Salud (REUNIS) del Ministerio de salud (MINSA) que se puede acceder mediante el enlace: http://www.minsa.gob.pe/reunis/data/poblacion_asegurada.asp. La página proporciona un filtro por categorías como se muestra en la Figura 04, en este caso se realiza un filtrado con los siguientes parámetros: **IAFAS:** SIS; **DEPARTAMENTO:** San Martín; **PROVINCIA:** Mariscal Cáceres; **DISTRITO:** Juanjuí.

Figura 04: Filtro por categorías.



Selección de las categorías

| IAFAS | DEPARTAMENTO | PROVINCIA | DISTRITO |
|-------|--------------|------------------|----------|
| SIS | SAN MARTIN | MARISCAL CACERES | JUANJUI |

Fuente: Repositorio Único Nacional de Información en Salud.

Al aplicar el filtro con los parámetros, la página indica un total de 25,418 afiliados, como se observa en la Figura 05.

Figura 05: Total de afiliados filtrados por categorías.



Fuente: Repositorio Único Nacional de Información en Salud.

Con los datos que se obtuvo del Repositorio Único Nacional de Información en Salud, la población que se utilizará para la investigación enmarca en afiliados al SIS del distrito de Juanjuí – San Martín con una cantidad de 25,418 afiliados presentado en la Tabla 01.

Tabla 01: Población.

| Población | Cantidad |
|---|----------|
| Afiliados al SIS del distrito de Juanjuí - San Martín | 25,418 |

Fuente: Elaboración propia.

Muestra: Fernández y Merino (2016) afirma, ya que comúnmente es casi imposible entrar a un estudio de toda la población, se denomina la muestra.

López y Fachelli (2017, p. 28) dan a conocer la fórmula para denominar la muestra cuando la población es conocida.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

n = Tamaño de muestra.

N = 25418 (Tamaño de la población).

Z = 90% (Nivel de confianza).

p = 50% (Probabilidad de éxito, o proporción esperada).

q = 50% (Probabilidad de fracaso).

e = 5% (Margen de error).

$$n = \frac{25418 * 1.65^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (25418 - 1) + 1.65^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{17300.12625}{64.223125}$$

$$n = 269.37534 \dots \rightarrow n = 270 \text{ afiliados}$$

Por lo tanto, el tamaño de la muestra para este estudio será de 270 afiliados al SIS del distrito de Juanjuí - San Martín, como se muestra en la Tabla 02.

Tabla 02: Valores de población y muestra.

| Población | Muestra |
|-----------|---------|
| 25,418 | 270 |

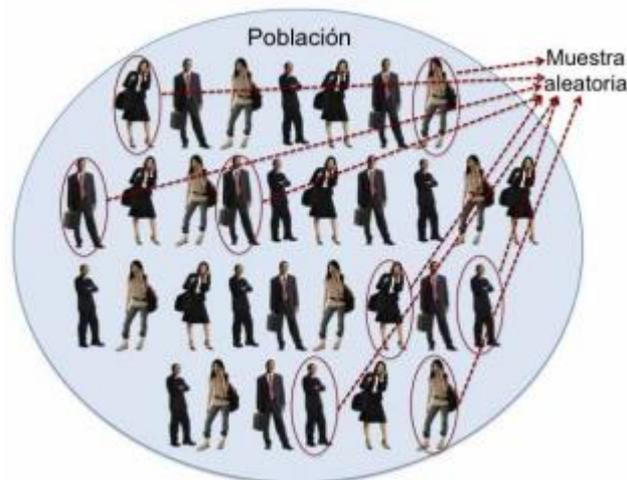
Fuente: Elaboración propia.

Muestreo: Otzen y Manterola (2017) hace mención que una muestra podría ser conseguida de dos tipos: probabilística y no probabilística. Las técnicas de muestreo probabilísticas, posibilitan conocer la posibilidad que cada individuo a análisis tiene de ser incorporado en la muestra por medio de una selección al azar. Sin embargo, en las técnicas de muestreo de tipo no probabilística, la selección de los sujetos a análisis dependerá de ciertas propiedades y criterios.

Para esta investigación se usará la técnica de muestreo aleatorio sencilla, Otzen y Manterola (2017) aseguran que esta técnica asegura que todos los sujetos que componen la población poseen la misma posibilidad de ser integrados en la muestra.

A partir de la población de 25,418 afiliados al SIS en el distrito de Juanjuí-San Martín se seleccionará al azar como se muestra en la Figura 06, la cantidad de sujetos necesarios para determinar la muestra que son 270 afiliados.

Figura 06: Muestreo aleatorio simple.



Fuente: Otzen y Manterola (2017, p. 3).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Martínez (2017) afirma que la práctica realiza comparaciones y se utilizan porcentajes o validez numéricas para un enfoque cuantitativo.

La técnica empleada en la presente investigación fue la encuesta, esto define a favor del investigador para recolectar y almacenar información gracias al cuestionario elaborado como se aprecia en la tabla 03.

Cuestionario: Es una herramienta de recopilación de información y constituida por una serie de preguntas, con la finalidad de conseguir información motivo de la investigación.

Tabla 03: *Recolección de datos.*

| Dimensión | Indicador | Técnica | Instrumento |
|----------------------------------|---------------------------|----------|--------------|
| Tiempo de atención | Tiempo empleado en triaje | Encuesta | Cuestionario |
| Calidad de atención de pacientes | Capacidad de Respuesta | | |
| | Información del Paciente | | |
| | Trato recibido | | |
| | Infraestructura | | |
| | Equipamiento | | |
| | Comodidad | | |

Fuente: *Elaboración propia.*

Para demostrar la validez la cual es aplicada por medio de un juicio de profesionales, es determinado por Maravé (2017) como un procedimiento para la validación de artefactos, es llevado a cabo por un experto en el asunto que logre brindar un juicio de calidad y trascendencia a los indicadores que corresponden.

La validez se hizo por medio de la presentación virtual de las fichas de registro a tres profesionales para que logren validar las fichas de los indicadores. La investigación no únicamente debería ser válida, además

debería exponer fiabilidad. Casan (2017) expone como una herramienta de medición que rigurosa el estudio de la estadística y ofrece una medida precisa que es capaz de brindar los mismos datos de esta forma se repita el instrumento, lo cual crea confianza en los resultados que se obtengan, este grado de fiabilidad se verá reflejado en una escala que está en la Tabla 04.

Tabla 04: Nivel de confiabilidad.

| Escala | Nivel |
|--------------------|-----------|
| 0.00 < sig. < 0.20 | Muy bajo |
| 0.20 δ sig. < 0.40 | Bajo |
| 0.40 δ sig. < 0.60 | Regular |
| 0.60 δ sig. < 0.80 | Aceptable |
| 0.80 δ sig. < 1.00 | Elevado |

Fuente: Casan (2017).

3.5. Procedimientos

Para el desarrollo de la investigación, se inició desde la identificación de la problemática que es el tiempo tardío del proceso de triaje, es por ello que se plantea la variable dependiente, una vez teniendo eso se procede a indagar situaciones similares en artículos y repositorios internacionales y nacionales sobre investigaciones lo suficientemente similares. Esto ayudará a analizar soluciones que proporcionaron en ese momento. La falta de tecnología y la lentitud al momento de pasar por el proceso de triaje, toma la decisión de plantear un sistema inteligente basado en arduino para lograr automatizar los procesos que conlleva el proceso de triaje junto a un prototipo de una silla incorporándoles un arduino mega 2560 con un módulo Wi-Fi que permita la transferencia de datos a través de la red inalámbrica además de sensores como hc-sr04, MLX90614 y adaptar equipos como tensiómetro digital y báscula digital, de esa manera optimizarlo, reducir el tiempo y mejorando el flujo de atención de los pacientes. Para este proyecto de investigación se piensa tener la toma de los signos vitales correspondientes con la implementación de módulos

electrónicos que ayuden a obtener datos como el ritmo cardiaco, presión arterial, temperatura, peso y talla.

Con el propósito de seguir modelos sólidos para el desarrollo del sistema inteligente se utilizará la metodología John Durkin, a la par con el lenguaje de programación Python, MySQL, interfaces de usuario, para el manejo de los datos, es imprescindible para el entrenamiento del sistema inteligente, visualización de los resultados obtenidos y funcionamiento para la toma de los signos vitales requeridos en el proceso de triaje.

Se Investigará a detalle ambas variables para su posterior desarrollo con las metodologías correspondientes y utilizando los instrumentos y técnicas propuestas con aprobación de expertos para su validez.

Finalmente se establecerá los aspectos administrativos del proyecto de investigación en donde se define los recursos utilizados y el presupuesto de manera detallada, también se define el financiamiento del proyecto y por último se realiza el cronograma de ejecución del proyecto de investigación.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de los datos en la investigación se utilizó el programa estadístico R y Excel. Martínez (2017) hace mención que R es un programa para la investigación estadístico y gráfico de datos, que cada vez se hace más habitual entre los estudiosos de cada una de las especialidades, y todos los días lo suman más universidades a sus planes de análisis. Tiene muchas ventajas y es conveniente y pertinente para los estudiosos cubanos de cualquier área del saber. Además de ser un programa libre que no tienen ningún costo, de esa manera transmitiendo valores sociales positivos y aproximándonos al método científico.

Para el análisis se realizará un estudio detallado de las variables, en el que el sistema inteligente, se aplicó una prueba Z donde:

Hipótesis Nula H_0 : Un sistema inteligente basado en Arduino no optimiza significativamente el proceso de triaje en el Hospital II-E de Juanjuí – San Martín.

$$H_0: \bar{X} \geq \mu$$

Hipótesis Alternativa H_a : Un sistema inteligente basado en Arduino optimiza significativamente el proceso de triaje en el Hospital II-E de Juanjuí – San Martín.

$$H_a: \bar{X} < \mu$$

Para el nivel de significancia será $\alpha = 5\%$ el margen de error.

Dentro de la dimensión Tiempo de atención cuenta con un indicador que vendría a ser Tiempo empleado en triaje con escala de medición en intervalo y la dimensión calidad de atención de pacientes con escala de medición ordinal se trabajó con 6 indicadores como Capacidad de respuesta, Información del paciente, Trato recibido, Infraestructura, Equipamiento y Comodidad, aplicando una encuesta a 270 afiliados antes y después de la implementación.

Posteriormente se aplicaron test de fiabilidad para determinar el alfa de cronbach, también se hizo un análisis de percentiles Q2 reduciendo la escala 4 a 2 para una posterior comparación de los resultados en gráficos de barras, contrastando el pre y post test.

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto de tesis está plasmado de forma responsable, la investigación desarrollada es legítima, conserva una información que es plenamente fundamental social y confidencialmente, toda responsabilidad y compromiso recae sobre los estudiosos, los datos recabados en la prueba de normalización o resultados tienen que de retener absoluta cautela, de ser difundidos y distribuidos es responsabilidad del investigador. Del mismo modo se desarrolló un informe de los datos modificados que quedarán en general discreción para de esta forma eludir una viable manipulación de terceros.

Se considera los puntos éticos conforme con la resolución de consejo universitario N° 0126-2017/UCV.

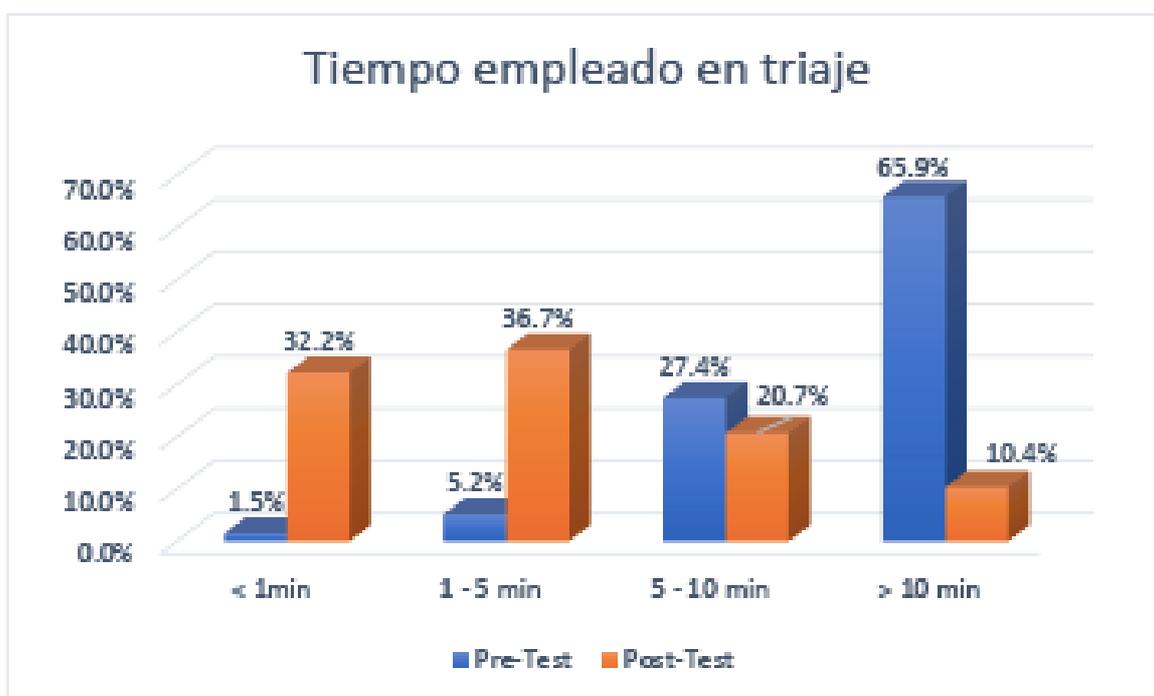
Se logró mención a las fuentes bibliografías, citando a los autores acorde a las reglas ISO 690. Para una más grande garantía de corroboración y transparencia legítima se sometió al programa Turnitin.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos a través de la aplicación del instrumento cuestionario y fueron analizados en el programa estadístico R para determinar la confiabilidad, además de un análisis de percentiles y el programa Excel para la prueba Z de la prueba de hipótesis.

En la dimensión Tiempo de atención con su indicador Tiempo empleado en triaje se puede observar en la Figura 07 una comparación del Pre y Post Test que el Tiempo empleado en triaje es mayor a 10 minutos en el Pre-Test en cambio en el Post-Test se observa una mejora en los resultados obtenidos después de las pruebas.

Figura 07: Resultados del tiempo empleado en triaje.



Fuente: Elaboración propia.

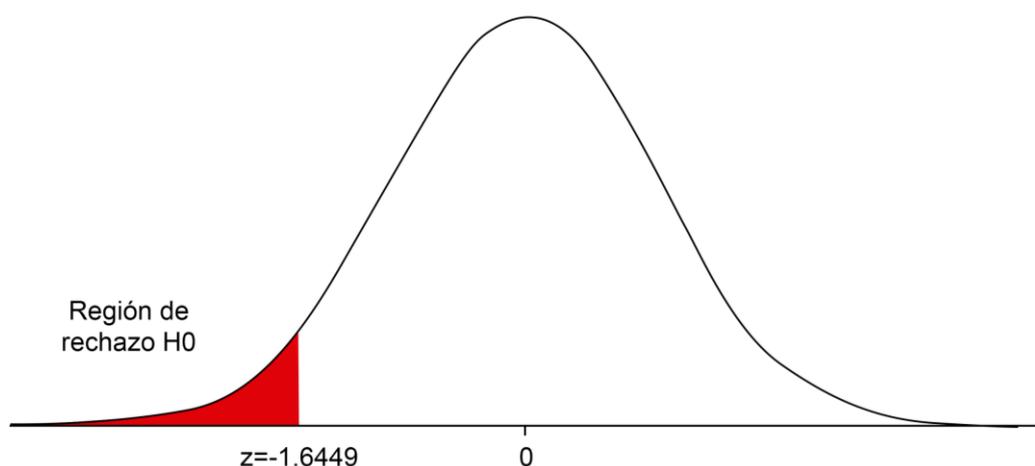
Para visualizar mejor los resultados se realizó una prueba Z obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 05: Resultados de la prueba Z.

| Tiempo empleado en triaje | | | |
|---------------------------|----------------------------------|--------------|-------------|
| | Cálculos estadísticos | Pre-Test | Post-Test |
| | Media | 3.577777778 | 2.092592593 |
| | Desviación estándar | 0.66.1941121 | 0.969200769 |
| | Tamaño de la Muestra | 270 | 270 |
| | Valor Tabulador: Dist. Normal | -1.644853627 | |
| | Valor Tabulador: Dist. T Student | -1.647690825 | |
| 538 | g.l. | | |

Con los datos obtenidos podemos visualizar en la Tabla 05 los resultados obtenidos al aplicar la fórmula con el Pre y Post Test.

Figura 08: Rechazo de la hipótesis nula.



Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido de Z es -1.6449 como se muestra en la Figura 08 teniendo como resultado el rechazo de H_0 en el rango de 0.025 o 2.5% de la prueba Z.

Posteriormente se analizaron los resultados de la dimensión Calidad de atención de pacientes que cuenta con 6 indicadores, cada indicador fue sometido al Alfa de cronbach en el Pre y Post Test como se muestran en las Tablas 06 y 07.

Tabla 06: Alfa de cronbach en el Pre-Test.

| Alfa de Cronbach Pre-Test | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------|--------------------------|----------------|-----------------|--------------|-----------|
| Calidad de atención de pacientes | Capacidad de respuesta | Información del paciente | Trato recibido | Infraestructura | Equipamiento | Comodidad |
| Alfa | 0.7614 | 0.7052 | 0.7108 | 0.7443 | 0.7335 | 0.7474 |

Tabla 07: Alfa de cronbach en el Post-Test.

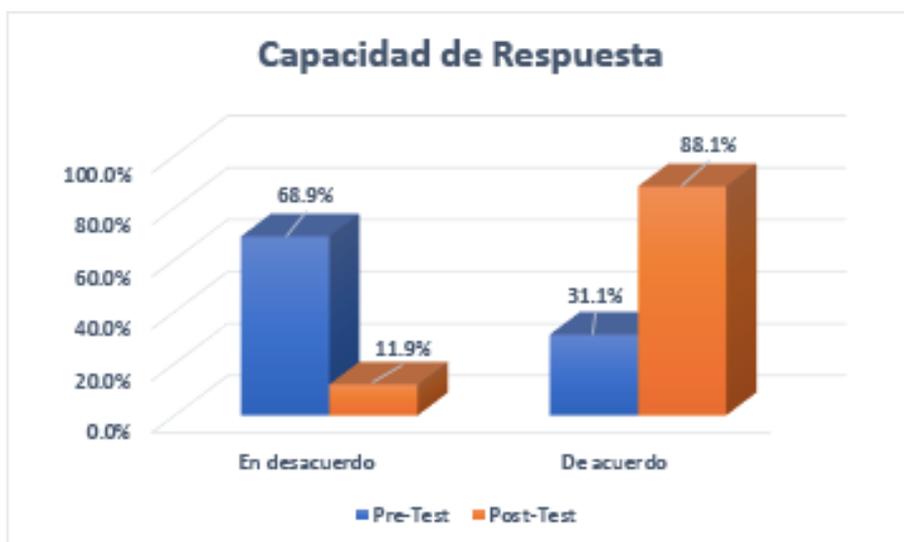
| Alfa de Cronbach Post-Test | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------|--------------------------|----------------|-----------------|--------------|-----------|
| Calidad de atención de pacientes | Capacidad de respuesta | Información del paciente | Trato recibido | Infraestructura | Equipamiento | Comodidad |
| Alfa | 0.9079 | 0.8947 | 0.9001 | 0.9102 | 0.9167 | 0.8998 |

Los resultados de fiabilidad obtenidos en el Pre-Test pasaron con una valoración Aceptable y el Post-Test pasó con una valoración Excelente.

Asimismo, se realizó un análisis de percentiles de cada indicador, reduciendo la escala de medición de 4 a 2.

En la Figura 09 se muestra que en el Pre-Test el 68.9% estuvo en desacuerdo y el 31.1% estuvo de acuerdo y en el Post-Test el 11.9% estuvo en desacuerdo y el 88.1% de acuerdo con la capacidad de respuesta.

Figura 09: Análisis de percentiles Q2 – Capacidad de respuesta.

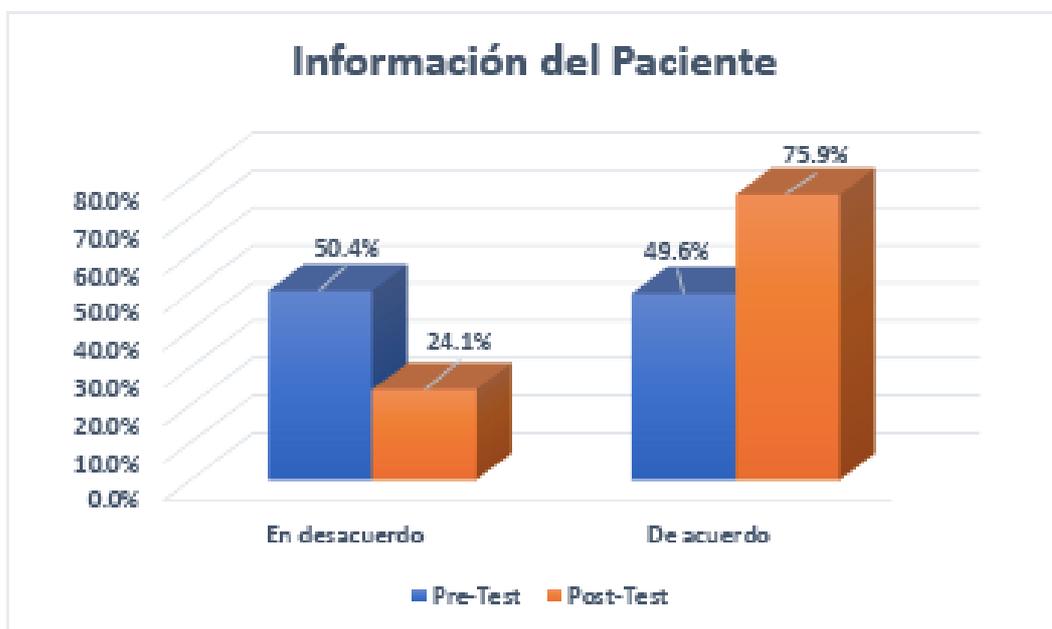


Fuente: Elaboración propia.

Esto evidencia una mejora en la capacidad de respuesta con respecto a la rapidez que atienden a los pacientes.

En la Figura 10 muestra que en el Pre-Test el 50.4% estuvo en desacuerdo y el 49.6% estuvo de acuerdo y en el Post-Test el 24.1% estuvo en desacuerdo y el 75.9% de acuerdo con la capacidad de respuesta.

Figura 10: Análisis de percentiles Q2 – Información del paciente.

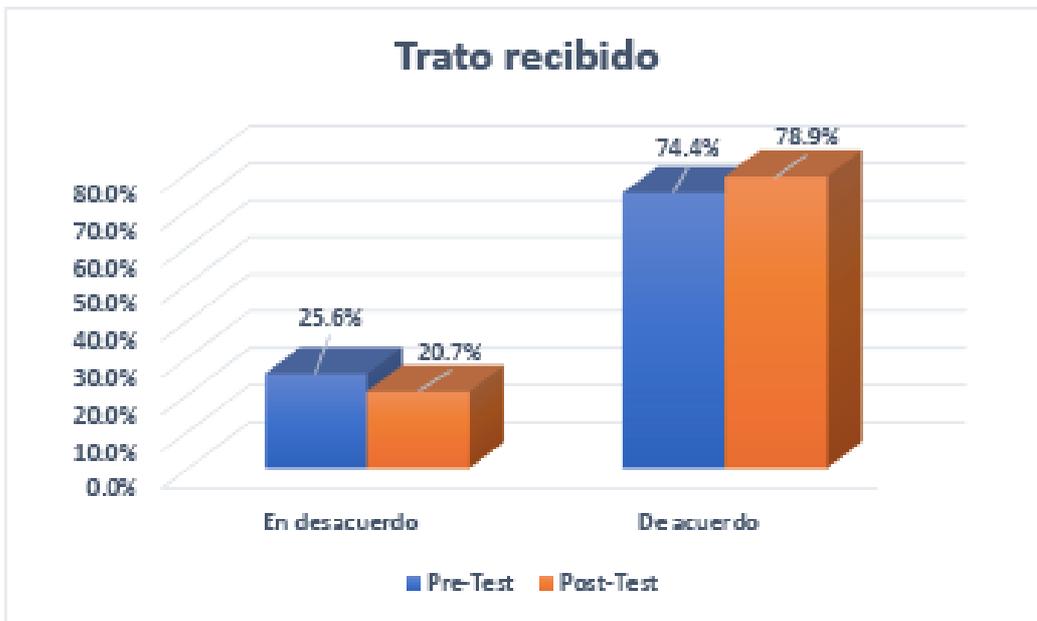


Fuente: Elaboración propia.

En el Pre-Test estuvo muy reñido, pero con la propuesta con respecto a la problemática existe una mejora en le Post-Test.

En la Figura 11 muestra que en el Pre-Test el 25.6% estuvo en desacuerdo y el 74.4% estuvo de acuerdo y en el Post-Test el 20.7% estuvo en desacuerdo y el 78.9% de acuerdo con la capacidad de respuesta.

Figura 11: Análisis de percentiles Q2 – Trato recibido.

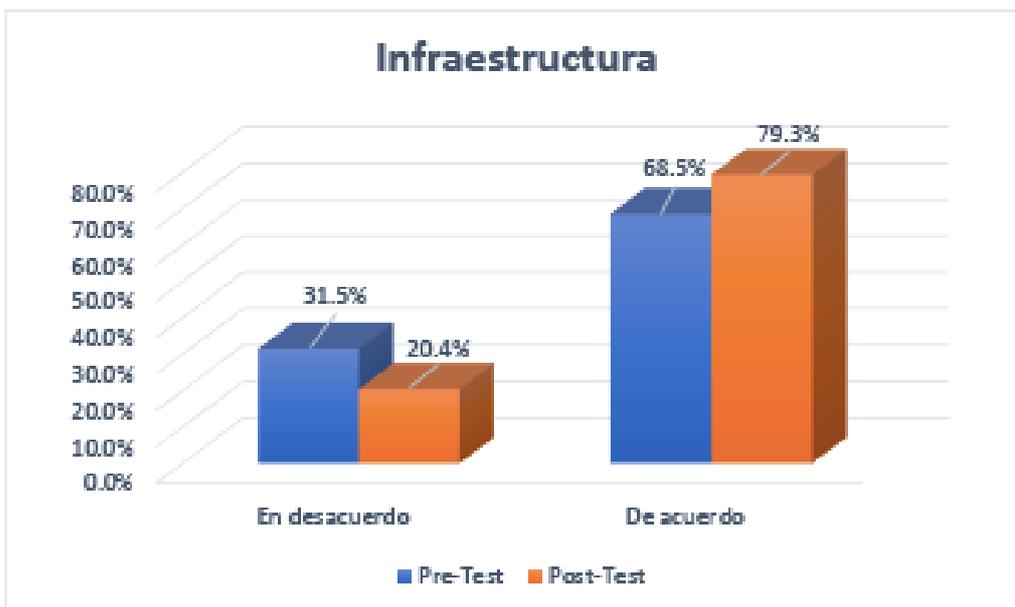


Fuente: Elaboración propia.

En el Trato recibido no hubo mejoras significativas porque las personas son muy amables en el hospital a pesar de las deficiencias.

En la Figura 12 muestra que en el Pre-Test el 31.5% estuvo en desacuerdo y el 68.5% estuvo de acuerdo y en el Post-Test el 20.4% estuvo en desacuerdo y el 79.3% de acuerdo con la capacidad de respuesta.

Figura 12: Análisis de percentiles Q2 – Infraestructura.

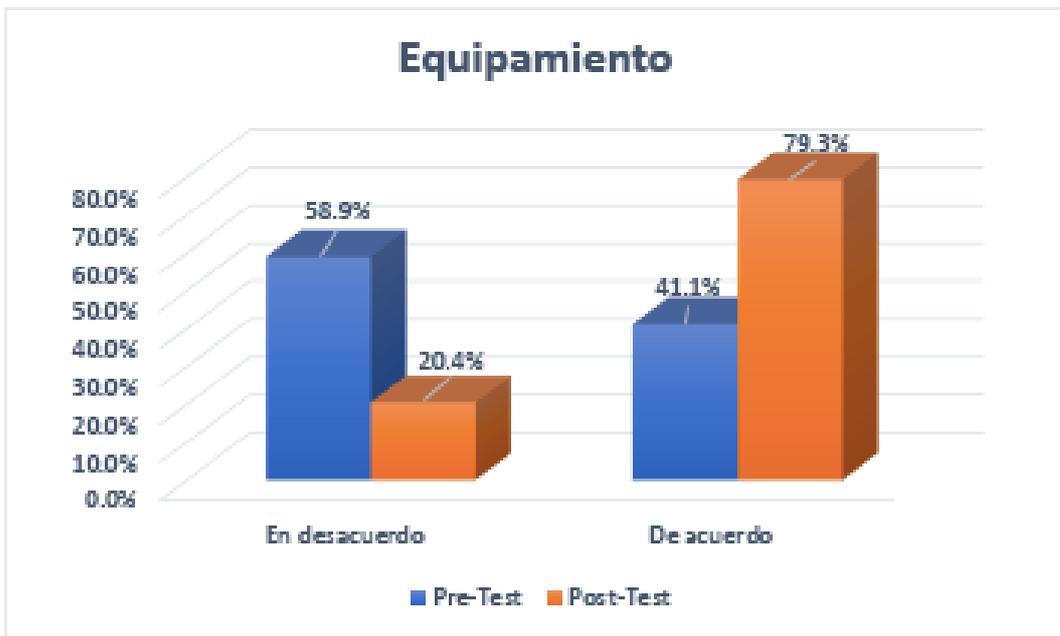


Fuente: Elaboración propia.

No se realizaron mejoras estructurales en el hospital, pero con la propuesta se pudo tener más espacio para las personas que necesitaban atención.

En la Figura 13 muestra que en el Pre-Test el 58.9% estuvo en desacuerdo y el 41.1% estuvo de acuerdo y en el Post-Test el 20.4% estuvo en desacuerdo y el 79.3% de acuerdo con la capacidad de respuesta.

Figura 13: Análisis de percentiles Q2 – Equipamiento.

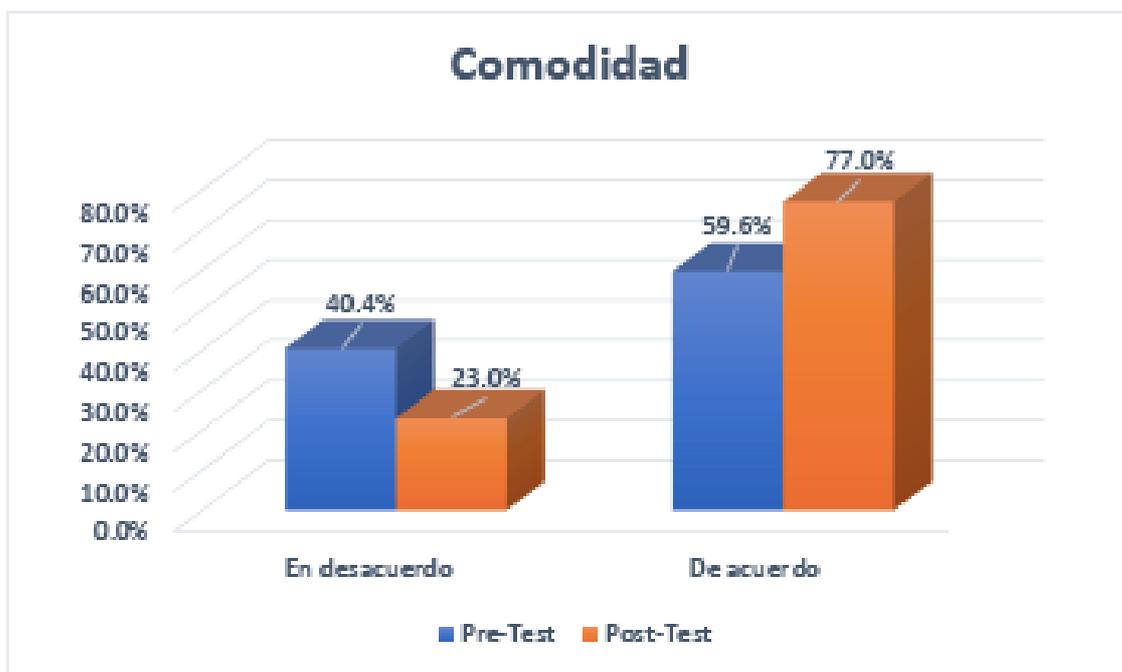


Fuente: Elaboración propia.

En efecto, existe una diferencia significativa con el equipamiento antes y después de que se realizó la investigación.

Finalmente, en la Figura 14 muestra que en el Pre-Test el 40.4% estuvo en desacuerdo y el 59.6% estuvo de acuerdo y en el Post-Test el 23.0% estuvo en desacuerdo y el 77.0% de acuerdo con la capacidad de respuesta.

Figura 14: Análisis de percentiles Q2 – Comodidad.



Fuente: Elaboración propia.

Al no tener muchos pacientes esperando se logró tener más asientos disponibles en las salas de espera además de la limpieza mejorando la comodidad de los pacientes.

V. DISCUSIÓN

En base a los resultados y antecedentes, se llegó a discutir varios puntos relevantes de la investigación como el costo de una empresa que desarrolló y comercializó un dispositivo similar pero sin la posibilidad de incluir a personas con discapacidad, en este caso una persona sin una o las dos piernas amputadas para obtener su talla. Además de teorías relacionadas y su influencia en el proyecto, haciendo mención al lenguaje de programación Python, arduino, sensores e inteligencia artificial en el sistema.

Así mismo, el sistema inteligente se desarrolló con la metodología John Durkin, ya que éste cuenta con una variable independiente no analizada más a profundidad estadísticamente pero sí la posibilidad de contrastar los resultados de la variable dependiente estudiada.

Se logró diseñar un prototipo de una silla inteligente con características especiales, donde se incluye a personas con discapacidad. A diferencia de la Balanza pesa-personas electrónica cardioprime de la empresa DAVI Y CIA que por sus características no puede ser utilizada de igual manera, además que el costo del dispositivo tiene un costo elevado superando más de 3,300.00 dólares.

Por otra parte, el prototipo de la silla inteligente tuvo un presupuesto que no superó los S/.1,000.00 al tipo de cambio actual que es 4 soles en dólar tenemos 250.00 dólares aproximadamente, con una diferencia de 3,050.00 dólares menos.

Cabe recalcar que el costo de los componentes electrónicos se compró a precio unitario, pero si se llega a realizar un pedido por cantidad al por mayor, el costo final del proyecto podría bajar incluso más.

El desarrollo del sistema inteligente junto al prototipo de la silla, puede traer algunas complicaciones con el tiempo de uso, ya que éste aún no se encuentra muy bien probado con uan cantidad mayor a la investigación, teniendo posibilidades de descalibración de los sensores y la fragilidad que presentan.

Para poder obtener los signos vitales requeridos en triaje se utilizaron módulos de arduino que se puede encontrar en tiendas de electrónica, modificando un tensiómetro y una báscula digital. Los módulos son muy utilizados en los antecedentes investigados, ya que cuentan con diversas librerías, compatibilidad y nada complejo de programar.

En cuanto al sistema inteligente, fue cuestionado si es inteligente o no, por el hecho de que no aprende, pero cuando se revisó la teoría mecánica que la IA (Inteligencia Artificial) podría ser cualquier tipo de programa que repite facultades de las personas así sea para labores específicas o para labores más extensas y complicadas. Teniendo como labor la recolección de los signos vitales al presionar un botón, teniendo la capacidad de conectarse a través de la red y devolver los datos en poco tiempo ya es un proceso muy complejo para una persona.

Aunque fue un prototipo, arrojó muy buenos resultados en las pruebas y datos obtenidos durante la investigación, ayudando a contrastar con el pre-test en el análisis del tiempo empleado en triaje con una mejora de más del 50% junto a la calidad de atención, logrando los objetivos propuestos.

Arduino es de código abierto, esto ayudó a trabajar de forma rápida gracias a las librerías que posee y a su entorno de desarrollo propio, además contar con muchos módulos como sensores que ayudaron a obtener datos de la vida real hacia el mundo digital de una manera sencilla y rápida.

En definitiva, existían otros dispositivos parecidos al arduino que se utilizó en la investigación como el Raspberry pi, pero no prestaba las funcionalidades requeridas para su uso y recolección de datos en el prototipo, además de su elevado costo.

Python es un buen lenguaje de programación para el desarrollo de sistemas inteligentes y análisis de datos, además de ser ligero, su compatibilidad, framework y comunidad que lo respalda con ejemplos de funcionalidades que sirvieron mucho para el desarrollo del proyecto.

No existe un prototipo similar, lo que dificultó el proceso del desarrollo del proyecto, se tuvo que realizar modificaciones a un tensiómetro digital para capturar los datos obtenidos y sincronizar con el sistema para que se encienda automáticamente y también que se apague.

Además de modificar también una báscula digital de baño que tiene una capacidad de 180 kg, puesto a que en su interior cuenta con los sensores de carga que se requería en el proyecto.

EL sistema con visión computacional para inspección de temperatura del ambiente incorporado con el microcontrolador Arduino desarrollado en Ecuador, cumplió con su objetivo general que fue la detección de personas fue efectuada

satisfactoriamente, mediante la incorporación del filtro upperbody que obtuvo resultados positivos en las pruebas realizadas. Los resultados positivos se complementaron con el uso de arduino y una cámara para a visión artificial, una de las ramas de la inteligencia artificial.

Con el antecedente sobre sistema de seguimiento en tiempo real del indicador de radiación ultravioleta, temperatura y humedad concerniente para la región puno, se logró tener un historial climatológico, el mismo que puede ser consultado por medio de un sistema web interactivo que se desarrolló para el backend con el lenguaje de programación PHP y para el frontend con JavaScript, HTML y CSS. Se llegó a la conclusión con un nivel de confianza del 95% de que “No existe una diferencia significativa mayor al 10% entre las mediciones del indicador de radiación ultravioleta, temperatura y humedad relativa realizadas por el sistema para dar seguimiento en tiempo real y las mediciones del índice de radiación ultravioleta, temperatura y humedad concerniente realizadas por el SENAMHI”. En este caso no utilizaron python para el backend del sistemas propuesto, pero contaron con tecnologías como JavaScript, HTML y CSS, que son los mismos utilizados en el sistema inteligente basado en arduino gracias al framework flask, permitiendo el desarrollo en el entorno web.

En cuanto al almacenamiento de la información, el uso de MySQL fue una excelente alternativa ya que este permite el diseño de base de datos relacionales, normalizando las tablas hasta las 3 forma normal para un correcto almacenamiento de los datos al obtener los signos vitales de triaje.

Los resultados obtenidos en el pre y post test en el indicador capacidad de respuesta, información del paciente, trato recibido, infraestructura, equipamiento y comodidad mostrando una mejora en el post-test con respecto al pre-test.

La existencia de un sistema que permite el registro manual de los signos vitales, tal como es el sistema de MINSA que se encuentra actualmente obsoleto, se puede ingresar desde la página www.sanmartin.triaje.minsa.gob.pe, es una herramienta informática asistencial y administrativa que ha sido desarrollada por el Ministerio de Salud para los diferentes niveles de atención por Establecimientos Salud de Primer Nivel de Atención, compuesto por módulos administrativos y asistenciales.

Los procedimientos utilizados generaron un norte para culminar satisfactoriamente el proyecto, realizando diversas pruebas a la muestra de 270 afiliados en el Hospital

II-E Juanjuí, además de que se generaron planos del prototipo final con las medidas de un diseño de utilidad mostrando la ubicación de los sensores en cada punto del proyecto.

Los resultados obtenidos fueron favorables no solo para la investigación, sino también para el aporte a la innovación mejorando la calidad de vida de las personas en un hospital de la selva peruana.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logró desarrollar un Sistema Inteligente Basado en Arduino junto a un prototipo de una silla que recolectó los datos de los signos vitales de triaje.
2. Se acepta la hipótesis alternativa del indicador tiempo empleado en triaje de que un sistema inteligente basado en Arduino optimiza significativamente el proceso de triaje en el Hospital II-E de Juanjuí – San Martín.
3. Al contrastar el indicador capacidad de respuesta, se obtuvo una mejora del 88.1% que están de acuerdo con la calidad de atención con respecto al 31.1% del pre-test.
4. El sistema inteligente basado en arduino mejoró más del 50% planteado en los objetivos específicos, teniendo como resultados en el tiempo empleado en triaje un 32.2% menor a 1 minuto, 36.7% de 1 a 5 minutos, 20.7% de 5 a 10 minutos y reduciendo al 10.4% mayor a 10 min.

VII. RECOMENDACIONES

Considerando la importancia y en función de los resultados obtenidos se formulan algunas recomendaciones tanto para la investigación del sistema inteligente basado en arduino, hospitales, Ministerio de Salud y futuros investigadores, esto con la finalidad de lograr, para que los hospitales de todo el Perú sean más modernos y agilicen el proceso lento que conlleva a una oportuna atención en triaje que es el proceso inicial de un paciente, para ello se hace llegar las siguientes recomendaciones:

- A la investigación del sistema inteligente basado en arduino, particularmente al diseño del prototipo, se recomienda utilizar mejores materiales para una próxima versión y que su construcción sea más rígida para que no genere movimiento al momento de estar tomando los datos, así alterando el resultado de los signos vitales.
- A los hospitales, deben implementar instrumentos más modernos para la toma de los signos vitales en triaje para poder agilizar, ser más exactos con los datos sin poner en peligro a los pacientes con una oportuna atención.
- Al Ministerio de salud, ver el estado en el que se encuentran los hospitales del Perú, mejorar sus procesos e implementar innovaciones tecnológicas como la investigación del sistema inteligente basado en arduino.
- A los futuros investigadores, aportar investigaciones innovadoras dirigido a la salud para mejorar la calidad de vida de las personas y automatizar procesos tardíos.

REFERENCIAS

1. FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS TESIS ASESOR. [en línea], [2019]. S.I.: [Consulta: 22 May 2021]. Disponible en: <http://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/AUTONOMA/818/3/Chambi%20Furo%2c%20Luis%20Eduardo%20y%20Rosales%20Claudio%2c%20Arnao%20Heraclito.pdf>.
2. FELIPE, C., RUSSI, R., AUGUSTO, C., DE, R., JUAN, C. and RODRÍGUEZ GÓMEZ, J., [2016]. Sistemas móviles e inteligentes para el control de la salud utilizando aplicaciones M2M e IoT. [en línea]. S.I.: Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/18048/u729408.pdf?sequence=1>
3. DE, I., AUTORES, S., VICTORIA, Y. and MELO, S., [2019]. FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE ASESOR. [en línea]. S.I.: Disponible en: <http://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/AUTONOMA/954/3/Gamarra%20Condo%20y%20Santos%20Melo.pdf>.
4. PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN INSTALACIONES DE CAPTACIÓN DE UNA LOCALIDAD RURAL DEL MUNICIPIO DE TIBANÁ -BOYACÁ ANGEE DANIELA ARÉVALO JUNCO UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES BOGOTÁ, COLOMBIA 2018. [en línea], [2018]. S.I.: [Consulta: 22 May 2021]. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4769/00004984.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
5. IVAN, S., 2019. Sistema informático basado en el diagnóstico clínico para la gestión documental en los consultorios de oftalmología, 2019. Ucv.edu.pe [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39579>. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39579>.

6. CORTEZ, A., JAIME, E. and LEVI, P., 2021. Asistente virtual para el personal docente en la Universidad César Vallejo de la Ciudad de Trujillo. Ucv.edu.pe [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI <https://hdl.handle.net/20.500.12692/52422>. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52422>.
7. STEFFAN MACALI WERNER, ENZO MOROSINI FRAZZON and FERNANDO ANTÔNIO FORCELLINI, 2019. ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS INTELIGENTES PARA A GESTÃO DA ALTA HOSPITALAR. GESTÃO E DESENVOLVIMENTO [en línea], vol. 16, no. 1, pp. 129–151. [Consulta: 22 May 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5142/514258149013/index.html>.
8. MARÍA CAMILA ESCOBAR¹, LUIS FELIPE TOVAR and JONATHAN ROMERO CUÉLLAR, 2016. DISEÑO DE UN SISTEMA EXPERTO PARA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS. Ciencia e Ingeniería Neogranadina [en línea], vol. 26, no. 2, pp. 21–34. [Consulta: 22 May 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/911/91146925002/index.html>.
9. MEZA VELÁSQUEZ, ALAIN MARCIAL and ROSA, 2018. Sistema Inteligente Basado en Redes Neuronales para mejorar la identificación de rostros de delincuentes en el distrito de Laredo - 2018. Ucv.edu.pe [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35964>.
10. RAHIMUNNISA, K., M., A., ARUNACHALAM, B. and DIVYAA, V., 2020. AI-based smart and intelligent wheelchair. Journal of Applied Research and Technology [en línea], vol. 18, no. 6, pp. 362–367. [Consulta: 22 May 2021]. Disponible en: <https://jart.icat.unam.mx/index.php/jart/article/view/1351>.
11. DIXON, J., 2021. Improving the quality of care in health systems: towards better strategies. Israel Journal of Health Policy Research [en línea], vol. 10, no. 1. [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1186/s13584-021-00448-y. Disponible en: <https://ijhpr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13584-021-00448-y>.

12. LI, L., LI, Y., WANG, Y. and YAN, L., 2021. Intelligent medical diagnosis and misoprostol medical abortion nursing based on embedded system. *Microprocessors and Microsystems* [en línea], vol. 81, pp. 103770. [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1016/j.micpro.2020.103770. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141933120309157?via%3Dihub>.
13. LÓPEZ-ROLDÁN, P. and FACHELLI, S., 2017. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA. [en línea]. S.I.: Disponible en:
https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf
14. VATSA, R. and SATAPATHY, S.C., 2020. Interactive and Assistive Gloves for Post-stroke Hand Rehabilitation. *Advances in Intelligent Systems and Computing* [en línea], pp. 77–85. [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1007/978-981-15-5400-1_9. Disponible en:
https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-981-15-5400-1_9.
15. GEORGE, A.M., NAGARAJA, A., NAIK, L.A. and NARESH, J., 2020. An IoT Framework for Healthcare Monitoring and Machine Learning for Life Expectancy Prediction. *Evolutionary Computing and Mobile Sustainable Networks* [en línea], pp. 637–644. [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1007/978-981-15-5258-8_59. Disponible en:
https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-981-15-5258-8_59.
16. GHASSEMI, F., HOSEINZADEH, M.S. and EKHLASI, A., 2020. Design and Implementation of Wireless Body Temperature Monitor with warning system via SMS. 2020 6th Iranian Conference on Signal Processing and Intelligent Systems (ICSPIS) [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1109/icspis51611.2020.9349541. Disponible en:
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9349541>.
17. CHAKKOR, S., BAGHOURI, M., CHEKER, Z., EL OUALKADI, A., EL HANGOUCHE, J.A. and LAAMECH, J., 2020. Intelligent Network for Proactive Detection of COVID-19 Disease. 2020 6th IEEE Congress on Information Science and Technology (CiSt) [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1109/cist49399.2021.9357181. Disponible en:
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9357181>.

18. KANANI, P. and PADOLE, M., 2020. Real-time Location Tracker for Critical Health Patient using Arduino, GPS Neo6m and GSM Sim800L in Health Care. 2020 4th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS) [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1109/iciccs48265.2020.9121128. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9121128>.
19. PARASHAR, I., KAUSHIK, P. and NIRANJAN, V., 2019. Intelligent System for Health Monitoring Applications. 2019 International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems (ICCCIS) [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1109/icccis48478.2019.8974475. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8974475>.
20. MOHSIN ALABASSBY, B.F.N., MAHDI, J.F. and KADHIM, M.A., 2019. Design and Implementation WSN Based on Raspberry Pi for Medical Application. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [en línea], vol. 518, pp. 052022. [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1088/1757-899x/518/5/052022. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/518/5/052022>.
21. ELSOKAH, M.M. and ZEREK, A.R., 2019. Next Generation of Medical Care Bed with Internet of Things Solutions. 2019 19th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA) [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1109/sta.2019.8717204. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8717204>.
22. LAPSHINA, P.D., KURILOVA, S.P. and BELITSKY, A.A., 2019. Development of an Arduino-based CO2 Monitoring Device. 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus) [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1109/eiconrus.2019.8656915. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8656915>.
23. GOGATE, U. and BAKAL, J., 2018. Refining Healthcare Monitoring System Using Wireless Sensor Networks Based on Key Design Parameters. Information and Communication Technology for Intelligent Systems [en línea], pp. 341–349. [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1007/978-981-13-

- 1742-2_33. Disponible en:
https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-981-13-1742-2_33.
24. CHILUISA-CASTILLO, D., ORTEGA-BARRETO, F., ROBLES-BYKBAEV, V. and PESANTEZ-AVILES, F., 2018. An intelligent platform to design and develop low-cost assistive technologies and robotic assistants for children with disabilities. 2018 IEEE XXV International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON) [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1109/intercon.2018.8526413. Disponible en:
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8526413>.
 25. SHARMA, A., CHOUDHURY, T. and KUMAR, P., 2018. Health Monitoring & Management using IoT devices in a Cloud Based Framework. 2018 International Conference on Advances in Computing and Communication Engineering (ICACCE) [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI 10.1109/icacce.2018.8441752. Disponible en:
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8441752>.
 26. LILIA, R., 2020. Brazalete inteligente con sistema de alerta para pacientes hipertensos. Ucv.edu.pe [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47382>. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47382>.
 27. CRUZADO PULIDO, IVÁN PAÚL and LUIS, J., 2018. Sistema Basado en Arduino para mejorar el Control de Enfermedades Cardiovasculares en la Clínica San Pablo Trujillo. Ucv.edu.pe [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI <https://hdl.handle.net/20.500.12692/36248>. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36248>.
 28. JUNIOR and OLIVER, 2018. Sistema Experto Médico para Mejorar el Diagnóstico de Pacientes con Depresión del CSM Santa Lucia de Moche, Año 2018. Ucv.edu.pe [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI <https://hdl.handle.net/20.500.12692/38474>. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38474>.
 29. OSWALDO, 2017. Aplicación web basado en sistema experto en el diagnóstico de enfermedades del servicio de Ginecología del Hospital III Chimbote. Ucv.edu.pe [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI

- <https://hdl.handle.net/20.500.12692/10313>. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10313>.
30. ALEXANDER, G., FABIO ANDRÉS HERNÁNDEZ RUEDA, JULIANA, L. and SERGIO ALEXANDER SALINAS, 2017. Sistema e-Salud para el monitoreo de un prototipo de incubadora neonatal. Ciencia e Ingeniería [en línea], vol. 38, no. 2, pp. 107–112. [Consulta: 22 May 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5075/507555007002/index.html>.
 31. MINISTERIO DE SALUD. (2019). Manual de Usuario Historia Clínica Electrónica Atención Primaria - TRIAJE VERSIÓN 01.5. Recuperado de: https://www.minsa.gob.pe/sihce/manuales/MU_TRIAJE.pdf
 32. DE PROCESOS, M., PROCEDIMIENTOS, Y., DE, D. and DE SALUD, A., 2019. GERENCIA DE ORGANIZACIÓN Y PROCESOS SUBGERENCIA DE PROCESOS02) (HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS). [en línea]. S.I.: Disponible en: http://www.essalud.gob.pe/transparencia/procesos_procedimientos/MPP_H_NERM_atencion_de_urgencias_y_emergencias_psiquiaticas.pdf.
 33. ERIKA, M., 2020. Diseño de un sistema inalámbrico de monitoreo para pacientes epilépticos de la clínica Anglo Americana. Utp.edu.pe [en línea], [Consulta: 22 May 2021]. DOI <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3125>. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3125>.
 34. PÉREZ, F, 2020. Inteligencia artificial y machine learning: ¿Cómo cambian nuestra vida hoy? [en línea]. [Consulta: 22 May 2021]. Disponible en: <https://www.claseejecutiva.com.pe/blog/articulos/inteligencia-artificial-y-machine-learning-como-cambian-nuestra-vida-hoy/>.
 35. VERA, J, 2021. SE VIENE LA AUTOMATIZACIÓN INTELIGENTE[en línea]. [Consulta: 22 May 2021]. Disponible en: <https://www.claseejecutiva.com.pe/blog/articulos/se-viene-la-automatizacion-inteligente/>.
 36. CACHÓN RODRÍGUEZ, ESPERANZA, 2021. El hospital y el paciente: Declaraciones de principios, realidad y paradojas. Index de Enfermería [en línea], vol. 16, no. 56, pp. 35–39. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-12962007000100008.

37. HERNÁNDEZ, M., 2015. El Concepto de Discapacidad: De la Enfermedad al Enfoque de Derechos . [en línea]. S.l.: Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cesd/v6n2/v6n2a04.pdf>.
38. ALEJANDRO, A., BANGUERA y LUIS, G., 2016. MEDIDOR DIGITAL DE DISTANCIA DIGITAL DISTANCE METER. [en línea]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/2859/BangueraGomezLuisMiguel2016.pdf?sequence=3>.
39. Escuela Técnica Virtual, 2021. ARTICULO PRACTICO: Intro al Node MCU Lolin v3 (ESP8266) - Educación Tecnica Informal. Google.com [en línea]. Disponible en: <https://sites.google.com/a/educ.ar/eti/project-updates/introalnodemculolinv3esp8266>.
40. LLAMAS, L., 2016. Arduino y el termómetro infrarrojo a distancia MLX90614. [en línea]. Disponible en: <https://www.luisllamas.es/arduino-y-el-termometro-infrarrojo-a-distancia-mlx90614/>.
41. FRANCO GONZÁLEZ Y., 2018. Análisis de concordancia entre un esfigmomanómetro manual y otro digital usados en una unidad militar, en reposo y tras un ejercicio físico. Sanidad Militar [en línea], vol. 74, no. 1, pp. 13–19. [Consulta: 28 November 2021]. DOI 10.4321/s1887-85712018000100003. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1887-85712018000100013.
42. OVIEDO, H.C. y CAMPO, A., 2021. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. Revista Colombiana de Psiquiatría [en línea], vol. 34, no. 4, pp. 572–580. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502005000400009.
43. Maister, M, 2020. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LATAM IV: EXPECTATIVAS DE CAMBIOS EN LA ADOPCIÓN [en línea]. [Consulta: 22 May 2021]. Disponible en: <https://www.claseejecutiva.com.pe/blog/articulos/inteligencia-artificial-en-latam-iv-expectativas-de-cambios-en-la-adopcion/>.

44. MONTENEGRO, J. (2016). SMART HOSPITAL U HOSPITAL INTELIGENTE EN PERÚ [en línea]. [Consulta: 22 May 2021]. Disponible en: <http://www.citeenergia.com.pe/wp-content/uploads/2016/09/Montenegro-Soto-Jose-Manuel.pdf>.
45. GORDON, R., PERLMAN, M., SHUKLA, M. (2020). El hospital del futuro. Recuperado de: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cl/Documents/life-sciences-health-care/El%20hospital%20del%20futuro.pdf>.
46. Herrero, J., Sánchez J. (2015). Una mirada al mundo arduino. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/J-Allende/publication/320531618_Una_mirada_al_mundo_Arduino/links/59ea0098a6fdccef8b08c702/Una-mirada-al-mundo-Arduino.pdf.
47. OTZEN, T. and MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. International Journal of Morphology, vol. 35, no. 1, pp. 227–232. DOI 10.4067/s0717-95022017000100037.
48. Durkin, Jhon. 1994. EXPERT SYSTEMS : DESIGN AND DEVELOPMENT . New York : Macmilan, 1994.
49. EL TRIAGE HOSPITALARIO EN LOS SERVICIOS DE EMERGENCIA. Revista de la Facultad de Medicina Humana [en línea], 2019. vol. 19, no. 1, pp. 1–5. [Consulta: 19 July 2021]. DOI 10.25176/rfmh.v19.n1.1797. Disponible en: <http://inicib.urp.edu.pe/cgi/viewcontent.cgi?article=1092&context=rfmh#:~:text=El%20triage%20es%20un%20proceso>.

ANEXOS

Anexo 01: Cronograma de actividades

| Actividad | Inicio | Final | Días | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov |
|---|------------|------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Elaboración de introducción | 14/04/2021 | 10/05/2021 | 26 | | | | | | | | |
| Búsqueda de antecedentes | 14/04/2021 | 18/06/2021 | 40 | | | | | | | | |
| Elaboración de la Problemática | 20/04/2021 | 22/04/2021 | 2 | | | | | | | | |
| Definición del título de la Tesis | 28/04/2021 | 29/04/2021 | 1 | | | | | | | | |
| Planteamiento de hipótesis | 24/04/2021 | 27/04/2021 | 3 | | | | | | | | |
| Precisión de objetivos | 30/04/2021 | 05/05/2021 | 5 | | | | | | | | |
| Redacción de justificación del proyecto | 06/05/2021 | 08/05/2021 | 2 | | | | | | | | |
| Determinar el Tipo de Diseño | 09/05/2021 | 10/05/2021 | 1 | | | | | | | | |
| Elaboración de la matriz de operacionalización de variables | 28/05/2021 | 01/06/2021 | 4 | | | | | | | | |
| Determinar población y muestra | 05/06/2021 | 08/06/2021 | 3 | | | | | | | | |
| Elaboración tabla de validación de instrumentos | 12/06/2021 | 20/06/2021 | 8 | | | | | | | | |
| Redacción de aspectos éticos | 22/06/2021 | 25/06/2021 | 3 | | | | | | | | |
| Elaboración de los recursos y presupuesto | 26/06/2021 | 28/06/2021 | 2 | | | | | | | | |
| Elaboración del cronograma de ejecución | 11/05/2021 | 20/05/2021 | 9 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|----|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Desarrollo del sistema inteligente | 30/06/2021 | 10/09/2021 | 72 | | | | | | | | |
| Elaboración de diapositivas | 07/07/2021 | 10/07/2021 | 3 | | | | | | | | |
| Sustentación del proyecto de investigación | 17/07/2021 | 18/07/2021 | 1 | | | | | | | | |
| Aplicación de encuesta | 02/08/2021 | 09/08/2021 | 7 | | | | | | | | |
| Reunión con equipo de desarrollo | 30/06/2021 | 10/09/2021 | 72 | | | | | | | | |
| Elaboración de diseños simples | 10/08/2021 | 11/08/2021 | 1 | | | | | | | | |
| Diseño de base de datos | 12/08/2021 | 19/08/2021 | 7 | | | | | | | | |
| Elaboración de tarjetas C.R.C. | 20/08/2021 | 26/08/2021 | 6 | | | | | | | | |
| Test del sistema inteligente | 28/09/2021 | 01/10/2021 | 3 | | | | | | | | |
| Adquisición de los componentes electrónicos y otros materiales | 02/08/2021 | 28/08/2021 | 26 | | | | | | | | |
| Diseño del diagrama electrónico | 10/09/2021 | 17/09/2021 | 7 | | | | | | | | |
| Armar los componentes electrónicos con el sistema inteligente | 01/10/2021 | 31/10/2021 | 30 | | | | | | | | |
| Implementación del sistema inteligente en el Hospital II-E de Juanjuí-San Martín | 01/11/2021 | 05/11/2021 | 4 | | | | | | | | |
| Análisis de Datos | 06/11/2021 | 08/11/2021 | 2 | | | | | | | | |
| Examinar resultados | 09/11/2021 | 11/11/2021 | 2 | | | | | | | | |

Anexo 02: Matriz de Operacionalización de Variables.

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensión | Indicadores | Instrumento | Escala de Medición |
|---------------------|--|--|----------------------------------|---------------------------|--------------|--------------------|
| Sistema Inteligente | Según Gómez (2018), es un sistema que presenta como característica principal, su capacidad de adaptación a condiciones variables de su entorno, en pos del cumplimiento de sus objetivos. | El sistema inteligente tendrá capacidad de obtener datos analógicos de manera automatizada a través de la plataforma arduino y almacenarlo en una base de datos para su posterior visualización por un médico. | | | | |
| Proceso de Triaje | Los especialistas de EsSalud (2019) nos mencionan que triaje es el proceso inicial de evaluación del paciente, donde se clasifica, prioriza el daño y se decide la derivación al área correspondiente. | Para optimizar el proceso de triaje estará integrado con un sistema inteligente que permitirá reducir el tiempo de atención de los pacientes. | Tiempo de atención | Tiempo empleado en triaje | Cuestionario | Intervalo |
| | | | Calidad de atención de pacientes | Capacidad de Respuesta | | Ordinal |
| | | | | Información del Paciente | | |
| | | | | Trato recibido | | |
| | | | | Infraestructura | | |
| | | | | Equipamiento | | |
| Comodidad | | | | | | |

Anexo 03: Matriz de Consistencia.

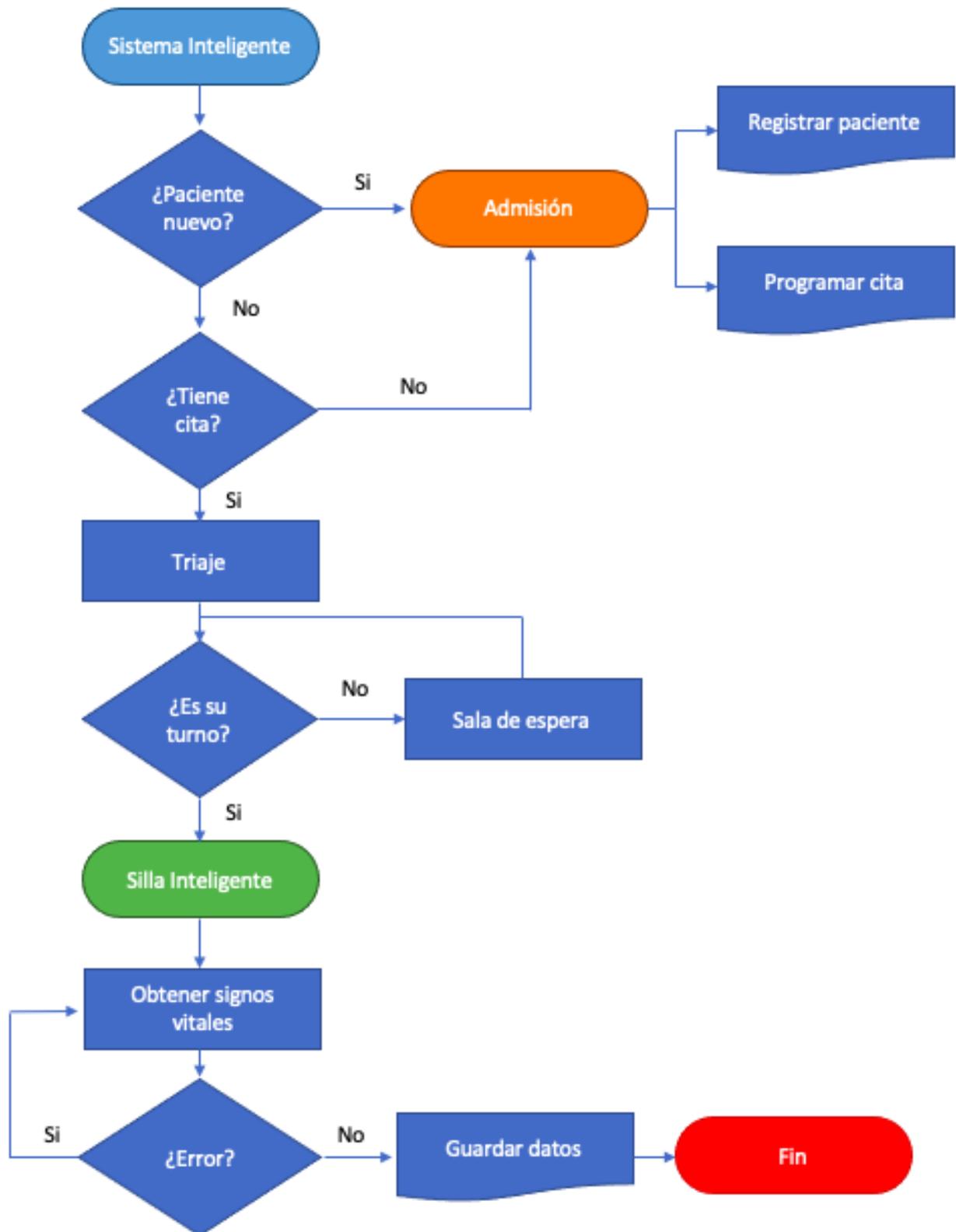
| Problema | Objetivo | Hipótesis | Variables e Indicadores | Metodología |
|--|--|---|---|--|
| ¿Cómo optimizar el proceso de triaje en el Hospital II-E de Juanjuí-San Martín? | General: Desarrollar un Sistema Inteligente Basado en Arduino para Optimizar el Proceso de triaje en el Hospital II-E de Juanjuí – San Martín. | H₀: Un sistema inteligente basado en Arduino no optimiza significativamente el proceso de triaje en el Hospital II-E de Juanjuí – San Martín. | Independiente: Sistema Inteligente. Dependiente: Proceso de Triage. Indicadores V.D: - Tiempo empleado en triaje. - Capacidad de Respuesta. - Información del Paciente. - Trato recibido. - Infraestructura. - Equipamiento - Comodidad | Tipo de Investigación: Experimental. Nivel de Investigación: Aplicada. Diseño de Investigación: Pre-Experimental. Técnicas de Recolección de Datos: - Encuesta Población y Muestra: Población: 25,418. Muestra: 270. Muestreo: Aleatorio simple. |
| Problemas Específicos | Objetivos Específicos | Hipótesis Alternativa | | |
| 1. ¿Cuánto puede reducir el tiempo de atención de pacientes un sistema inteligente en el Hospital II-E de Juanjuí-San Martín? 2. ¿Los datos que se obtiene actualmente de los signos vitales son confiables? 3. ¿Un sistema inteligente ayuda a mejorar significativamente la calidad de atención de | 1. Contrastar el tiempo de atención en el proceso de triaje del tiempo actual con la propuesta de un sistema inteligente basado en arduino. 2. Comparar la calidad de atención de pacientes con el uso del sistema inteligente basado en arduino. 3. Evaluar si un sistema inteligente | H_a: Un sistema inteligente basado en Arduino optimiza significativamente el proceso de triaje en el Hospital II-E de Juanjuí – San Martín. | | |

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| pacientes en el Hospital II-E de Juanjuí-San Martín? | basado en arduino puede mejorar un 50% el tiempo empleado en triaje del actual. | | | |
|--|---|--|--|--|

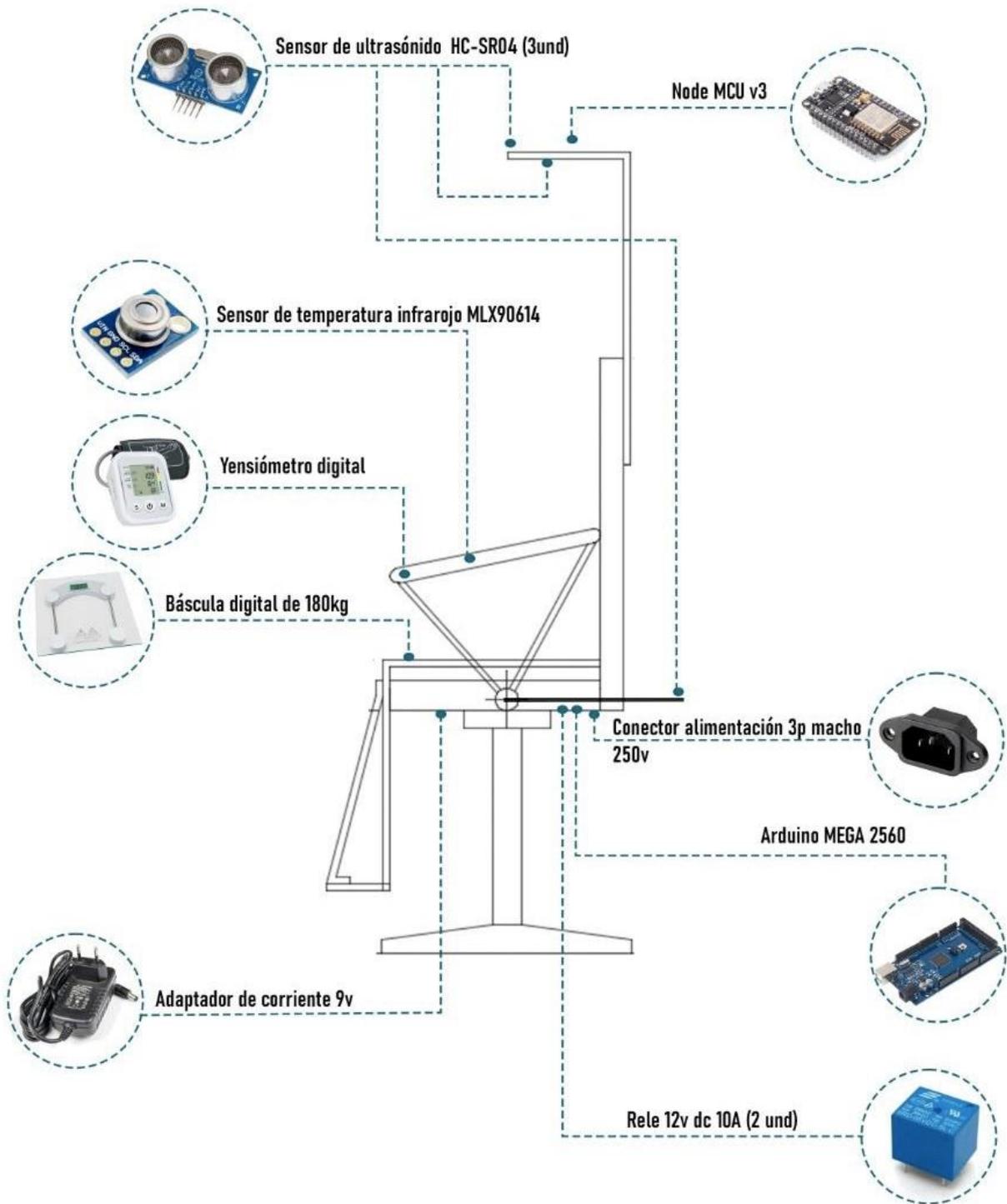
Anexo 04: Cuestionario.

| INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | | | | | |
|--|---|---------------------------|----------|---|---|
| Sistema Inteligente Basado en Arduino para Optimizar el Proceso de Triage en el Hospital II-E de Juanjuí-San Martín | | | | | |
| Investigador: | Vásquez Chujandama Miguel Ángel Damián. | | | | |
| Institución Investigada: | Hospital II-E Juanjuí | | | | |
| Tipo de Prueba: | | | | | |
| Fecha: | | | | | |
| I. Tiempo empleado en triaje. (Minutos) | | | | | |
| () < 10 | () 10 - 20 | () 20 - 30 | () > 30 | | |
| II. Calidad de atención de pacientes. | | | | | |
| La presente encuesta tiene como objetivo mejorar el servicio de atención en el área de triaje, es importante obtener la valoración de los pacientes. Esta encuesta es totalmente anónima. Solicitamos que marque su nivel de calidad de atención de acuerdo a una escala del 1 al 4 teniendo en cuenta lo siguiente: | | | | | |
| | 1 = | Totalmente en desacuerdo. | | | |
| | 2 = | En desacuerdo. | | | |
| | 3 = | De acuerdo. | | | |
| | 4 = | Totalmente de acuerdo. | | | |
| Item | Afirmaciones | Alternativas | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Me atiende con rapidez | | | | |
| 2 | Soluciona mis problemas | | | | |
| 3 | Me informan sobre mi estado de salud | | | | |
| 4 | Conocen mi historial médico | | | | |
| 5 | Entienden claramente mis necesidades médicas | | | | |
| 6 | La información que me dan es clara | | | | |
| 7 | Siempre me explican las cosas para que las entienda | | | | |
| 8 | Me escuchan | | | | |
| 9 | Son amables | | | | |
| 10 | Me tratan con respeto | | | | |
| 11 | Es fácil localizar las instalaciones | | | | |
| 12 | Las instalaciones son amplias | | | | |
| 13 | Disponen de los instrumentos necesarios para atenderme | | | | |
| 14 | El instrumental es moderno | | | | |
| 15 | El instrumental está en buen uso | | | | |
| 16 | Las salas de espera están limpias | | | | |
| 17 | Las salas de espera disponen de suficientes asientos para todos | | | | |
| 18 | El ambiente de la consulta es agradable | | | | |
| Total de puntos obtenidos: | | | | | |

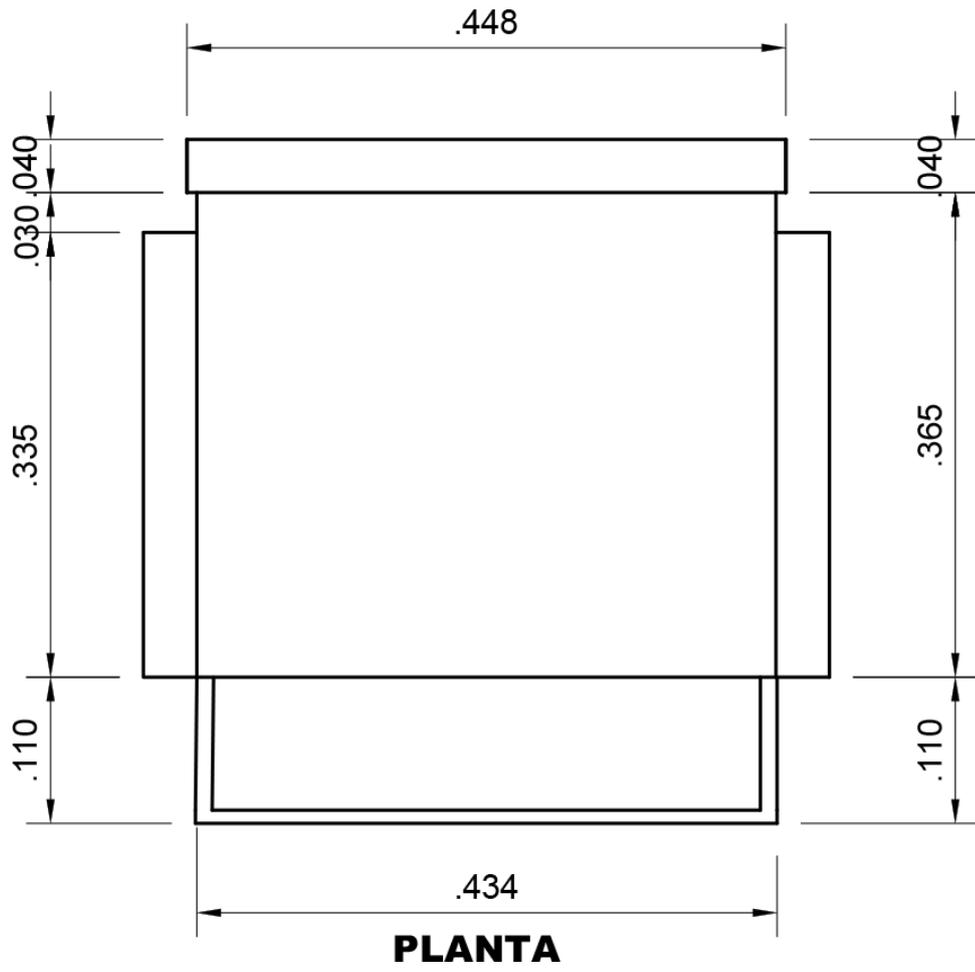
Anexo 05: Flujograma del sistema inteligente basado en arduino.



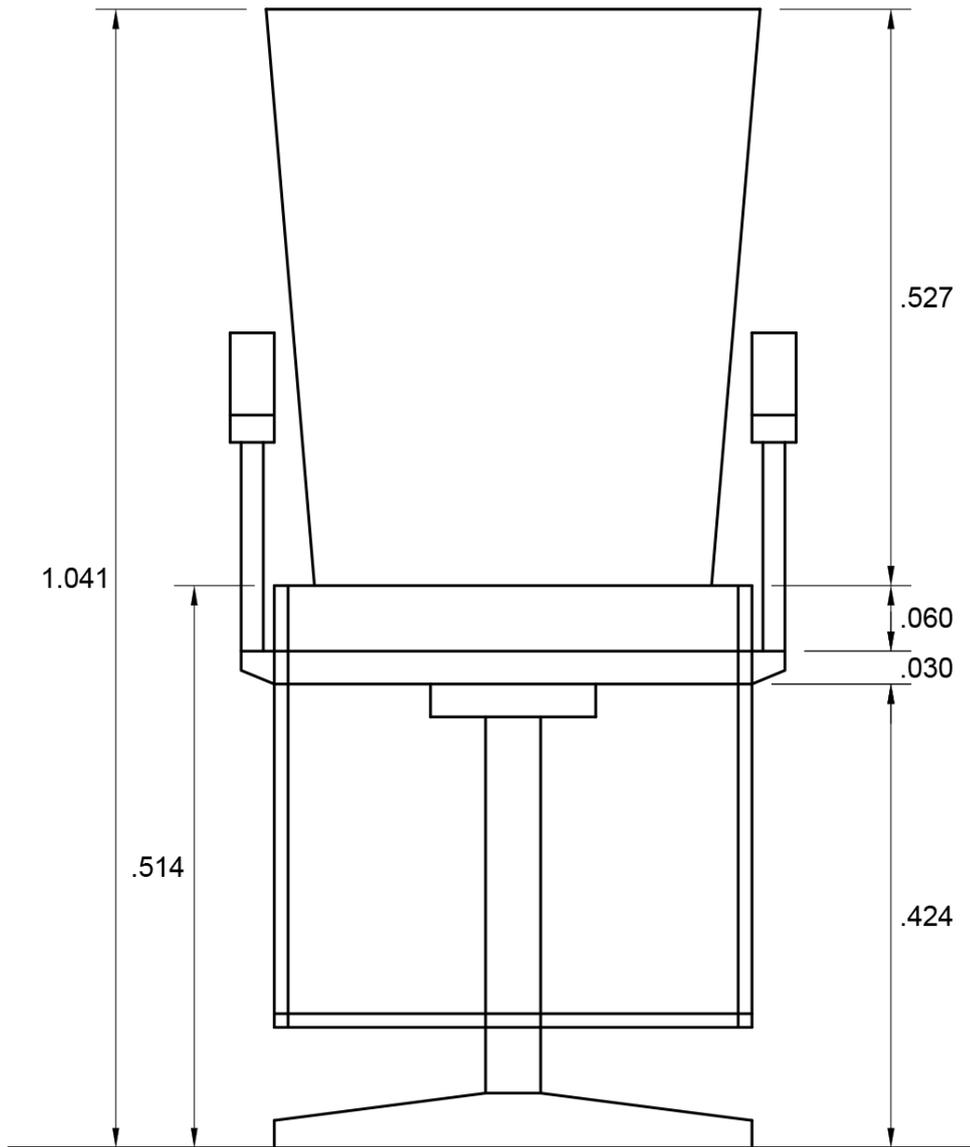
Anexo 06: Diseño de utilidad.



Anexo 07: Medidas en planta.

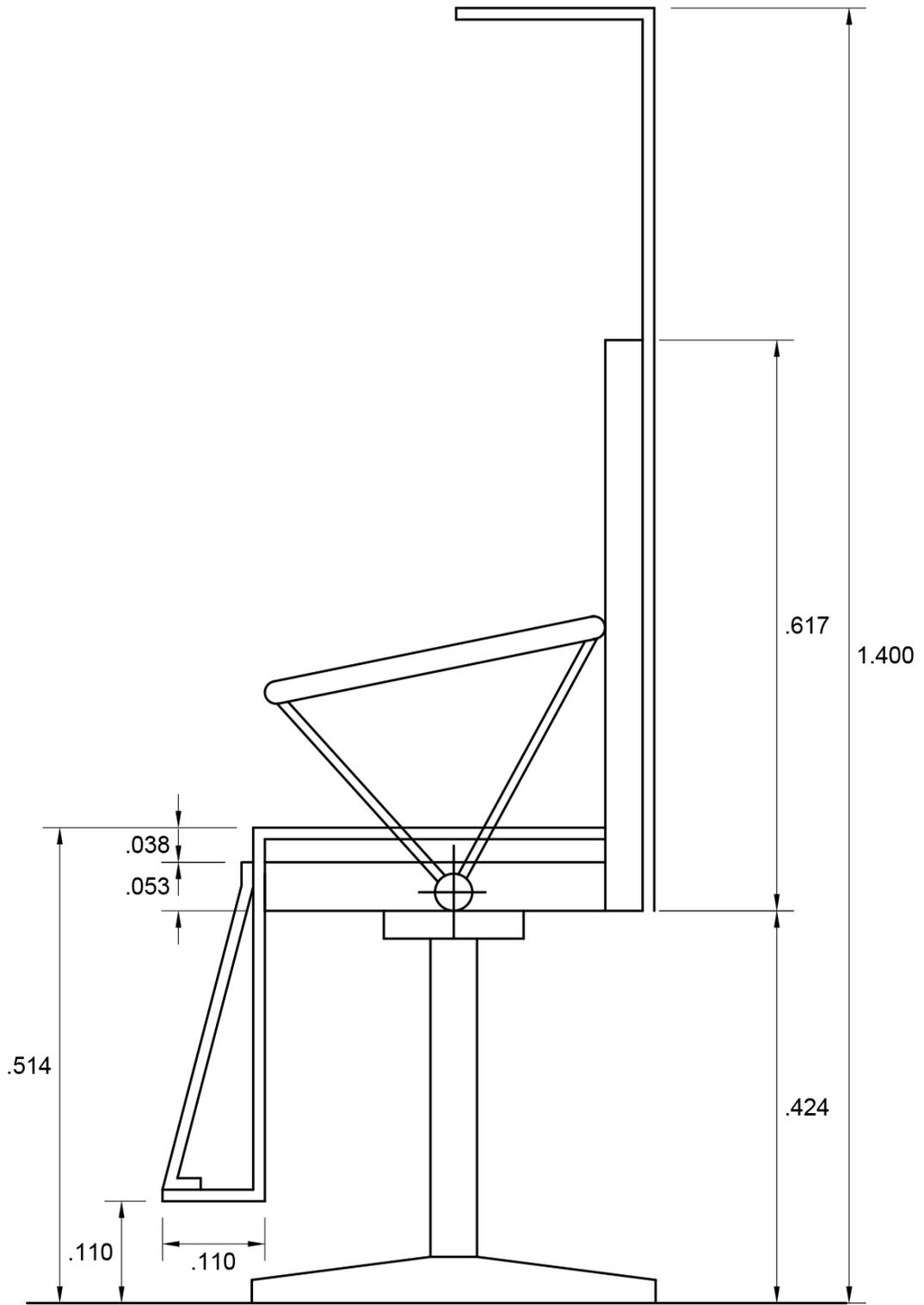


Anexo 08: Medidas en vista frontal.



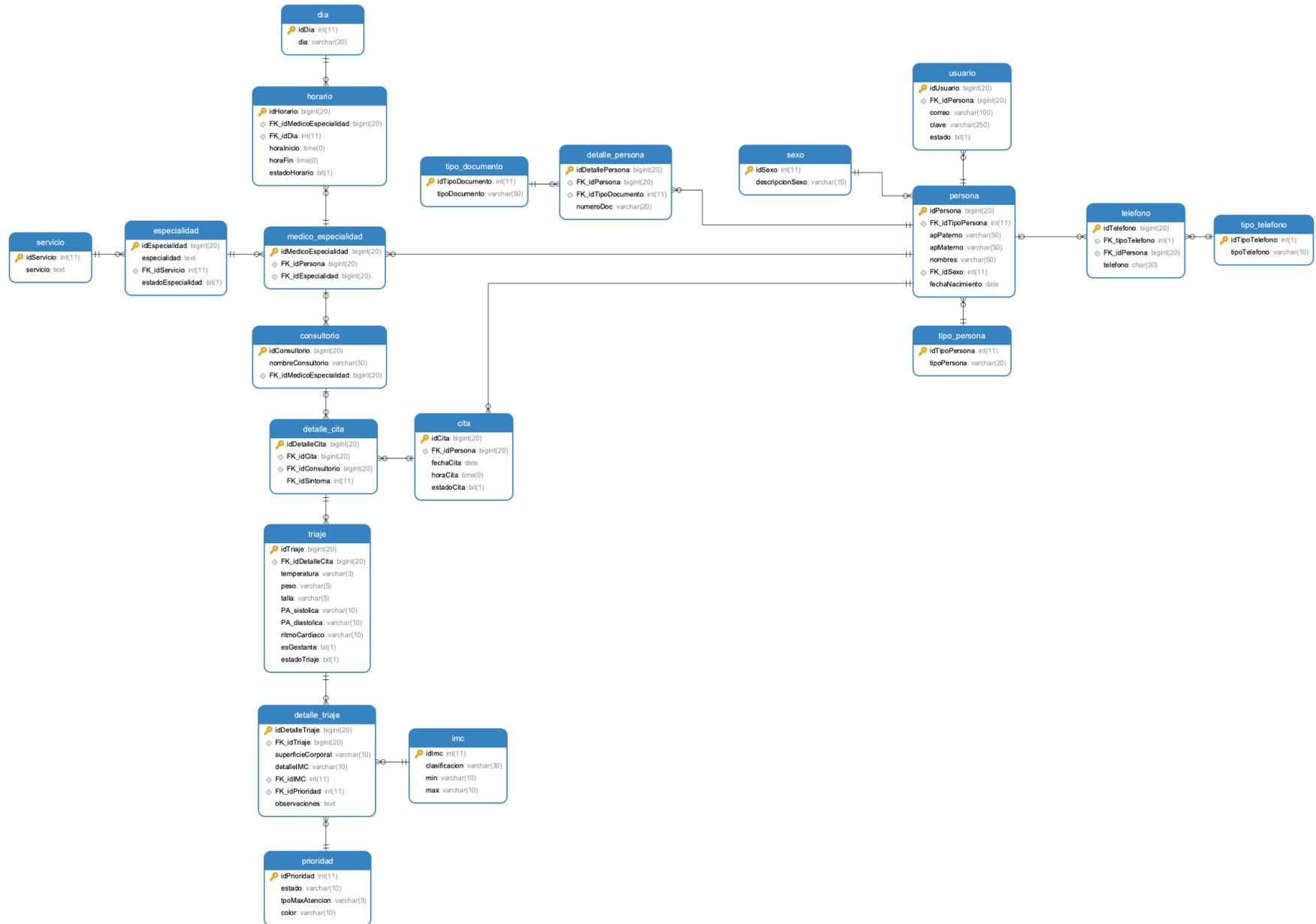
VISTA FRONTAL

Anexo 09: Medidas en vista lateral.

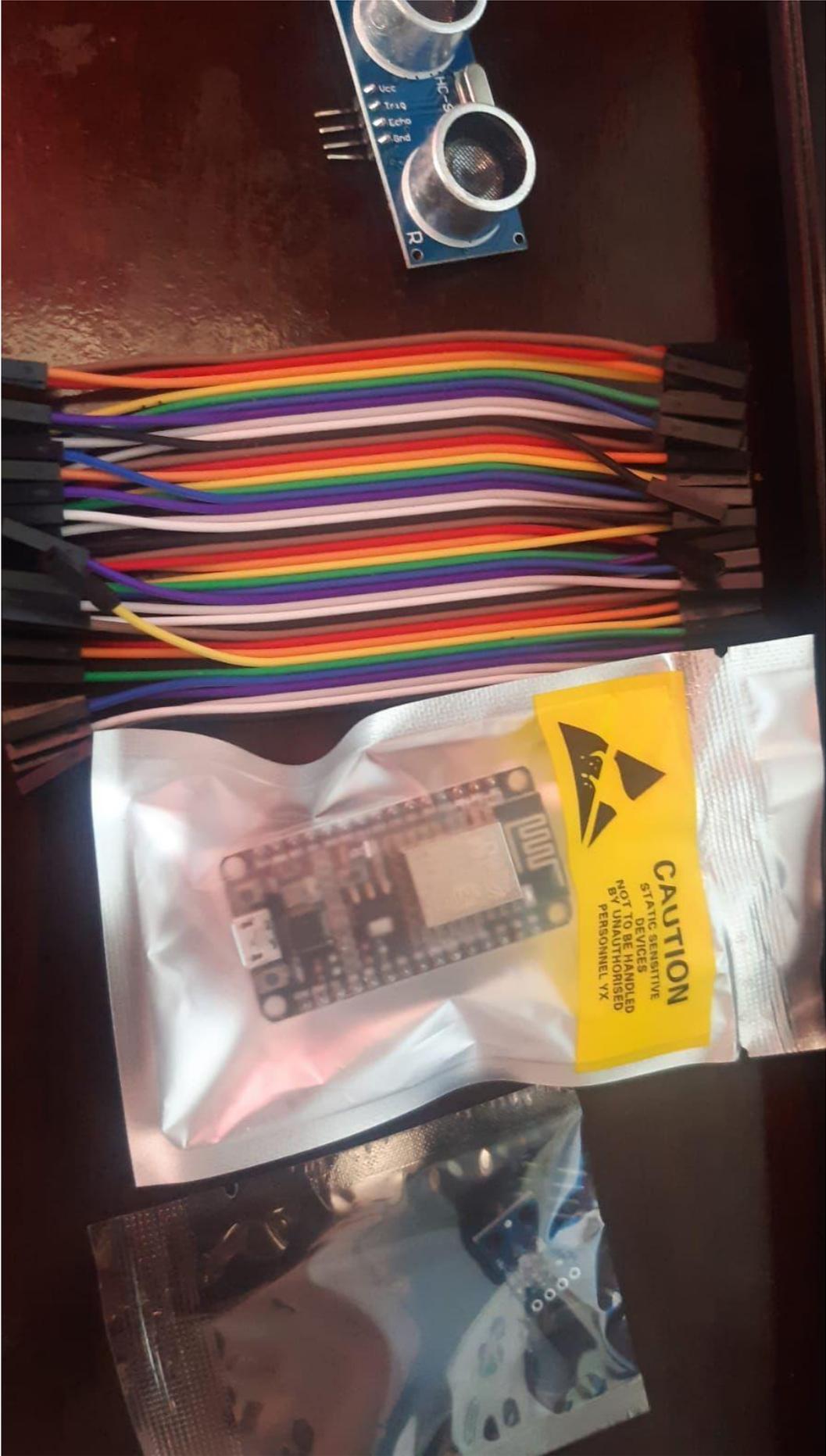


VISTA LATERAL

Anexo 10: Base de datos del sistema inteligente en MySQL.



Anexo 11: Componentes electrónicos.



Anexo 12: Solicitud para presentar mi proyecto en el Hospital II.E Juanjuí.

“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”

Tarapoto, 02 de agosto de 2021.

Señor(a):

Obstetra Franco Navarro del Águila

Director del Hospital II-E Juanjuí-M.C. Francisco Izquierdo Vásquez.



De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo muy cordialmente. Yo, **Miguel Ángel Damián Vásquez Chujandama** alumno de la carrera profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad César Vallejo sede Tarapoto y cursando **Desarrollo del Proyecto de Investigación** expongo que mi proyecto de investigación titulado **Sistema Inteligente Basado en Arduino para Optimizar el proceso de Triage en el Hospital II-E Juanjuí-San Martín** fue aprobado su desarrollo para Tesis.

Por las razones anteriormente expuestas solicito una reunión para dar a conocer a detalle mi proyecto de investigación, además un permiso redactado para utilizar el nombre del Hospital dentro del título de mi tesis. También requiero permiso para realizar encuestas anónimas dentro del Hospital a los afiliados para medir el nivel de calidad de atención y registrar el tiempo de atención en el área de triaje.

El desarrollo del proyecto de investigación será llevado a cabo durante el mes de agosto a diciembre del año en curso. Teniendo presente la encuesta y registro del tiempo de atención en el proceso de triaje en el mes de agosto, setiembre, noviembre y diciembre, los días lunes, martes y miércoles en el horario de la mañana y tarde.

Sin más que agregar, agradezco la atención presentada y me mantengo atento a la respuesta de mi solicitud. Reciba un cordial saludo.

Atentamente,

Miguel Ángel Damián
Vásquez Chujandama -
damianvzch@gmail.com

Anexo 13: Hospital II.E Juanjuí justo al director.



Anexo 14: Reunión con el personal.



Anexo 15: Realizando encuesta.



Anexo 16: *Haciendo conexiones de componentes electrónicos.*



Anexo 17: Partes del apoya pies.



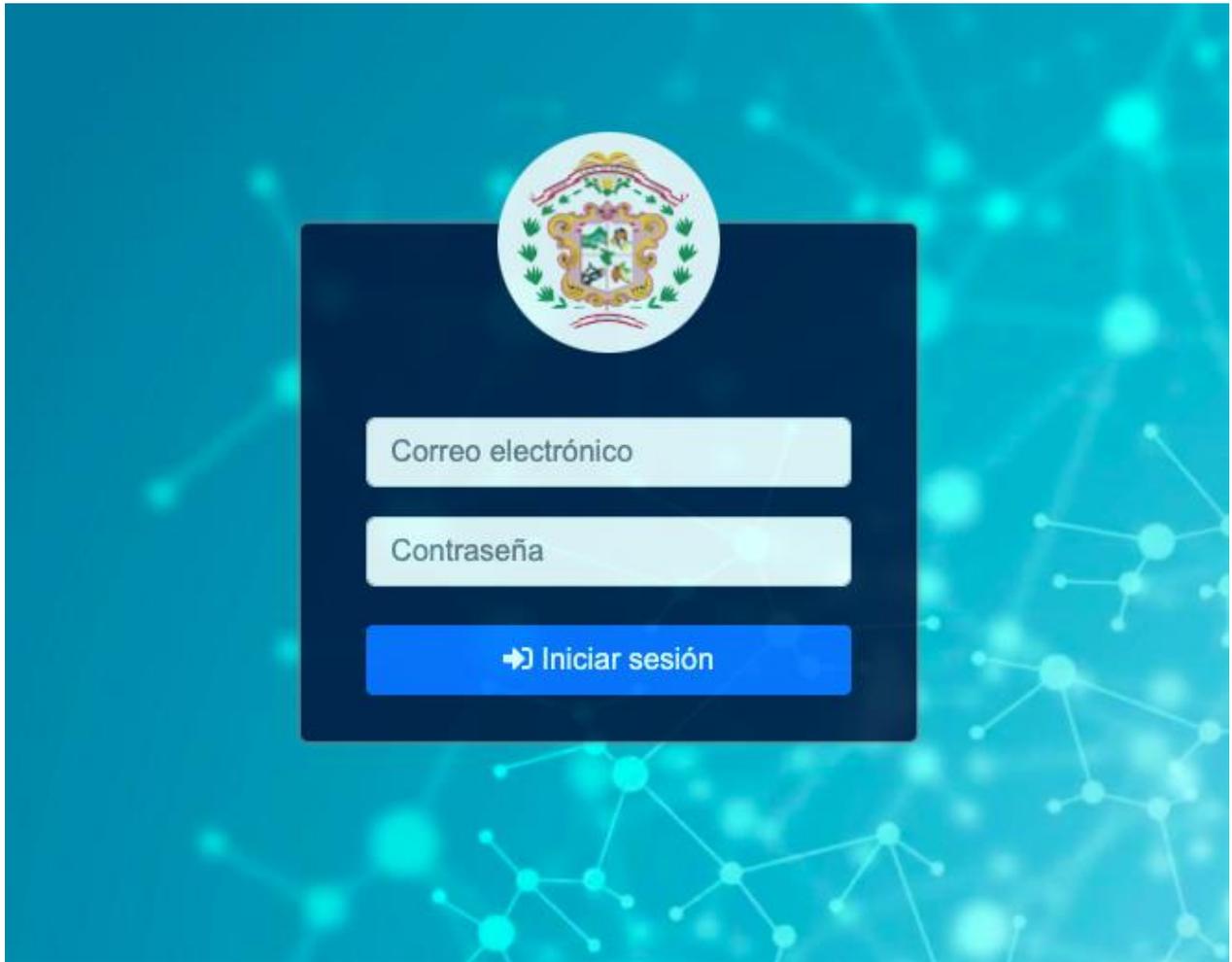
Anexo 18: *Armando silla en el Hospital.*



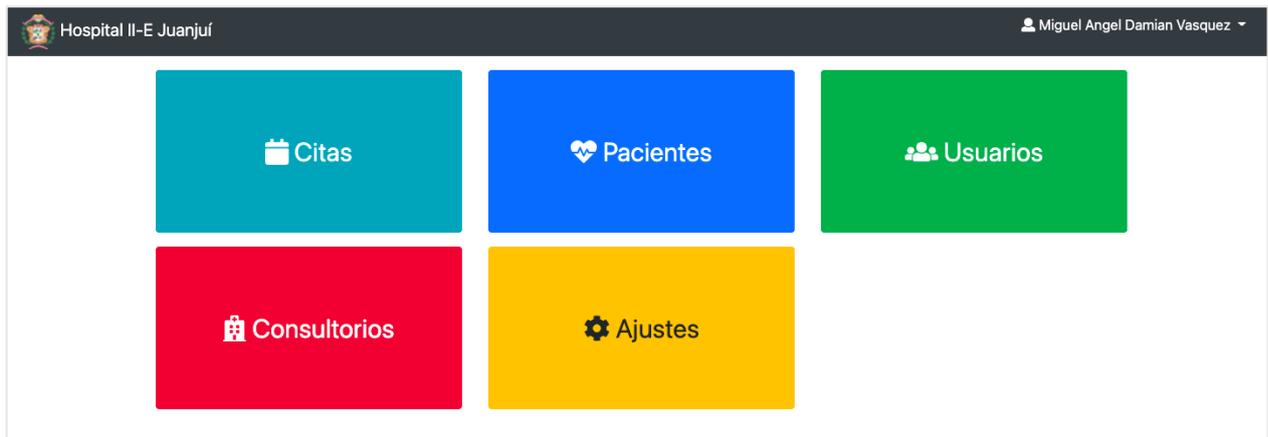
Anexo 19: Entregando el proyecto final.



Anexo 20: Login del sistema inteligente.



Anexo 21: Menú principal.



Anexo 22: Módulo de citas.

Hospital II-E Juanjuf Miguel Angel Damian Vasquez

Citas

[Registrar](#)

| Documento | Paciente | Consultorio | Fecha | Hora | Médico | Estado | Acción |
|----------------|-----------------------------|-------------|------------|----------|-------------------------|-----------|--------------------------|
| DNI - 00000000 | de prueba Paciente | CDI1 | 2021-10-19 | 10:00:00 | Rodríguez Panduro Jorge | Pendiente | Triar |
| DNI - 07892345 | Chujandama Ahuanari Sandra | CDI1 | 2021-10-20 | 8:00:00 | Rodríguez Panduro Jorge | Pendiente | Triar |
| DNI - 73873007 | Gomez Santos Evelyn Mirella | CDI1 | 2021-10-19 | 7:00:00 | Rodríguez Panduro Jorge | Atendido | Detalles |

Anexo 23: Registrar cita.

Registrar Cita

Seleccionar paciente

dd/mm/aaaa  --:-- 

Seleccionar consultorio

Observaciones

[Registrar](#) [Cerrar](#)

Anexo 24: Módulo triaje para obtener los signos vitales.

Hospital II-E Juanjuf Miguel Angel Damian Vasquez ▾

Triage



Hola, Paciente de prueba.
Te damos la bienvenida a la silla inteligente.

[Escanear](#)

Anexo 22: Prueba con un paciente.



Anexo 25: Resultados obtenidos de una prueba.

E Juanjú

Triaje



Hola, Pacient
Te damos la l

Resultados

Peso

Talla

Temperatura

Presión Arterial Sistólica

Presión Arterial Diastólica

Ritmo Cardíaco