



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS EN TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**TEMA**

---

**SISTEMA DOMÓTICO MEDIANTE INTERRUPTORES INTELIGENTES  
PARA LA ASISTENCIA A PACIENTES CON DEFICIENCIAS MOTORAS  
DEL CENTRO DE REHABILITACIÓN “BENDICIONES” DE LA CIUDAD  
DE AMBATO**

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Ciencias de la Computación.

**Autor:** Avila Armijos William Eduardo

**Tutor:** Ing. José Luis Varela Aldás

AMBATO – ECUADOR

2022

## AUTORIZACIÓN PARA REPOSITORIO DIGITAL

Yo, Avila Armijos William Eduardo, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el tema “SISTEMA DOMÓTICO MEDIANTE INTERRUPTORES INTELIGENTES PARA LA ASISTENCIA A PACIENTES CON DEFICIENCIAS MOTORAS DEL CENTRO DE REHABILITACIÓN “BENDICIONES” DE LA CIUDAD DE AMBATO”, como requisito para optar al grado de “Ingeniero en Ciencias de la computación” y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, al día 01 del mes de septiembre de 2022, firmo conforme:

Autor: Avila Armijos William Eduardo

Firma: 

Número de Cédula: 180421888-9

Dirección: Ambato

Correo Electrónico: williamavilaarmijos@hotmail.com

Teléfono: +593 960 156 596

## APROBACIÓN DEL ASESOR

En mi calidad de catedrático Asesor del Proyecto de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas, titulado “Sistema domótico mediante interruptores inteligentes para la asistencia a pacientes con deficiencias motoras del centro de rehabilitación “Bendiciones” de la ciudad de Ambato”, elaborado por el señor estudiante: Avila Armijos William Eduardo.

### CERTIFICO

Certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Ambato, 01 septiembre de 2022

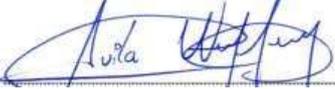
  
Firmado digitalmente por JOSE LUIS VARELA ALDAS  
Fecha: 2022-09-12 15:08:05-00  
Ing. José Luis Varela Aldás

ASESOR

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

El abajo firmante, declara que los contenidos y resultados obtenidos en el presente proyecto, como requerimiento previo para la obtención del título de Ingeniero en Ciencias de la Computación, son absolutamente originales, auténticos, personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 01 septiembre de 2022



Avila Armijos William Eduardo

C.I: 180421888-9

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los Miembros del Tribunal Examinador designado por la Comisión Académica aprueban el trabajo de titulación cuyo tema es: “Desarrollo de un dispositivo de asistencia voz para pacientes con discapacidad motriz en el Centro de Rehabilitación Bendiciones en la ciudad de Ambato”, de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Indoamérica para la obtención del Título de Ingeniero en Ciencias de la Computación. Por lo tanto, autorizamos al postulante para su impresión, empastado y sustentación pública.

Ambato, 01 septiembre 2022



---

Ing. Franklin Adrián Castillo Ledesma

LECTOR 1



---

Ing. Patricio Gustavo Lara Álvarez

LECTOR 2

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, quiero dedicar este proyecto de tesis a Dios por ser el autor de mi vida y permitirme llegar hasta el final de esta etapa, cuidándome y dándome fortaleza para continuar. *Todo lo puedo en Cristo que me fortalece. Filipenses 4:13*

De una manera muy especial se lo dedico a mi padre Mario y mi abuelito Rodrigo quienes desde el cielo guían mi camino, a mi madre Nancy por ser la mujer más importante en mi vida y mi ejemplo a seguir. Sin ellos no tendría el valor de escribir esta dedicatoria.

A mi hermano Josué por siempre brindarme su apoyo incondicional.

*William Eduardo*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios por darme la sabiduría, el conocimiento y las fuerzas en aquellos momentos cuando creí que no podía lograrlo y haberme permitido llegar hasta este punto, es gracias a él que ahora soy lo que soy.

Agradezco de la manera más profunda a mi padre Mario y mi abuelito Rodrigo, por ser parte fundamental y apoyarme siempre desde el cielo.

A mi madre Nancy y mi hermano Josué porque siempre estuvieron en mi camino cuando mas lo he necesitado y me han brindado siempre toda su ayuda.

De una forma especial al Ingeniero José Luis Varela el cual fue mi mentor y la persona que me brindó el apoyo necesario.

A todos esos docentes que fueron un pilar fundamental desde mi niñez y que ahora gracias a ellos me encuentro donde estoy.

A mis amigos con los que compartí muchas experiencias en todo este camino y pudimos formar lazos de amistad que hasta el día de hoy perduran.

A la Universidad Tecnológica Indoamérica que me abrió las puertas para poder realizar mi formación, de manera muy especial al departamento de Bienestar Universitario especialmente a las psicólogas Mayra Germán y Wilma Cabrera.

A todos, Dios les bendiga.

*William Eduardo*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

TEMA .....	i
AUTORIZACIÓN PARA REPOSITORIO DIGITAL.....	ii
APROBACIÓN DEL ASESOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
El problema .....	1
Árbol de problemas .....	3
Contextualización.....	5
Antecedentes .....	6
Contribución teórica.....	8
Discapacidad .....	8
Sistema domótico .....	9
System on Chip .....	9
M5Stack Core2.....	10
MicroPython.....	10
Aplicaciones Móviles.....	10
Base de Datos no Relacional.....	11
Firebase .....	11
Contribución económica .....	12
Contribución social .....	12

Contribución tecnológica .....	13
Justificación.....	13
Objetivos .....	14
General .....	14
Específicos .....	14
CAPÍTULO II .....	15
METODOLOGÍA .....	15
Diseño del trabajo .....	15
Área de estudio.....	15
Bibliográfica o documental .....	16
De campo .....	16
Técnicas e instrumentos .....	16
Entrevista.....	17
Análisis e interpretación de resultados.....	17
CAPÍTULO III.....	19
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS .....	19
Metodología de desarrollo.....	19
Selección de la metodología de desarrollo.....	19
Análisis.....	20
Diseño .....	20
Desarrollo.....	21
Pruebas .....	21
Análisis del sistema actual .....	21
Especificación de requerimientos .....	22
FASE I: PLANIFICACIÓN .....	24
Plan de desarrollo de software .....	24
Planeación del proyecto .....	29
Análisis de restricciones.....	30
Estudio de factibilidad.....	31
Análisis costo beneficio .....	34
Análisis orientado a objetos .....	34
Fase II: DISEÑO DE LA PROPUESTA. ....	35

Diseño De La Interfaz De Usuario.....	35
Diagrama de clases.....	40
FASE III: CODIFICACIÓN .....	41
M5StackCore2.....	41
Dispositivo de Interacción.....	41
Creación de la base de datos no relacional.....	42
Funcionamiento de una petición .....	44
Funcionamiento de una acción.....	44
Interruptor inteligente.....	45
ESP-01.....	45
Aplicación Móvil .....	46
Diagrama de Bloques .....	46
Pantalla de Inicio.....	46
Pantalla Principal .....	46
FASE IV: PRUEBAS.....	47
Pruebas de Unidad.....	47
Pruebas de Integración .....	48
Pruebas de Validación.....	48
Puesta En Marcha.....	48
Lista de Validación .....	49
Resultados esperados .....	49
CAPITULO IV.....	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
CONCLUSIONES .....	51
RECOMENDACIONES .....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Resultados de la entrevista .....	17
<b>Tabla 2.</b> Requerimientos .....	22
<b>Tabla 3:</b> Herramientas para el desarrollo de la propuesta.....	25
<b>Tabla 4:</b> Historia de usuario dispositivo móvil .....	26
<b>Tabla 5:</b> Historia de usuario aplicación móvil .....	26
<b>Tabla 6:</b> Roles y Responsabilidades.....	27
<b>Tabla 7:</b> Plan de Fases.....	28
<b>Tabla 8:</b> Cronograma de Actividades.....	29
<b>Tabla 9:</b> Herramientas existentes .....	31
<b>Tabla 10:</b> Recursos tecnológicos requeridos.....	32
<b>Tabla 11:</b> Costos Directos .....	33
<b>Tabla 12:</b> Costos Indirectos.....	33
<b>Tabla 13:</b> Componentes del M5Stack .....	38
<b>Tabla 14:</b> Lista de Validación .....	49
<b>Tabla 15.</b> Resultados a la entrevista final.....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Árbol de problemas .....	3
<b>Figura 2:</b> Fases de la Metodología XP [23] .....	20
<b>Figura 3:</b> Valor del módulo de administrador COCOMO II. ....	32
<b>Figura 4:</b> Valor del proyecto en la herramienta COCOMO II. ....	33
<b>Figura 5:</b> Diagrama de Caso de Uso .....	34
<b>Figura 6:</b> Interfaz preliminar M5Stack. ....	35
<b>Figura 7:</b> Interfaz de inicio de la aplicación móvil. ....	36
<b>Figura 8:</b> Interfaz de la pantalla principal de la aplicación móvil. ....	36
<b>Figura 9:</b> Diagrama Interacción base de datos Firebase. ....	37
<b>Figura 10:</b> Módulo ESP-01. ....	39
<b>Figura 11:</b> Módulo Relé. ....	39
<b>Figura 12:</b> Conversor Hi-Link .....	40
<b>Figura 13:</b> Diagrama de Clase. ....	40
<b>Figura 14:</b> Importar las librerías para el dispositivo M5Stack.....	41
<b>Figura 15:</b> Paso 1 Creación Base de Datos .....	42
<b>Figura 16:</b> Paso 2 Creación Base de Datos .....	42
<b>Figura 17:</b> Paso 3 Creación Base de Datos .....	43
<b>Figura 18:</b> Paso 4 Creación Base de Datos .....	43
<b>Figura 19:</b> Paso 5 Creación Base de Datos .....	43
<b>Figura 20:</b> Programación de una petición general .....	44
<b>Figura 21:</b> Programación de una acción .....	44
<b>Figura 22:</b> Codificación de la conexión wifi del módulo ESP-01 .....	45
<b>Figura 23:</b> Codificación pantalla de inicio.....	46
<b>Figura 24:</b> Codificación de una acción de los interruptores de aplicación móvil	47
<b>Figura 26:</b> Funcionamiento final.....	48

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXOS 1:</b> Fotografías Interfaz M5Stack.....	56
<b>ANEXOS 2:</b> Desarrollo de la aplicación móvil y configuración de periféricos .	56
<b>ANEXOS 3:</b> Codificación Interruptor Inteligente #1.....	61
<b>ANEXOS 4:</b> Codificación Interruptor Inteligente #2.....	64
<b>ANEXOS 5:</b> Interfaz pantalla de inicio de la aplicación móvil .....	66
<b>ANEXOS 6:</b> Interfaz de la pantalla principal de la aplicación móvil .....	67
<b>ANEXOS 7:</b> Programación en bloque de la aplicación móvil .....	67
<b>ANEXOS 8:</b> Pruebas de Integración .....	69
<b>ANEXOS 9:</b> Pruebas de Validación.....	69
<b>ANEXOS 10:</b> Instalación de interruptores en el hogar del paciente .....	70
<b>ANEXOS 11:</b> Manual de Usuario .....	72
<b>ANEXOS 12.</b> Entrevista toma de requerimientos .....	74
<b>ANEXOS 13.</b> Entrevista de satisfacción del sistema .....	75
<b>ANEXO 14.</b> Pruebas de Unidad .....	76
<b>ANEXO 15.</b> Últimas pruebas del dispositivo.....	77
<b>ANEXO 16.</b> Entrega oficial del dispositivo .....	79
<b>ANEXO 17.</b> Acta de conformidad.....	80

# Universidad Tecnológica Indoamérica

## Facultad De Ingenierías Y Tecnologías De La Información Y Comunicación

### Carrera De Ingeniería En Ciencias De La Computación

**TEMA:** “SISTEMA DOMÓTICO MEDIANTE INTERRUPTORES INTELIGENTES PARA LA ASISTENCIA A PACIENTES CON DEFICIENCIAS MOTORAS DEL CENTRO DE REHABILITACIÓN “BENDICIONES” DE LA CIUDAD DE AMBATO”

**AUTOR:** Avila Armijos William Eduardo

**ASESOR:** Ing. José Luis Varela Aldás

#### RESUMEN

El centro de Rehabilitación Bendiciones ubicado en la ciudad de Ambato es una entidad privada que brinda tratamientos a niños y adultos con diferentes tipos de lesiones neurológicas, físicas, entre otras. Sin embargo, existe una problemática referente a los pacientes con atrofia muscular espinal, que dependen de un tutor para satisfacer algún tipo de necesidad. Debido a esta problemática se ha planteado como objetivo desarrollar de un sistema domótico mediante interruptores inteligentes para la asistencia a pacientes con deficiencias motoras, para esto se ha aplicado la metodología XP. Para la interfaz del usuario se utilizó el dispositivo M5Stack Core2, realizando la programación en Micropython de Visual Studio Code. Por otro lado, los interruptores inteligentes se desarrollaron en la tarjeta ESP 01 codificando las funciones en Arduino IDE. Además, se desarrolló una aplicación móvil en App Inventor para el cuidador del paciente. Respecto al medio de comunicación entre los diferentes dispositivos se realizó una base de datos en Firebase. El sistema es capaz de enviar requerimientos desde el dispositivo M5Stack hacia el teléfono de cuidador y los interruptores inteligentes. Finalmente, se realizan pruebas de prototipo obteniendo un correcto funcionamiento del sistema. Los resultados esperados son mejoras en la autoestima y la calidad de vida del paciente.

**DESCRIPTORES:** App Inventor, Arduino, Interruptor Inteligente, MicroPython, M5Stack, Firebase.

## **Indoamérica Technological University**

### **Engineering, Information and Communication Technologies Faculty**

#### **Career of Systems Engineering**

**THEME:** “DOMOTIC SYSTEMS THROUGH THE USE OF SMART SWITCHES FOR ASSISTING PATIENTS WITH MOTOR DEFICIENCY OF THE REHAB CENTER “BENDICIONES” IN AMBATO”

**AUTHOR:** Avila Armijos William Eduardo

**TUTOR:** Ing. José Luis Varela Aldás

#### **ABSTRACT**

The rehabilitation center “Bendiciones” located in Ambato is a private institution that offers treatments for children and adults with different types of neurological, physical, and other lesions. However, there is an issue regarding patients with spinal muscular atrophy who depend on a tutor to satisfy any type of need. Consequently, the objective of this research was to develop a domotic system through smart switches for assisting patients with motor deficiency. Likewise, the XP methodology was applied in the research. For the interface of the user, an M5Stack Core2 was used by applying programming in Micropython from Visual Studio Code. On the other hand, smart switches were developed in the ESP 01 card codifying the functions in Arduino IDE. Moreover, a mobile app was developed on App Inventor for the tutor of the patient. Considering the means of communication between different devices, a database was created in Firebase. The system can send requests from the M5Stack device to the tutor’s cellphone and the smart switches. Finally, prototype tests are conducted to obtain an accurate use of the system. The expected results are improvements on self-esteem and the patient’s quality of life.

**DESCRIPTORS:** App Inventor, Arduino, Firebase, M5Stack, MicroPython, Smart switch.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### **El problema**

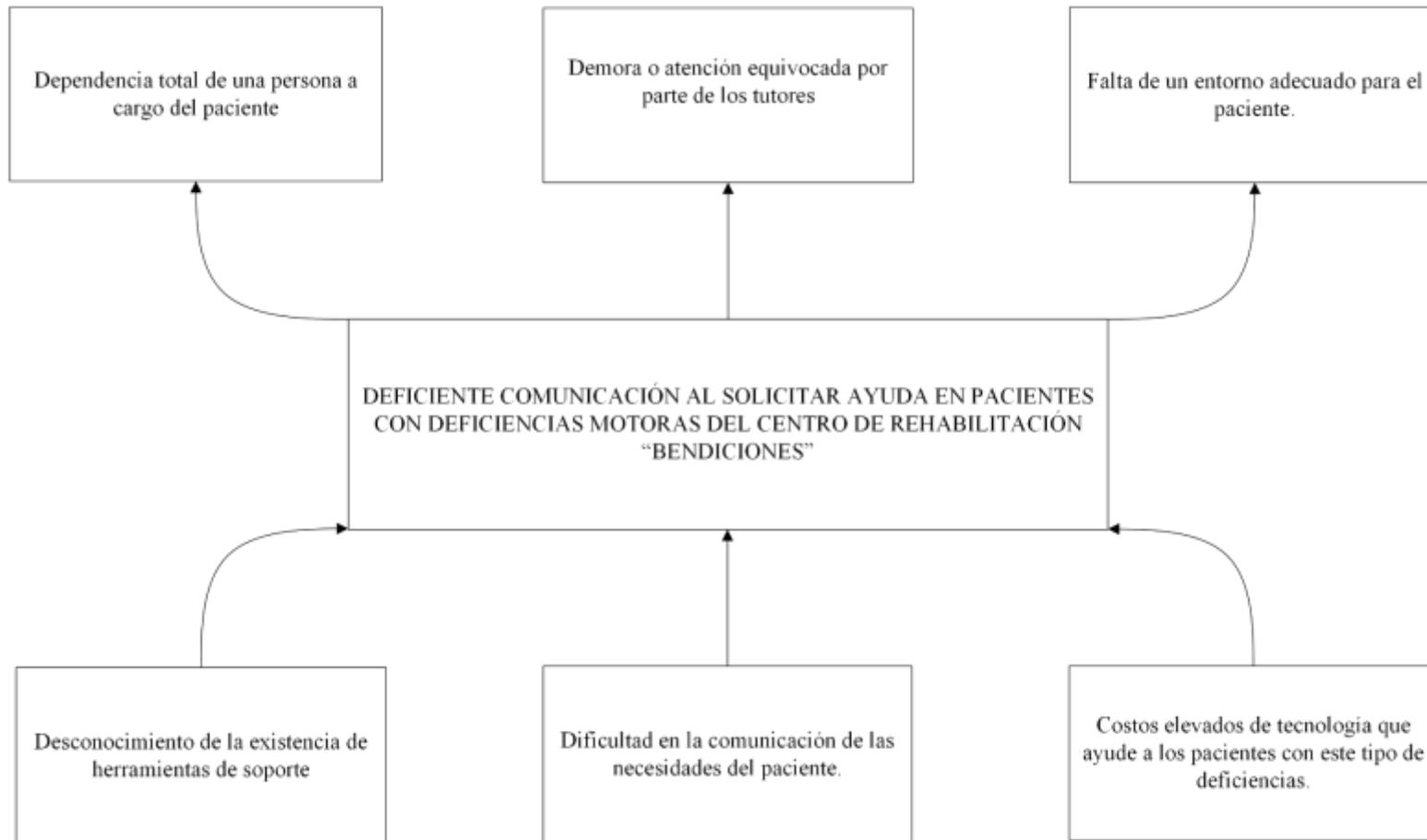
En la actualidad las personas con discapacidades se enfrentan día a día a grandes retos en su diario vivir. Las cuales han sido asistidas en la mayoría de sus casos por otras personas como familiares o tutores. Estos pasan siempre pendientes de los mismos haciéndoles sentir que no pueden valerse por sí mismos. En este caso en específico las deficiencias motoras hacen que en su vida cotidiana se torne aún más difícil. Debido a que siempre necesita una persona a cargo que le asista y este pendiente de cualquier necesidad o petición por parte del paciente. Además de la deficiente comunicación entre tutor-paciente y también problemas en su movilidad lo que ha causado que los individuos se sientan afectados desembocando así en problemas psicológicos.

Actualmente existen varios equipos innovadores que se han ido ganando un espacio en los hogares, oficinas e incluso hasta en los centros educativos. Pero el desconocimiento de la existencia de las herramientas que brinden soporte a las personas con algún tipo de discapacidad o falencia medica hacen que hagan caso omiso del buen uso de la tecnología. En la mayoría de los casos de las personas con atrofia muscular espinal ocasionan que siempre se tenga una dependencia por parte de un tutor o una persona a cargo que siempre está pendiente de lo que los pacientes requieran o necesiten sin poder desprenderse del mismo.

La comunicación entre dos individuos es parte fundamental de la vida, pero una persona con AME le resulta mucho más difícil de lo esperado. De esta manera su forma de comunicarse es muy escasa. Desembocando en varias complicaciones e inclusive hasta errores a la hora de interpretar lo que esta persona está tratando de decir. Existen muchos deslices y pueden llegar a confundir al momento en el que se realiza una acción o actividad que es requerida.

La tecnología ha avanzado a pasos agigantados en los últimos años, siempre tratando de brindarnos una mayor facilidad y comodidad. La asistencia a personas con deficiencias motoras cada vez se incrementa mucho más. Pero sus costos son demasiados elevados y no tan especializados para cada una de las enfermedades. Es por ello que pacientes con enfermedades no tan comunes no poseen un entorno adaptado y acorde a sus necesidades. Pudiendo así ayudar a que en su vida cotidiana mejore notablemente y con ello un incremento de su autoestima y sentirse bien consigo mismo.

### Árbol de problemas



**Figura 1:** Árbol de problemas

En la figura 1, se ha planteado el árbol de problemas, en donde la dificultad para utilizar los dispositivos eléctricos del hogar en pacientes con deficiencias motoras es el motor principal del cual se han derivado varias causas con sus respectivos efectos.

El poco conocimiento de la existencia de herramientas que brinden soporte y ayuda a personas con algún tipo de discapacidad es un motivo por el cual siempre se ha optado por tener una persona que siempre este pendiente en todo momento y en todo lugar.

La dificultad que presentan los pacientes con deficiencias motoras a la hora de expresarse ha sido una barrera entre él y su cuidador. Debido a esto la comunicación siempre tiende a fallar a la hora de recibir alguna orden en específico. En la mayoría de los casos se necesita que la orden se repita varias veces hasta poder satisfacer las necesidades.

Otro de los grandes inconvenientes han sido siempre los excesivos costos a la hora de implementar un sistema domótico dentro del hogar. Lo que ha conllevado a que no se disponga de uno propio y acorde a las necesidades que se requieran. Siendo así una de las principales desventajas para los pacientes con algún tipo de discapacidad, viéndose afectados al tratar de adaptarse a un entorno que no es el adecuado.

## **Contextualización**

En años pasados los sistemas inteligentes eran vistos como una fantasía, pero en la actualidad los sistemas domóticos son un conjunto de varios dispositivos electrónicos inteligentes. Estos permiten automatizar el funcionamiento o el control de algunos equipos para viviendas, oficinas y hasta en el alumbrado público. En América Latina la implementación de este tipo de sistemas aun es considerada como desconocida ya que aún no se cuenta con los conocimientos suficientes por parte de los técnicos. Los cuales han generado un descontento en los clientes. Pero en los últimos años ha tenido un gran crecimiento en países como Colombia y Chile gracias al internet y su difusión masiva sobre este tipo de tecnologías. [1]

Según Aníbal Cardona, CEO de High Class Technology, una empresa colombiana que se dedica a la automatización de hogares. Expresó que existen varios retos al momento de implementar este tipo de tecnologías. Uno de ellos es que no todos los profesionales están capacitados para realizar una instalación correcta y acorde a las necesidades de los clientes, y además que no se manejan en un precio adecuado. [1]

En el Ecuador, el uso de este tipo de tecnologías aun no es muy común como en otros países según informa el máster Marcelo Escobar en su entrevista con la revista Lideres. Marcelo es el CEO de ISDE una empresa ecuatoriana la cual se dedica al diseño y fabricación de dispositivos electrónicos de control en el país. [2]

En su encuentro detalla que una de las principales causas por la cual no se implementan este tipo de tecnologías es por falta de conocimiento de este. También que la mayoría de las personas piensan que tiene un costo muy elevado, lo que en la realidad tiene una inversión promedio de \$800 para una casa. [2]

Uno de los grandes beneficios de este conjunto de dispositivos es que nos permiten el ahorro de energía desde un 30% a un 40%. Un ejemplo claro de este tipo de tecnologías se encuentra ubicado en la Escuela Politécnica del Ejercito (ESPE) la cual posee un edificio construido con un sistema electrónico. Este le permite el control inteligente de sus puertas, sistemas de iluminación, alarmas en caso de incendios y las cámaras de seguridad. [2]

En la provincia de Tungurahua los sistemas domóticos se encuentran en auge especialmente en la ciudad de Ambato en donde se encuentran la mayoría de los locales que se dedican a la instalación y comercialización de este tipo de dispositivos.

Estas tecnologías han ido creciendo al paso de los años, y este tipo ayuda siempre podrá ser realizada en cualquier lugar. Un claro ejemplo es la implementación de este tipo de sistemas el cual se lo realizó en la Universidad Católica del Ecuador con sede en la ciudad de Ambato. Aquí se implementó un control de varios dispositivos eléctricos y electrónicos para facilitar y el uso y el control de estos. Además, el proyecto busca que los nuevos estudiantes se motivaran y traten de implementar en años consecuentes este tipo de tecnologías que ayudaran a toda la población estudiantil. [3]

Se prevé que en los próximos años sean más las personas interesadas por estos dispositivos que además de convertirlo en un ambiente Smart ayudan a regular el consumo eléctrico y ser muchas más seguras.

### **Antecedentes**

Debido a que las discapacidades se presentan en diferentes tipos y niveles, se ha realizado la creación de diferentes aplicaciones, prototipos, sistemas que ayuden a las personas que necesiten soporte, dependiendo del tipo de discapacidad y sus limitaciones. En este contexto a continuación se presenta varios trabajos asociados con la temática del proyecto. En el trabajo de graduación con el tema “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO MEDIANTE UNA TARJETA RASPBERRY PI Y CONTROLADO CON UNA APLICACIÓN ANDROID PARA QUE PERSONAS CON DISCAPACIDAD FÍSICA PUEDAN CUMPLIR TAREAS BÁSICAS DEL HOGAR” de Luis Mauro Chicaiza Satan, desarrollado en la Facultad de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, Guayaquil 2017, implementó un sistema domótico el cual tenía conexión a una base de datos por medio de una tarjeta Raspberry PI y una aplicación Android instalada en un dispositivo móvil. Este sistema permite que el usuario pueda encender y apagar las luces como también abrir el seguro de las puertas. [4]

En el trabajo de grado titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO BASADO EN TECNOLOGÍA ARDUINO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD FÍSICA” de Karla Andreina Alvarado Mejía desarrollado en la Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil, Guayaquil 2018, diseñó un prototipo basado en la sistematización de labores cotidianas que se pueden realizar dentro del hogar, por ejemplo; el control de seguridad, encender/apagar luces, abrir/cerrar puertas y/o persianas, utilizando la tecnología Arduino. En el desarrollo se realizó un sistema domótico realizado en un prototipo de una vivienda en donde se automatizaron las luces interiores que estarán controlados por medio de una aplicación móvil instalada en un teléfono inteligente, conectado por medio de Bluetooth. [5]

En el trabajo de grado que tiene como título “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE CONTROL DOMÓTICA INALÁMBRICO PARA DISCAPACITADOS” de Jorge Aníbal Suntaxi Llumiquinga, realizado en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica Nacional, Quito 2013, desarrolló y construir un control domótico inalámbrico el cual ayuda a controlar aparatos del domicilio a personas discapacitadas. Se desarrollo un hardware por medio de radios transmisores y con la implementación de microcontroladores y ejecutar varios comandos por medio de un red por medio de un control central mediante pulsadores [6].

En el trabajo de titulación con tema “DOMÓTICA APLICADA A UN PACIENTE CON DISCAPACIDAD MOTRIZ” de Lucas Martin Libson, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba 2017, implementó un sistema domótico que permite que pacientes con discapacidad motriz pueda adquirir cierta autonomía. Mediante la implementación de una cama ortopédica eléctrica y con la ayuda de un elevador de personas que posea un arnés se los puede manipular por medio de un control remoto instalado dentro del hogar. [7]

## **Contribución teórica**

### **Discapacidad**

En base a lo descrito para el presente proyecto, se tiene algunas temáticas las cuales se abordarán a lo largo del desarrollo de este. En primera instancia es obligatorio conocer el termino discapacidad. La discapacidad según la Organización Mundial de la Salud (OMS) es una afección del cuerpo o la mente que hace que las personas no puedan realizar ciertos tipos de actividades con normalidad y así su interacción con el mundo sea un poco más compleja. En mayo de 2001 la clasificación de discapacidad CIF fue aprobada por los 191 países que la conforman la OMS y se la clasifico de la siguiente manera. [8], [9]

La discapacidad física o motora es en la cual se centrará el presente proyecto y es aquella discapacidad en la cual ocurre al faltar o quedar muy poco de una parte del cuerpo. Esto impedirá que el individuo pueda desenvolverse de una forma convencional. [9]

La discapacidad sensorial es la cual el individuo ha perdido su capacidad auditiva o visual. En su mayoría presentan ciertos inconvenientes al momento de comunicarse o utilizar el lenguaje. [9]

La discapacidad intelectual es la cual presenta una serie de complicaciones al momento de aprender, comprender, comunicarse y ciertas limitaciones en las habilidades diarias. Se puede ayudar si su entorno ayuda a hacerle las cosas más sencillas. [9]

La discapacidad psíquica es la cual está directamente relacionada con el comportamiento del individuo. Esto quiere decir que puede presentar cierto tipo de trastornos de comportamiento adaptativo. Estos pueden ser: esquizofrenia, autismo, síndrome de Asperger, entre otros. [9]

## **Sistema domótico**

El funcionamiento de un sistema domótico se basa en la conexión de diferentes tipos de dispositivos. En el presente proyecto los dispositivos de iluminación y un enchufe inteligente tendrán el papel fundamental a la hora de desarrollar el proyecto. Un dispositivo inteligente es aquel que mantiene una comunicación con un sistema central programable. Los sensores o activadores dentro el sistema recabaran toda la información y esta se enviará a la unidad central. Es ahí cuando el sistema decidirá qué acciones realizar con la información que fue introducida. Todos los dispositivos del sistema pueden enviar y a su vez recibir señales a través de una red de comunicaciones. [10]

## **System on Chip**

El Sistema de Chip o como mayormente se le conoce System on Chip (SoC) se basó desde los orígenes de ciertas industrias tecnológicas como es el caso de Nokia. La cual fue una de las primeras empresas en la creación de celulares. Siempre buscaron la necesidad de implementar un chip el cual pueda realizar múltiples funciones integradas. Además, buscaban que sea lo más pequeño posible y que posea una gran autonomía. La mejor interpretación para un SoC seria que es un chip el cual posee varios componentes los cuales trabajan de forma conjunta para conformar un sistema totalmente complejo y funcional. [11]

Este tipo de tecnologías se lo puede apreciar más fácilmente en los celulares modernos, que en la actualidad tienen procesadores muy potentes para su pequeño tamaño y cada vez más se desenvuelven de mejor manera a comparación con modelos anteriores.

## **M5Stack Core2**

El M5Stack Core2 es un dispositivo central de la segunda generación de la serie de kits de desarrollo por parte de M5Stack. La plataforma posee un lenguaje de programación que puede soportar: Arduino, UIFlow, utilizando Blockly y el lenguaje MicroPython. Además, dispone de una pantalla integrada de 2 pulgadas, posee un altavoz integrado, indicador de potencia, motor de vibración, botón de encendido y botón de reinicio. En el presente proyecto será el dispositivo que permitirá la interacción hombre máquina. [12]

Además, la M5Stack posee un microcontrolador ESP32. En los últimos años se ha ido ganando demasiada fama por tener un procesador demasiado potente. Y por su manera de implementar todo tipo de proyectos IoT. Posee muchas facilidades ya que la tarjeta posee Bluetooth y WiFi.

## **MicroPython**

MicroPython es un eficiente intérprete del lenguaje de programación Python. El cual ha sido optimizado para varios microcontroladores y ambientes en su mayoría restringidos. Un intérprete se puede definir como el encargado de procesar el código de programación y así hacer posible que el computador o microcontrolador ejecute todas las acciones descritas en él. Entre las características más fundamentales son que dispone de una multitud de librerías para los diferentes tipos de tareas que se necesiten. Posee un editor de código bastante sencillo y también que es extensible, esto quiere decir que los usuarios puedan mezclar códigos que requieran de ejecución más rápida a un bajo nivel. [13]

## **Aplicaciones Móviles**

Una aplicación móvil es una aplicación diseñada para que pueda ejecutarse en un dispositivo móvil o inclusive en una Tablet. Estas se han ido convirtiendo cada vez más en un instrumento necesario para redes sociales, leer e-mails, etc. Y toda esta tendencia a mantenernos conectados han hecho que el auge del desarrollo de las aplicaciones móviles cada día sea más necesario. [14]

Las aplicaciones son diferentes y todo esto dependerá del tipo de sistema operativo (Android o IOS) que manejemos en nuestro celular. También dependerá del tipo de aplicación ya que pueden ser Nativas, Híbridas e incluso Web. [15] En el proyecto realizaremos una aplicación Nativa para el sistema Android la cual tendrá la función de enviar y recibir peticiones de acuerdo con las necesidades que se planteen y siempre manteniendo una interfaz amigable y fácil de usar.

### **Base de Datos no Relacional**

Las bases de datos no relacionales son aquellas que no usan un esquema tabular de filas y columnas como se lo realiza habitualmente en las BDD relacionales. En cambio, estas utilizan un modelo de almacenamiento optimizado para los requisitos específicos de datos que se almacena. [16] La información se mantiene siempre organizada mediante documentos y es bastante útil cuando no se posee un esquema exacto de lo que se pretende almacenar. [17]

### **Firestore**

Firestore es una base de datos con características muy peculiares. Una de ellas es que nos permite tener un acceso totalmente remoto en tiempo real. La practicidad de esta infraestructura nos ayuda a que no dependamos de un servidor como usualmente se lo maneja. Además, permite que los datos sean almacenados, gestionados de una manera mucho más sencilla a la hora de interactuar con su extensa nube. Es una plataforma de Google y por su practicidad permite que se puedan realizar todo tipo de proyectos tanto móviles y web. En el presente proyecto se realizará la implementación de esta base de datos ya que nos brindará accesibilidad y practicidad a la hora de requerir o enviar peticiones mediante el internet. [18]

## **Contribución económica**

En el ámbito económico la implementación de sistemas domóticos en los hogares de las personas con discapacidad sería de gran ayuda. De esta manera se desenvolverán en un ambiente adaptado para sus necesidades y acorde a sus requerimientos. También podrán sentirse más incluidos y desenvolverse por sí mismos.

El dispositivo M5Stack es parte fundamental de la implementación de este espacio y también como los dispositivos inteligentes (interruptores y enchufes inteligentes). Los cuales en conjunto brindaran un ambiente Smart y con todas las comodidades necesarias.

Además, el uso de software libre ayuda a que este proyecto no tenga un costo elevado. De esta manera lo podremos implementar sin ningún inconveniente por costos adicionales. El ahorro del consumo de energía eléctrica es una parte que también se beneficiaría con la implementación de este tipo de sistemas. Debido a que se manejara mediante un control más dinámico gracias a la implementación de la app móvil lo que nos ayudara a controlar y prevenir que luces y dispositivos eléctricos estén encendidos en todo momento.

## **Contribución social**

En el ámbito social el proyecto tiene como finalidad brindar una ayuda asistida por medio de interruptores inteligentes los cuales serán de gran ayuda para el paciente del centro de rehabilitación Bendiciones. De esta manera podrá mejorar su estilo de vida además de obtener una mejora en su estado psicológico y poder realizar ciertas acciones por sí mismo. La implementación de este tipo de sistemas siempre será requerida. Ayudar a las complicaciones específicas que posee una persona y así ayudar a solventarlas como en este caso. De esta manera se cumplirá con las expectativas de un lugar ambientado.

## **Contribución tecnológica**

En el ámbito tecnológico, este tipo de proyectos ayudaría muchísimo a diferentes tipos de pacientes con dificultades similares. Inclusive a diferentes personas las cuales obtendrán una ayuda totalmente asistida por medio de la tecnología. El eje fundamental es brindar ayuda con herramientas y dispositivos tecnológicos para que la vida de las personas que los requieran mejore notablemente.

Crear conciencia de que la tecnología nos abre la puerta a este tipo de proyectos y así desarrollar nuevas tecnologías. Brindar ayuda a quienes más lo necesitan es el eje fundamental de este proyecto que está en desarrollo. De la mano de la programación y la interacción entre los diferentes terminales como la M5Stack y los dispositivos inteligentes que brindaran un ambiente tecnológico para el uso de las iluminarias dentro del hogar por medio del internet.

## **Justificación**

En noviembre del año 2016 en la Universidad de Talca en Chile se realizó un interruptor inteligente. El cual fue empleado para realizar un correcto uso de la energía eléctrica. Este trabajo pretendía que de manera automática las luces o iluminarias dentro del hogar se apaguen cuando sea de día o cuando no haya nadie en el hogar. [19] También la ministra de salud del Ecuador Ximena Garzón dio a conocer el 20 de Julio de 2021 que en Ecuador existen 19 pacientes que padecen AME. [20]

La presente investigación tiene como eje fundamental brindar inclusión a las personas con este tipo de patologías medicas a llevar una vida más activa. De esta manera la implementación de un ambiente innovador, adaptado y acorde a las necesidades será de muchísima ayuda. El entorno en el cual se desarrolla el paciente no ha sido el adecuado, no está acorde a sus necesidades y le resulta difícil en particular hacer el uso de los focos y de ciertos aparatos eléctricos. Motivo por el cual se prevé desarrollar este proyecto ya que mediante los interruptores inteligentes el paciente podrá encender y apagarlos sin ejercer ninguna torsión o hacer un esfuerzo.

Este proyecto ayudara a que las personas con atrofia muscular espinal se sientan más felices en su propio entorno y puedan depender por sí mismos, incrementándoles así su autoestima y sintiéndose mucho más felices. Además, la persona a cargo o su tutor tendrá una comunicación más directa mediante la interacción tecnológica. De esta manera la interacción entre la persona con AME y su tutor será mucho más sencilla gracias a la implementación de este sistema. De esta manera poder brindar una ayuda mucho más rápida y acorde a sus requerimientos.

## **Objetivos**

### **General**

Implementar un sistema domótico mediante interruptores inteligentes para la asistencia a pacientes con deficiencias motoras del centro de rehabilitación “Bendiciones” de la ciudad de Ambato.

### **Específicos**

- Determinar los requerimientos necesarios para brindar autonomía en ciertas acciones de los pacientes con AME.
- Diseñar el sistema domótico adecuado para brindar ayuda a las personas con discapacidad motoras.
- Implementar el sistema IOT mediante internet de las cosas y probar su funcionamiento para que las personas con discapacidad motoras tengan cierta autonomía en el ambiente en el que se desenvuelve.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **Diseño del trabajo**

- Realización de una entrevista con la mamá del paciente para saber las necesidades que tiene dentro del hogar y saber los dispositivos e iluminarias que más ocupa.
- Diseño de todo el sistema domótico, que permitirá la interacción entre los dispositivos electrónicos con los dispositivos eléctricos.
- Programación del dispositivo M5Stack, para la interacción con los dispositivos inteligentes en el hogar.
- Desarrollo de una aplicación móvil, que interactúa con los dispositivos inteligentes del hogar, además de recibir las peticiones por parte de la persona con AME.
- Pruebas de comunicación entre el dispositivo M5Stack, la aplicación móvil y los dispositivos inteligentes para tener un ambiente inteligente.
- Realizar pruebas del ambiente con el paciente y miembros de la familia.

#### **Área de estudio**

El presente proyecto se basa en los conocimientos de ciencias de la computación en los cuales se desarrollan destrezas y cualidades que permiten realizar proyectos que requieran de mucha innovación. Ayudan a solucionar problemas y además los lenguajes de programación son una puerta que abre un mundo de oportunidades a la hora de desarrollar proyectos.

En esta área de estudio se puede programar dispositivos para que cumplan con las necesidades que lo requieran. De esta manera se puede cumplir con el objetivo final la implementación de sistemas complejos con la ayuda de herramientas, lenguajes de programación, dispositivos inteligentes, entre otros.

El proyecto se lo realizo en el año 2022 en la provincia de Tungurahua, en la ciudad de Ambato donde vive el paciente con atrofia muscular espinal.

**Dispositivos inteligentes:** Se utilizará para la conexión con las luces y un dispositivo eléctrico hacia la aplicación móvil y el dispositivo M5Stack.

**Aplicaciones móviles:** Se utilizará para la interacción con los dispositivos inteligentes.

**Base de datos:** Se utilizará para realizar la conexión entre los dispositivos inteligentes y la aplicación móvil.

### **Bibliográfica o documental**

Con la realización del método bibliográfico se puede sustentar la información recabada gracias a los manuales, tesis, proyectos de investigación, entre otros. De esta forma se analiza los datos necesarios que serán de gran ayuda para la realización e innovación del presente proyecto. Brindando la mayor ayuda posible a la hora de implementar este tipo de tecnologías. De esta manera se prevé construir unas bases fuertes de conocimientos y siempre cumpliendo con todas las normativas de las citas en formato IEEE.

### **De campo**

La investigación de campo es parte fundamental del proyecto ya que se realizó la visita al domicilio del paciente. De esta manera se pudo observar el ambiente en donde pasa el mayor de su tiempo. Para así poder obtener un mayor acercamiento con las necesidades y requerimientos que necesitará para la implementación del sistema domótico. También para saber cómo será la interacción con los dispositivos inteligentes, y de esta manera cubrir la falta de un ambiente tecnológico y acorde a sus exigencias.

### **Técnicas e instrumentos**

Se plasmarán las diferentes técnicas que se han desarrollado para la recopilación de la información, necesidades y requisitos necesarios que posteriormente se ocupara para la realización del proyecto y toma de decisiones:

## Entrevista

Se ha realizado el método de entrevista, este ayuda a recopilar información valiosa para tener conocimiento previo del problema a solucionar, visto desde la perspectiva de la problemática. Esta intervención se la realizo con la persona a cargo, la señora Carmen García mamá del paciente, la cual brindo toda las descripciones y requerimientos necesarios que necesitaría una persona con atrofia muscular espinal en su hogar o domicilio para que así la interacción con el mismo sea mucho más amigable y adaptado a sus condiciones. En esta técnica se ha visto en la necesidad de realizar un cuestionario, en el cual están descritas preguntas relacionadas al entorno del paciente y así obtener las respuestas necesarias para la poder realizar la implementación necesaria para el proyecto.

Estas preguntas son abiertas y de ámbito informativo para obtener una respuesta fácil y concisa, para poder tener un conocimiento previo y estructurar el proyecto de una manera eficiente acorde a todo lo visto, la información proporcionada y recomendaciones que surgieron en el momento de la conversación (Anexo 12).

## Análisis e interpretación de resultados

**Tabla 1** Resultados de la entrevista

Pregunta	Respuestas
1	Carmen García, mama de Benjamín.
2	Benjamín requiere siempre de ayuda para realizar alguna actividad.
3	Él me dice que necesita.
4	Benja utiliza celular y está aprendiendo a utilizar computadora de manera táctil.
5	Que podré asistirlo en menor tiempo en el caso de no estar con él.
6	Que él sea más feliz, y sienta independencia pues realizará alguna actividad por sí solo, sentirá que ayuda.
7	Dormitorio

En base a la entrevista realizada con la mama del paciente con atrofia muscular espinal y los resultados obtenidos a partir de la Tabla 1. Se manifiesta que existe la

necesidad de integrar un hogar inteligente para poder brindar un espacio adecuado y acorde a las necesidades que lo requieran.

Integrar este tipo de tecnologías ayudaran a que el paciente eleve su autoestima y sienta que podrá realizar cierto tipo de acciones por sí solo. Sin la necesidad de molestar o incomodar a alguien más. Además, que la comunicación para la asistencia en caso de que lo requiera será mucho más rápida.

Por parte de los familiares existe total predisposición para realizar las conexiones pertinentes. La realización de este proyecto dentro de su hogar será de gran ayuda e innovación al automatizar ciertos dispositivos eléctricos.

Los resultados en base a la información obtenida dan como resultado que la implementación del proyecto dentro del domicilio es muy eficaz. En donde existe un gran grado de aceptación por parte de la persona con AME como de sus familiares.

## **CAPÍTULO III**

### **PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS**

#### **Metodología de desarrollo**

##### **Selección de la metodología de desarrollo**

Haciendo énfasis en que una metodología establece los pasos a seguir para el desarrollo de un proyecto. Se procede dentro de esta investigación a analizar y elegir una metodología ya existente. Las metodologías seleccionadas acorde al desarrollo del proyecto han sido la metodología Scrum la cual trabaja mediante sprints los cuales tienen una duración de 2 semanas hasta un mes, pero no permiten cambios de estos. La metodología XP trabaja mediante periodos cortos de tiempo, alrededor de 1 a 2 semanas, y esta acepta cambios en todas sus iteraciones. [21] Las metodologías ayudan a garantizar el cumplimiento de cada uno de los objetivos establecidos al inicio de la investigación.

Una vez analizado estas dos metodologías existentes para el desarrollo de software para dispositivos móviles se establece que la metodología más acorde a las necesidades del proyecto es la metodología XP. Misma que ayuda a estructurar el trabajo de tal manera que el producto final funcione en óptimas condiciones gracias a que acepta cambios durante el proceso. De esta manera cumpliendo con todas las exigencias establecidas por el usuario a la hora de tomar sus requerimientos. La metodología Xtreme Programming es una de las cuales han sido implementadas en los últimos años para el desarrollo de software. Además, ha sido aplicada en más contextos, como por ejemplo en aplicaciones de logística, seguridad y finanzas. Esta metodología permite construir un producto el cual se adapte a los requerimientos y especificaciones de los usuarios. [22]

Este tipo de tecnología según los expertos, relatan que es una de las más exactas a la hora de su implementación. Debido a que siempre se mantiene en constante comunicación con el cliente o usuario y así corregir y mejorar posibles cambios. Y de esta manera se puede asegurar que el resultado final sea un éxito. Esta metodología consta de 4 fases fundamentales cada una de ellas está compuesta por un sin número de tareas, prácticas y etapas las cuales son:



**Figura 2:** Fases de la Metodología XP [23]

### **Análisis**

Es la primera parte del proceso del desarrollo, en el cual el equipo de desarrollo se reúne y empiezan a plantear las primeras ideas y opciones con los clientes. Aquí se empiezan estableciendo las características y los requisitos previos que se desarrollaran a lo largo del proyecto. Además, se busca implementar las diferentes tecnologías, lenguajes y todo lo que el proyecto necesite en base a las historias de usuario.

### **Diseño**

En esta parte se empieza a realizar las primeras líneas de código sencillas, lo suficiente para funcione y de esta manera poder obtener un prototipo el cual se lo irá mejorando poco a poco. A su vez se irán generando tarjetas conocidas como Clase-Responsabilidad-Colaboración en las cuales los diferentes requerimientos se irán repartiendo entre todo el equipo de desarrollo.

## **Desarrollo**

Se comienza con el período de programación. El trabajo se lo realiza comúnmente en parejas y ambos frente a la misma computadora. Con el objetivo de tener un código universal. Y de esta manera el equipo de programación tenga el mismo conocimiento y de una forma simultánea. El objetivo es llegar a obtener un desarrollo de código de forma colectiva.

## **Pruebas**

Una de las características más importantes de este tipo de metodologías es el cambio constante. Esto quiere decir que siempre el código que se desarrolle pasa a someterse a distintos tipos de pruebas. Para de esta manera poder corregir los posibles fallos y realizar una mejora continua. XP trabaja siempre en tiempos muy cortos, motivo por el cual el testeado es una parte fundamental. En la mayoría de los casos el cliente o usuario es el encargado de realizar las pruebas de funcionamiento y detectar posibles fallos dentro del sistema. Por último y después de todo el proceso realizado anteriormente se entregará un software en base a todos los requerimientos previos. Y también superando cada prueba realizada para así obtener el producto final.

## **Análisis del sistema actual**

Los pacientes con discapacidades motoras viven un mundo completamente lleno de retos en su diario vivir, particularmente los pacientes con atrofia muscular espinal. A la hora de solicitar alguna necesidad lo hacen por medio de sus tutores o personas a cargo. Los cuales en la mayoría del tiempo tienen que estar pendientes de los mismos para así poderlos ayudar lo más rápido posible.

La falta de un ambiente tecnológico ha afectado de manera significativa a que no pueda ser asistido de una forma eficiente. De esta manera afecta mucho en la comunicación por parte del paciente hacia sus tutores. Viéndose siempre en la necesidad de tratar de pasar el mayor tiempo posible a su lado en la mayoría de las ocasiones.

Por otra parte, el desarrollo de tecnologías para este tipo de discapacidades es casi nula o puede llegar a ser muy costosa. Debido a que no se encuentra en un ambiente de producción y además que las necesidades de las distintas discapacidades varían mucho. Esto permite incorporar nuevas tendencias tecnológicas que permiten una comunicación mucho más rápida y directa.

La falta de implementación de interruptores inteligentes dentro del hogar ha sido escasa por el desconocimiento de este. Además, el miedo a que pueda existir posibles fallos en un futuro.

### **Especificación de requerimientos**

En la tabla 2 se muestra la especificación de requerimientos del proyecto.

**Tabla 2.** Requerimientos

<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Dispositivo controlador / actuador	Hardware en el cual se desarrollará el código fuente, el cual permitirá recibir los requerimientos por parte del paciente	1
Repositorio información	Base de datos no relacional, la cual permitirá la conexión de los dispositivos hacia la nube	1
Medio de comunicación	Tecnología por la cual se puede enviar y recibir datos para el correcto funcionamiento del sistema	1
Aplicación Móvil	Interfaz donde llegaran las peticiones y además permitirá enviar ciertas peticiones a los circuitos electrónicos	1
Componente electrónico	Dispositivo con tecnología IOT para realizar acciones múltiples	1

Como se puede observar en la Tabla 2 descrita anteriormente, este proyecto tendrá varias partes fundamentales para así poder cumplir con el desarrollo de este y así cumplir todos los requerimientos establecidos.

El proyecto tendrá un dispositivo que permita la interacción con ciertos interruptores del hogar hará que el paciente se sienta con mucho más independiente. Debido a que la conexión e interacción entre los diferentes dispositivos permitirá que el solo pueda realizar acciones que antes le resultaban difíciles. De esta manera ayudándole a que pueda realizar por sí mismo. Este dispositivo se lo programara para que con solo presionar una opción se encienda o apague un foco. Además, tendrá el tutor la posibilidad de encender y apagar las iluminarias, si así lo desea.

La conexión de los dispositivos a los tipos de bases de datos no relacional ayuda a que la conexión sea mucho más rápida y estable. En esta ocasión la interacción con Firebase resulta de gran ayuda, ya que es open source y permite conectarse y enviar datos mediante HTTP request. De esta manera permite que los dispositivos independientemente el lenguaje o ide de programación en el cual se haya desarrollado se pueda enviar todos los requerimientos de manera correcta.

Además, para el proyecto se ha desarrollado una aplicación móvil. La cual ha sido implementada para el sistema operativo Android. Esta aplicación ayuda a que el tutor o persona a cargo del paciente pueda también interactuar también con el ambiente tecnológico. De esta manera podrá encender y apagar las luces del hogar.

Y para finalizar el proyecto tendrá una conexión inalámbrica entre sus componentes por medio del Wifi. Esto ayudara a que todos se mantengan conectados sin la necesidad de utilizar algún tipo de cable. Todos estos componentes y tecnologías están inmersas para el desarrollo e implementación del ambiente tecnológico. Cumpliendo así con todos los pasos que son establecidos mediante la metodología escogida para poder realizar una correcta implementación de esta. Y también cumpliendo con los estándares de calidad y ciclo de vida de las tecnologías.

## **FASE I: PLANIFICACIÓN**

### **Plan de desarrollo de software**

#### **Visión General del Proyecto**

El propósito por el cual se ha puesto en marcha este tipo de iniciativa es ayudar a los pacientes con discapacidades motoras, en especial a los que padecen de atrofia muscular espinal. Debido a la implementación de estos equipos electrónicos el paciente tendrá un poco más de independencia al momento de realizar ciertas acciones como encender ciertas iluminarias en su hogar. Además, que el tutor a cargo podrá también manejarlas y de esta forma convertirlo en un ambiente innovador y equipado para poder suplir algunas de sus necesidades.

La utilización de la nube que permite que los dispositivos siempre tengan una conexión hacia ella. Y de esta manera ejecutar las acciones mucho más rápido. El dispositivo móvil permitirá que el paciente pueda enviar los requerimientos desde cualquier parte de su hogar siempre y cuando tenga conexión a internet. La aplicación móvil ayudara a que los cuidadores también puedan interactuar en el entorno. De esta manera podrá ayudar a suplir cualquier necesidad que el paciente solicite y también ayudarle sin tener que estar cerca de el a cada momento.

#### **Propuesta del Nuevo Sistema**

Implementar un sistema domótico que permita la interacción con las diferentes iluminarias dentro del hogar es de gran importancia. En la vida diaria de un paciente con discapacidad son requerimientos que muchas veces son muy difíciles de hacerlo por ellos mismo. Estar a la espera de algún cuidador que satisfaga estas necesidades conlleva tiempo. Innovar y adaptar un ambiente en el cual se pueda desenvolverse con normalidad hará que poco a poco vaya generando dependencia.

En esta propuesta la parte fundamental es la implementación y codificación del dispositivo M5StackCore2. Este dispositivo permite realizar la interacción con la nube sin necesidad de cables, manteniendo solo una conexión a internet mediante Wifi.

El desarrollo de la aplicación móvil se realizará en el IDE de programación App Inventor. Esta aplicación será implementada con un lenguaje esquematizado de bloque, la cual ayudará a que el desarrollo de esta sea mucho más rápido y sencillo. Además, que el resultado de este tipo de programación es poder tener una aplicación completamente funcional e intuitiva. Esto permitirá que pueda ser ocupada de una manera práctica y así obtener un gran producto final.

De esta manera, con la implementación de los dispositivos móviles como la M5Stack y un celular inteligente permitirán que la comunicación sea eficiente entre el paciente con discapacidad y sus tutores.

### **Análisis del Sistema Propuesto**

En la tabla 3 se detalla las herramientas que se van a usar en la propuesta.

**Tabla 3:** Herramientas para el desarrollo de la propuesta

<b>Dispositivo</b>	<b>ID Programación</b>
Aplicación móvil	App Inventor
Base de datos	Firestore
Dispositivo M5Stack	Visual Studio Code
Interruptor Inteligente	Arduino

En la tabla 4 se muestra la historia del usuario que va a manipular el dispositivo móvil M5Stack.

**Tabla 4:** Historia de usuario dispositivo móvil

Historia de Usuario	
Numero: 1	Usuario: Paciente (niño)
Nombre Historia: <b>Dispositivo de interacción con el hogar</b>	
Prioridad: Alta	Riesgo en desarrollo: Media
Puntos Estimados:1	Interacción Asignada:1
Programador Responsable: William Avila	
Descripción: El usuario podrá solicitar los diferentes tipos de ayuda y además poder interactuar con las iluminarias del hogar mediante el dispositivo M5Stack. El cual tendrá conexión a la base de datos Firebase por medio de la conexión Wifi.	
Observaciones: No se requiere de un inicio de sesión.	

En la tabla 5 se muestra la historia del usuario que va a manipular la aplicación móvil.

**Tabla 5:** Historia de usuario aplicación móvil

Historia de Usuario	
Numero: 2	Usuario: Cuidador
Nombre Historia: <b>Control de la aplicación móvil</b>	
Prioridad: Alta	Riesgo en desarrollo: Media
Puntos Estimados:1	Interacción Asignada:1
Programador Responsable: William Avila	

Descripción: Los usuarios los cuales tendrán acceso a esta aplicación serán únicamente las personas a cargo del paciente. Esta aplicación será implementada solamente para que pueda ser manipulada dentro del hogar del paciente.
Observaciones: No se requiere de un inicio de sesión.

La persona que esté a cargo del cuidado del paciente tendrá disponible esta aplicación móvil en su teléfono celular. La cual permitirá interactuar con los interruptores inteligentes del hogar y además permitir una comunicación mucho más rápida en medida a lo que el paciente requiera.

### **Organización del Proyecto**

La tabla 6 se muestran todos los cargos a desempeñarse a lo largo de la realización del proyecto para que el proyecto sea realizado correctamente.

**Tabla 6:** Roles y Responsabilidades

<b>Cargo</b>	<b>Funciones</b>
Jefe de Proyecto William Avila	Recompilar toda la información necesaria para el desarrollo y además de la compra de los dispositivos e implementos requeridos para el funcionamiento del sistema. Verifica el cumplimiento de las tareas en los plazos propuestos para el desarrollo del sistema. Determina las tareas que serán asignadas a los diferentes integrantes que realicen el sistema.
Analista de Sistemas William Avila	Se encarga del diseño de la aplicación móvil. Se encarga de identificar y evaluar las condiciones del sistema. Ejecuta un análisis de todos los requisitos que deben tener los procesos.

<p>Programador William Avila</p>	<p>Desarrolla la codificación para el dispositivo que permitirá la interacción con los interruptores inteligentes.</p> <p>Desarrolla la programación en bloques la cual se implementará en la aplicación móvil.</p> <p>Realiza las conexiones de los interruptores inteligentes con el dispositivo de interacción y además con la aplicación móvil.</p>
--------------------------------------	---

### Plan de Fases

En la tabla 7 se muestran las fases que se realizaran a lo largo del proyecto.

**Tabla 7:** Plan de Fases

<p>Planeación del proyecto</p>	<p>Recopilación de información Cronograma de actividades Análisis de restricciones Estudio de factibilidad</p>
<p>Diseño</p>	<p>Diseño de la interfaz para el dispositivo M5Stack Diseño del modelo de base de datos Diseño de la interfaz de la aplicación móvil Diseño del Diagrama de Clase</p>
<p>Codificación</p>	<p>Programación del dispositivo (M5Stack) Programación de la Aplicación Móvil Programación del interruptor inteligente</p>
<p>Pruebas e implementación</p>	<p>Pruebas de unidad Pruebas de integración Pruebas de validación</p>

## Planeación del proyecto

Se plantea todo el cronograma de actividades que se realizará en el presente proyecto en la tabla 8.

**Tabla 8:** Cronograma de Actividades

Actividades	MESES 2022				
	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Formulación del tema	x				
Recopilación de material bibliográfico	x				
Desarrollo Capítulo I	x				
Redacción Objetivos del Proyecto	x				
Revisión Capítulo I		x			
Desarrollo Capitulo II		x			
Recopilación de información mediante entrevista		x			
Revisión del Capítulo II		x			
Interpretación de resultados de la entrevista					
Desarrollo Capitulo III			x		
Selección de Metodología por utilizar en el proyecto			x		

Análisis de Requerimientos			x		
Análisis del Sistema Por Implementar			x		
Diseño de la interfaz del dispositivo de reconocimiento			x		
Diseño de la interfaz de la aplicación móvil			x		
Codificación del dispositivo				x	
Codificación de la aplicación móvil				x	
Pruebas funcionales				x	
Verificación de Resultados					x

### **Análisis de restricciones**

1. El dispositivo M5Stack no se encuentra en el mercado ecuatoriano, motivo por el cual debe ser importado desde los Estados Unidos.
2. Los interruptores inteligentes, el dispositivo que permite la interacción y la aplicación móvil deben estar conectados al internet inalámbricamente por medio de la señal Wifi.
3. El dispositivo M5Stack y la aplicación móvil se los actualizará sus interfaces cada que el cuidador así lo requiera.

## **Estudio de factibilidad**

### **Factibilidad Operativa**

El presente proyecto es totalmente factible debido a que se posee y se han perfeccionado las capacidades y conocimientos necesarios para poder ser desarrollado. Los interruptores inteligentes, el dispositivo para la interacción y la aplicación móvil se implementarán dentro del domicilio del paciente. Para el desarrollo de todas estas tecnologías, es primordial tener conocimientos de manera prioritaria en programación, electricidad, diseño de interfaces, modelado de bases de datos y también programación mediante bloques.

Los diferentes usuarios tendrán una introducción hacia los dispositivos y aplicación móvil para que puedan saber todas las funcionalidades que estas disponen así también para que puedan realizar un uso correcto de estas. Y de esta manera poder evaluar la aprobación satisfactoria del producto final tanto por parte del paciente como de su cuidador, y además por la directora del centro de rehabilitación.

### **Factibilidad Técnica**

#### **Recursos Tecnológicos Disponibles**

En la tabla 9 se muestran los diferentes recursos tecnológicos que están disponibles en el hogar del paciente.

**Tabla 9:** Herramientas existentes

Conexión a internet (Wifi)	Equipos portátiles (PC) Teléfonos móviles
----------------------------	--

## Recurso Tecnológico Necesario

En la tabla 10 se muestran los diferentes tipos de recursos tecnológicos que son muy necesarios para el sistema propuesto posea un correcto funcionamiento.

**Tabla 10:** Recursos tecnológicos requeridos

Componentes que se requiere para el funcionamiento del sistema	
Hardware	Software
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere un dispositivo móvil. (Funcionabilidad completa)</li> <li>• Se requiere de un dispositivo de interacción.</li> <li>• Se requiere de interruptores inteligentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema Operativo Android.</li> <li>• Conexión a Internet Inalámbrico. (Wifi)</li> </ul>

## Factibilidad Económica

En las figuras 3 y 4 se muestran la configuración del módulo de administrador como el valor del proyecto obtenido por el módulo COCOMO II respectivamente.

SLOC Input Dialog - Aplicacion Wit

Sizing Method:  
 SLOC  
 Function Points  
 Adaptation and Reuse

Breakage:  
 % of code thrown away due to requirements evolution and volatility  
 REVL: 0.00

Module Size in Function Points  
 Language: JAVA Change Multiplier: 53

Ratio Type:  Jones  David

Calculation Method:  Using Table  Input Calculated Function Point

Function Type	# of Function Points			SubTotal
	Low	Average	High	
Inputs	0	5	0	20
Outputs	0	0	5	35
Files	0	0	1	15
Interfaces	0	0	0	0
Queries	0	0	0	0
Total Unadjusted Function Points				70
Equivalent Total in SLOC				3710

OK Cancel Help

**Figura 3:** Valor del módulo de administrador COCOMO II.



**Figura 4:** Valor del proyecto en la herramienta COCOMO II.

### Costos Directos

Los costos directos se detallan en la tabla 11.

**Tabla 11:** Costos Directos

Rubro	Valor
Dispositivo M5stack	\$ 88.50
Desarrollo de Aplicación móvil	\$ 168.89
2 Módulos Relé ESP-01S	\$ 20
2 Conversores 110vAC – 5vDC	\$ 16
Total	\$ 293.39

Los costos indirectos se detallan en la tabla 12.

**Tabla 12:** Costos Indirectos

Rubro	Valor
Envío del dispositivo	\$15
Movilización	\$5
Total	\$ 20

Costo total de proyecto = costos directos + costos indirectos.

Costo total= \$ 313.39

El costo total el cual es la suma de los costos directos como de los costos indirectos nos da un valor de \$ 313.39. Se realiza una comparativa con los sistemas domóticos existentes en los cuales se pueden controlar las iluminarias del hogar por aplicación móviles. Este es un costo estimado para dos interruptores inteligentes, los cuales se han hecho la adquisición por parte de los desarrolladores, siendo de esta manera económicamente factible.

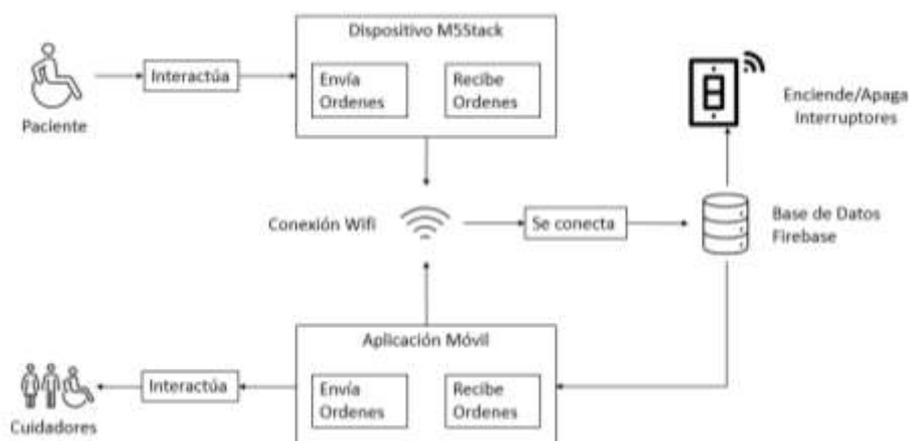
### **Análisis costo beneficio**

Al hacer referencia los sistemas domóticos existentes actualmente en el mercado con funciones y características muy similares. Se pueden encontrar productos los cuales interactúan con el hogar de forma directa pero no admiten productos que sean desarrollados por terceros y tampoco tienen una conexión hacia una base de datos. Lutron una marca que se dedica a convertir los hogares convencionales a inteligentes con la implementación de interruptores Smart. El precio estimado para esta tecnología en el hogar supera los \$200 aproximadamente en tiendas internacionales, de esta manera se prevé incluir un dispositivo el cual posee características muy parecidas pero adaptado y desarrollado para personas con discapacidad motoras.

### **Análisis orientado a objetos**

### **Diagramas de Casos de Uso**

La figura 5 se muestra el funcionamiento que tendrá el presente sistema.



**Figura 5:** Diagrama de Caso de Uso

## Fase II: DISEÑO DE LA PROPUESTA.

### Diseño De La Interfaz De Usuario

A continuación, se representará el primer diseño de las diferentes interfaces que llevarán los dispositivos como el de interacción y a su vez el de la aplicación móvil. Para el dispositivo de interacción se tendrá una interfaz principal sencilla y a su vez estará dividida en varias secciones. Esta servirá para que el paciente pueda solicitar cierta ayuda y además que podrá interactuar con el ambiente doméstico.

El paciente deberá presionar en la pantalla en cualquiera de los cinco distintos botones, cada uno de ellos está programado para que realice diferentes interacciones. Estas acciones están relacionadas acorde a las necesidades del paciente y de su cuidador. Si se necesitara un requerimiento extra acorde a las necesidades del paciente, se lo ira implementando paulatinamente. En la figura 6 se observa un modelo inicial de la interfaz del dispositivo de interacción.



**Figura 6:** Interfaz preliminar M5Stack.

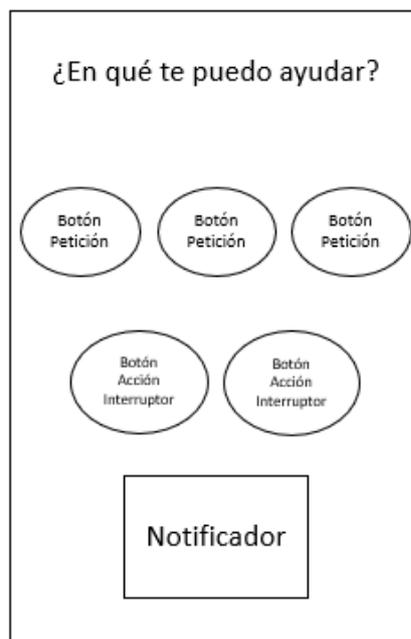
En cambio, la aplicación móvil contará con una interfaz un poco diferente, la cual será dividida en dos pantallas. La primera pantalla será exclusivamente de inicio, en donde tendrá un logo acerca del sistema. En la segunda pantalla se encontrará al igual que con el dispositivo de interacción con cinco botones, los cuales permitirán interactuar con los interruptores inteligentes. También tendrá un apartado de notificaciones en donde se mostrarán las solicitudes hechas por parte del paciente.

En la figura 7 se observa la pantalla de inicio que será implementada en la aplicación móvil.



**Figura 7:** Interfaz de inicio de la aplicación móvil.

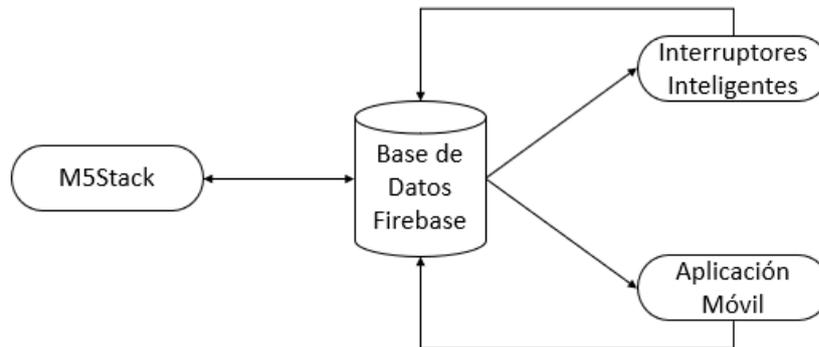
En la Figura 8 se observa la pantalla principal que será implementada en la aplicación móvil.



**Figura 8:** Interfaz de la pantalla principal de la aplicación móvil.

## Diagrama de uso de Base de Datos.

A continuación, en la figura 9 se observa cómo es la interacción de los diferentes dispositivos como los interruptores, el dispositivo de interacción y la aplicación móvil, así como la conexión a la base de datos Firebase que guardará y almacenará toda la información de los diferentes estados.



**Figura 9:** Diagrama Interacción base de datos Firebase.

## Materiales Sistema Domótico

### M5Stack

M5Stack es un kit el cual permite el desarrollo modular apilable el cual ha sido basado como procesador central a la placa ESP32. Este dispositivo no incorpora un módulo celular, pero a su vez y gracias a la incorporación de otros módulos permite que se pueda realizar pruebas sencillas a través de módulos celulares apilables.

Este dispositivo tiene características importantes como los módulos wifi y bluetooth, además de una pantalla táctil y con botones de entrada, como se puede ver en la especificación detallada.

### Especificaciones del hardware del M5Stack Core2

Entre las partes más importantes que tiene este dispositivo electrónico se puede constatar que en la tabla 13 se indican los detalles técnicos y sus diferentes componentes.

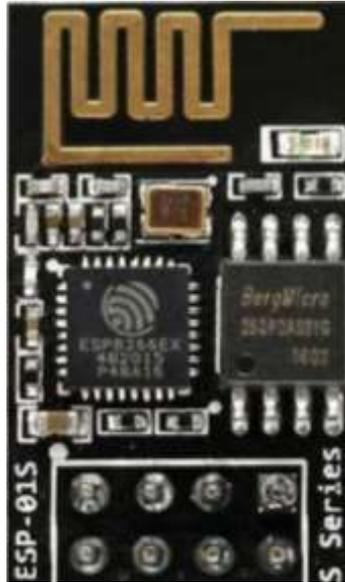
**Tabla 13:** Componentes del M5Stack

<b>Componente</b>	<b>Característica</b>
ESP32-D0WD-V3	240 MHz dual core, 600 DMIPS, 520 kb SRAM, Wi-Fi, dual mode Bluetooth
Flash	16 MB
PSRAM	8 MB
Voltaje de Entrada	5V @ 500mA
Interfaz	Type C x 1, Grove ( I2C+I/O+UART) x 1
Pantalla LCD IPS	2.0" @ 320*240 ILI9342C
Pantalla táctil	FT6336U
Altavoz	1W-0928
LED	Indicador luminoso verde de alimentación
Botón	Botón de encendido, botón RST, botón de pantalla virtual
Recordatorio de vibración	Motor de vibración
Micrófono	SPM1423
Amplificador de potencia I2C	NS4168
Tamaño del producto	54 x 54 x 16mm

## ESP-01

La ESP-01 es un módulo wifi el cual ayuda a conectarse a las redes wifi de manera práctica y sencilla. Está basada en el chip ESP8266. Este módulo puede programarse de dos maneras, como una estación wifi o como un punto de acceso.

Este módulo admite dos lenguajes de programación, como el Arduino y Lua.



**Figura 10:** Módulo ESP-01.

## Modulo Relé 5V ESP-01S

Esta placa relé sirve con el módulo ESP-01, y sirve como un interruptor inteligente por medio de la conexión wifi. Esta placa permite la interacción desde los diferentes dispositivos como teléfonos inteligentes desde cualquier lugar.



**Figura 11:** Módulo Relé.

## Conversor Hi-Link 110AC-5DC

Es una mini fuente la cual permite la transformación de 100-240 voltios de corriente alterna a 5 voltios de corriente continua. Además, posee una protección contra las sobrecargas y cortocircuitos.



Figura 12: Conversor Hi-Link

## Diagrama de clases

A continuación, en la figura 13 se observa el diagrama de clases, en el cual se muestran las diferentes acciones que realizara el dispositivo de interacción y también la aplicación móvil. Y también saber que acción desempeña cada dispositivo.

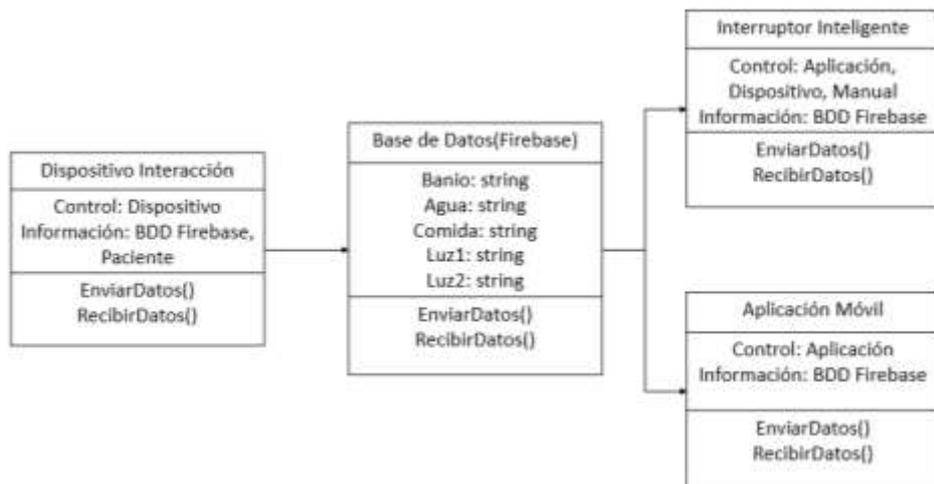


Figura 13: Diagrama de Clase.

## FASE III: CODIFICACIÓN

### M5StackCore2

#### Dispositivo de Interacción

Para la codificación inicial del proyecto se lo realiza en el lenguaje MicroPython. En primera parte se comenzará con el desarrollo de las primeras peticiones o acciones las cuales permitirán alertar y avisar a los cuidadores de varios requerimientos por parte del paciente. Además, que el dispositivo podrá interactuar con los interruptores inteligentes. El primer paso será establecer los diferentes tipos de peticiones y asignarles una entidad única a la cual se hará referencia a la hora de programar dicha acción.

Consideraciones:

- Importar las librerías que corresponde al dispositivo M5Stack
- Importar la librería que permite la conexión Wifi
- Instalar la extensión vscode-m5stack-mpy en el Visual Studio Code
- Conectar el dispositivo M5Stack por medio del puerto serial
- Contar con una red inalámbrica Wifi

Así como se muestra en la figura 14, en donde se ha realizado la importación de las librerías necesarias. Además de que el dispositivo se encuentra conectado al computador y conectado a la red wifi.

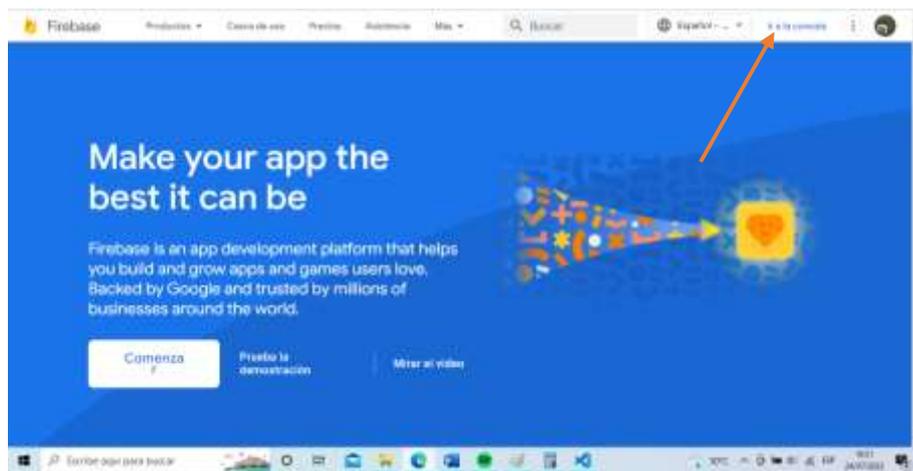
```
from m5stack import *
from m5stack_ui import *
from uiflow import *
import wifiCfg
import json
```

**Figura 14:** Importar las librerías para el dispositivo M5Stack

## Creación de la base de datos no relacional

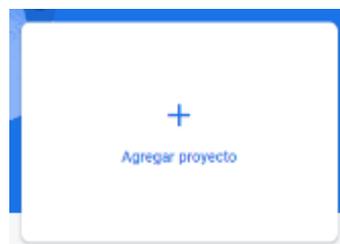
La creación de la base de datos es fundamental en este proyecto. Esta permitirá la comunicación entre los diferentes dispositivos para que de esta forma puedan actuar los interruptores inteligentes por medio del internet.

Para empezar, ingresaremos al sitio web oficial de Firebase, y escogeremos la opción ir a la consola como se muestra en la figura 15.



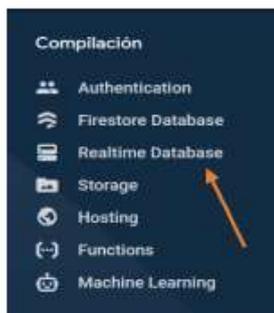
**Figura 15:** Paso 1 Creación Base de Datos

Una vez ingresado a la consola, nos aparecerá una pantalla con los proyectos existentes y también con la opción de agregar proyecto, la seleccionaremos como se muestra en la figura 16.



**Figura 16:** Paso 2 Creación Base de Datos

Se le asigna el nombre correspondiente y a continuación lo más recomendable es dejarla por defecto hasta culminar su creación satisfactoriamente. Una vez finalizada la creación, toca cambiar ciertas configuraciones dentro de la pestaña Realtime Database como se muestra en la figura 17.



**Figura 17:** Paso 3 Creación Base de Datos

Una vez ingresado se seleccionará la opción crear una nueva base de datos, como se muestra en la figura 18



**Figura 18:** Paso 4 Creación Base de Datos

A continuación, se desplegará una nueva página en donde se deberá elegir el servidor y la zona en donde se alojará el servidor, lo más recomendable es dejarlo por defecto para no tener ningún inconveniente y posteriormente en habilitar.

Al momento de tener lista la base de datos se realiza la creación de las diferentes entidades que tendrá el proyecto como también de la asignación de los tipos de datos que se requiera. Como se muestra en la figura 19.



**Figura 19:** Paso 5 Creación Base de Datos

## Funcionamiento de una petición

Una petición a la aplicación se la lleva a cabo por medio del dispositivo hacia la conexión wifi del hogar. De esta manera se puede realizar peticiones HTTP en las cuales se cambiarán los valores de la base de datos y de esta manera poder saber que petición es requerida por el usuario. En la figura 20 se puede observar cómo se realiza una petición directa hacia la nube, además de agregarle estilos y un comportamiento propio para cada opción y botón que tiene la M5Stack.

```
boton_habla = PBPin(text='a', x=24, y=14, w=70, h=70, bg_c=0xffff, text_c=0xffff, font=FONT_MONI_14, parent=None)
def boton_habla_pressed():
    # global global
    req = urequests.request(method='PATCH', url='https://smart-house-cv19-default-rtdb.firebaseio.com/smart-house.json', json={'habla':'1'}), header
    lcd_print(req.status_code, 0, 30, 0xffff)
    lcd_print(req.text, 200, 30, 0xffff)
    #
    boton_habla_pressed(boton_habla_pressed)
do: boton_habla_pressed
```

**Figura 20:** Programación de una petición general

## Funcionamiento de una acción

Una acción a la aplicación se la lleva a cabo por medio del dispositivo hacia la conexión wifi del hogar. De esta manera se ejecutará dos acciones en específico las cuales ayudaran a la interacción con los interruptores inteligentes instalados dentro del hogar. Estas acciones cambiaran las opciones de la base de datos y de esta forma permite encender y apagar la luz. En la figura 21 se puede observar cómo se realiza una acción y esta interactúa con la nube y cambio a un valor distinto cada vez que se le presiona sobre dicha acción.

```
boton_luz1 = PBPin(text='button', x=24, y=139, w=70, h=70, bg_c=0xffff, text_c=0xffff, font=FONT_MONI_14, parent=None)
def boton_luz1_pressed():
    # global global
    if bandera1==0:
        req = urequests.request(method='PATCH', url='https://smart-house-cv19-default-rtdb.firebaseio.com/smart-house.json', json={'luz1':'1'}),
        lcd_print(req.status_code, 0, 30, 0xffff)
        lcd_print(req.text, 200, 30, 0xffff)
        bandera1=1
    else:
        req = urequests.request(method='PATCH', url='https://smart-house-cv19-default-rtdb.firebaseio.com/smart-house.json', json={'luz1':'0'}),
        lcd_print(req.status_code, 0, 30, 0xffff)
        lcd_print(req.text, 200, 30, 0xffff)
        bandera1=0
    #
    boton_luz1_pressed(boton_luz1_pressed)
do: boton_luz1_pressed
```

**Figura 21:** Programación de una acción

## Interruptor inteligente

### ESP-01

La codificación de este dispositivo se lo realizo con la ayuda de un Arduino Mega. En este dispositivo se declaró la conexión a la red wifi y además de la conexión a la nube de Firebase. Esta codificación se la realizo para que tenga un funcionamiento como un conmutador, se la puede encender y apagar desde cualquier dispositivo y además de manera manual. Como se puede observar en la figura 22 han sido declaradas varias variables que permiten la interacción directa con los interruptores instalados dentro del hogar del paciente. De esta manera el usuario podrá manipularlos sin necesidad de solicitar ayuda.

A screenshot of an IDE window titled "FirebaseData\_ESP0101 Arduino IDE". The code is in C++ and includes the following lines:

```
FirebaseData firebaseData;
//#define WIFI_PASSWORD "wa1802120429"
#define WIFI_SSID "Speedy Sofia Moya"
#define WIFI_PASSWORD "samanthai906"

FirebaseData firebaseData;

int Dev_1=0, boton=1, estado=0, estadoAnt=0, foco=0;
String Luz2="0";
void setup() {

  Serial.begin(9600);

  // connect to wifi.
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  Serial.print("connecting");
```

**Figura 22:** Codificación de la conexión wifi del módulo ESP-01

## Aplicación Móvil

### Diagrama de Bloques

#### Pantalla de Inicio

Como diseño previo se ha realizado la interfaz de inicio la cual se pasará a codificar para tener un diseño simple y además muy práctico. En este caso la pantalla de inicio constara de una imagen la cual llevara el nombre de la aplicación. También dispondrá de un reloj de carga lo que permitirá tener una pantalla de carga previa a la pantalla principal. Así como se muestra en la figura 23 en la cual inicializamos el reloj como un valor booleano en verdadero y posteriormente nos llevara a la pantalla principal.



**Figura 23:** Codificación pantalla de inicio

#### Pantalla Principal

En esta pantalla se la ha dividido por secciones. En la parte superior consta un mensaje en que se le puede ayudar al usuario que así lo necesite. Seguidamente tenemos la parte de los botones los cuales ayudaran también a interactuar con los interruptores inteligentes. De esta manera podrá encenderlos y apagarlos gracias a la conexión que posee la aplicación con la nube de Firebase. La cual envía y recibe datos directamente de la base de datos.

Además, se realizó la creación de variables globales que permiten que los interruptores puedan ser encendidos y apagados por el mismo botón. Permitiéndoles un cambio de estado, y sin la necesidad de agregar más botones para que la interfaz sea mucho más limpia. Como se puede observar en la figura 24 en donde además podemos ver una alerta en la pantalla en donde indicara el estado en el cual se encuentra el interruptor.



**Figura 24:** Codificación de una acción de los interruptores de aplicación móvil

## FASE IV: PRUEBAS

### Pruebas de Unidad

Se procedió con la implementación de las pruebas de unidad, en donde se verifico que cada uno de los componentes posean un correcto funcionamiento. También se verifico la eficiencia y tomando en cuenta con los requerimientos que fueron planteados al inicio del proyecto. (Anexo 14)

Para la implementación del código del dispositivo M5Stack se lo realizo con el IDE de programación Visual Studio Code. El cual previamente se debe realizar la instalación de la extensión de la librería que permite la codificación del dispositivo.

En este ide se fue comprobando de manera individual el comportamiento de cada botón y así de las diferentes opciones que posee el dispositivo. De esta manera se ha ido mejorando la interacción con los interruptores inteligentes.

Además, se fue comprobando el correcto funcionamiento de los botones que envían peticiones, como también la conexión hacia la red wifi y también la interacción con la nube Firebase.

## Pruebas de Integración

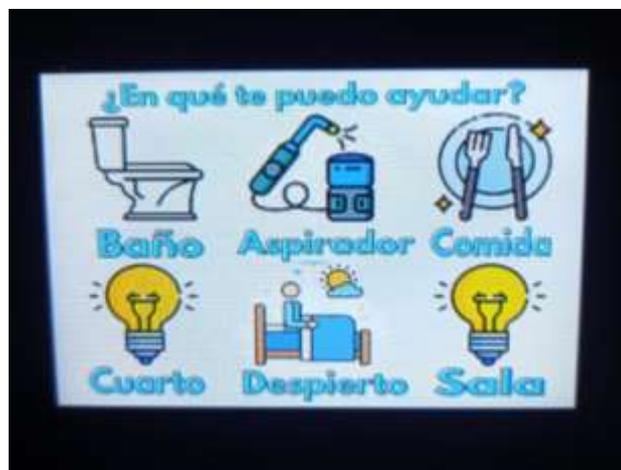
Después que la prueba de unidad se la haya realizado exitosamente, se procede con el inicio de la prueba de integración. Este permite la conexión con los entre los diferentes dispositivos por medio de la nube. Y que de esta manera los interruptores, el dispositivo M5Stack y la aplicación interactúen de una manera correcta y que responda a cada una de las peticiones enviadas por el usuario. (Anexo 8)

## Pruebas de Validación

Las pruebas de validación se las realizo luego de integrar los diferentes dispositivos hacia la nube. Es una prueba en la cual se comprueba que todo funcione de manera correcta. Se realizó una prueba posteriormente a la instalación de los interruptores inteligentes en el domicilio del paciente, para así comprobar la conexión a la red wifi y la interacción y comunicación entre todos los dispositivos. (Anexo 9)

## Puesta En Marcha

Luego que se han realizado todas las pruebas anteriores. En la figura 26 se muestra el funcionamiento final del dispositivo M5Stack y la interacción que posee con la nube y los interruptores inteligentes como también la interacción que posee la aplicación móvil. Y de esta manera enviando y recibiendo datos por medio de la conexión wifi hacia la nube.



**Figura 25:** Funcionamiento final

## Lista de Validación

En la tabla 14 se muestra la lista de todas las acciones y módulos que componen el sistema en general del presente proyecto.

**Tabla 14:** Lista de Validación

<b>ID</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Estado</b>
1	Interfaz del M5Stack	Funciona
2	Interruptor Inteligente	Funciona
3	Conexión a Firebase	Funciona
4	Aplicación móvil	Funciona

## Resultados esperados

Al haber culminado la propuesta que se ha planteado gracias a la metodología que se ha aplicado a esta investigación, se prevé que los usuarios y participantes que han realizado en el desarrollo de este puedan incorporar nuevas facilidades. Esta ayuda ha generado que las personas que han desarrollado este proyecto respondan hacia la necesidad de generar soluciones a las diferentes problemáticas que puedan existir en torno a la sociedad actual.

Como resultado se ha obtenido un dispositivo capaz de enviar solicitudes HTTP por medio del internet a la base de datos alojada en la plataforma Firebase. Esto con el fin de que una persona con discapacidad motora pueda interactuar con los interruptores inteligentes instalados dentro de su domicilio. El dispositivo realiza todas las solicitudes de manera correcta y además permite enviar otro tipo de peticiones acorde a sus necesidades. Además, existe la integración de una aplicación móvil que permite también interactuar con los interruptores inteligentes y también ayuda al envío de peticiones. Ambos dispositivos cuentan con una interfaz practica y sencilla la cual ayuda a solventar todas las necesidades que se

han planteado por parte de sus cuidadores. Gracias a la ingeniería en ciencias de la computación se ha podido realizar el análisis y la verificación del código de los diferentes dispositivos para que puedan interactuar con la nube Firebase. La ayuda de la tecnología es parte fundamental de este proyecto, la implementación de los componentes electrónicos como también de los dispositivos móviles que permiten una interacción acorde a las necesidades que el paciente o el cuidador así lo requiera. Para concluir la implementación del proyecto, se realizó una entrevista corta a la mama del paciente para conocer su grado de satisfacción con la implementación de los interruptores inteligentes y además que puedan ser controlados desde los diferentes dispositivos. (Anexo 13)

**Tabla 15.** Resultados a la entrevista final

Pregunta	Respuesta
1	Si
2	Le brinda autonomía y ahora puede realizar el encendido de las luces de su cuarto y la sala
3	Se siente contento con su dispositivo pues es muy fácil para utilizar.
4	Muy satisfecha ya que Benjamín tiene cierta independencia y él es feliz.

Analizando las respuestas obtenidas por parte de la mama del paciente, los resultados y comentarios brindados son muy satisfactorios, ya que mediante la tecnología la vida del paciente ha cambiado. Ahora resulta mucho más fácil la comunicación con su tutor o persona a cargo y además que puede realizar el encendido de la luz del hogar por sí mismo. (Anexo 15)

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **CONCLUSIONES**

- Se realizó un sistema domótico mediante interruptores inteligentes para la asistencia a pacientes con deficiencias motoras del centro de rehabilitación “Bendiciones” de la ciudad de Ambato.
- Se determinó los requerimientos necesarios para brindar autonomía en ciertas acciones de los pacientes con AME mediante una entrevista a la madre del paciente Benjamín, en donde se abordó toda la temática de las necesidades que tiene y sobre si conocía los beneficios de la tecnificación y el uso de la tecnología como parte del diario vivir, así como también ver que los sistemas domótico no están optimizados para las personas que tienen discapacidades motoras.
- Se diseñó el sistema domótico adecuado para brindar ayuda a las personas con discapacidad motoras mediante el uso de interruptores inteligentes conectados hacia el dispositivo m5Stack el cual fue codificado a través de micro Python en donde se realiza las peticiones y las acciones de encendido y apagado de los interruptores obteniendo los datos a través de la nube, alojados en la plataforma Firebase y con una retroalimentación hacia la aplicación móvil controladora.
- Se implementó el sistema IOT mediante internet de las cosas y se probó su funcionamiento para que las personas con discapacidad motoras tengan cierta autonomía en el ambiente en el que se desenvuelve llegando a la vivienda de la persona interesada en donde se realizó la instalación del módulo m5Stack así también de los dos interruptores inteligentes y la parte electrónica y de cableado. Configurado a través de la red local de Internet que posee el lugar consiguiendo tener autonomía para el mismo

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que al momento de realizar la toma de requerimientos e información esta se lo haga las veces necesarias para poder tener un mayor conocimiento acerca de los usuarios.
- Buscar documentación acerca de los dispositivos en las páginas del fabricante, como también de las librerías disponibles que cada una posee según su lenguaje de programación e IDE de desarrollo.
- Se debe tener en cuenta un esquemático eléctrico para que al momento de llegar a la implementación de los interruptores inteligentes se puede detectar de manera rápida las tomas de alimentación.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1 R. Santa, «Avi Latinoamérica,» 29 06 2020. [En línea]. Available:  
] <https://www.avilatinooamerica.com/202006293721/articulos/integracion-residencial/domotica-mercado-con-potencial.html>. [Último acceso: 25 05 2022].
- [2 L. Gómez, «Revista Líderes,» [En línea]. Available:  
] <https://www.revistalideres.ec/lideres/vida-hogar-touch.html#:~:text=En%20Ecuador%2C%20el%20uso%20de,viviendas%2C%20edificios%20y%20alumbrado%20p%C3%BAblico>. [Último acceso: 25 05 2022].
- [3 R. Benitez, «Pucesa,» 12 2017. [En línea]. Available:  
] <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/2165/1/76587.pdf>. [Último acceso: 01 06 2022].
- [4 L. M. C. Satan, Diseño e implementación de un sistema domótico mediante una tarjeta raspberry Pi y controlado con una aplicación android para que personas con discapacidad física puedan cumplir tareas básicas del hogar., Guayaquil, 2017.
- [5 K. A. A. Mejía, Diseño de un sistema domótico basado en tecnología Arduino para personas con discapacidad física, Guayaquil, 2018.
- [6 J. A. S. Llumiquinga, Diseño y construcción de un prototipo de control domótica inalámbrico para discapacitados, Quito, 2013.
- [7 L. M. Libson, Domótica aplicada a un paciente con discapacidad motriz, Córdoba, 2017.
- [8 «Centro Nacional de Defectos Congénitos y Discapacidades del Desarrollo de los CDC, Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades,» 16 09 2020. [En línea]. Available:  
] <https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/disabilityandhealth/disability.html>. [Último acceso: 25 05 2022].
- [9 «Mintrabajo,» [En línea]. Available:  
] [https://www.mintrabajo.gob.gt/images/Servicios/DEL/Informe\\_del\\_Empleado](https://www.mintrabajo.gob.gt/images/Servicios/DEL/Informe_del_Empleado)

r/Clasificaci%C3%B3n-CIF-Tipos-de-Discapacidad\_CIF.pdf. [Último acceso: 25 05 2022].

[1 E. Sarachu, «Eficiencia,» 05 05 2022. [En línea]. Available: <https://eficiencia.com/domotica-que-es-y-como-funciona/>. [Último acceso: 25 05 2022].

[1 R. Alonso, «Hard Zone,» 17 07 2020. [En línea]. Available: <https://hardzone.es/reportajes/que-es/soc-caracteristicas-hardware/>. [Último acceso: 01 06 2022].

[1 «Bricogeek,» [En línea]. Available: <https://tienda.bricogeek.com/m5stack-esp32/1509-m5stack-esp32-core2-iot.html>. [Último acceso: 25 05 2022].

[1 D. No, «ESPloradores,» 08 04 2019. [En línea]. Available: [https://www.esploradores.com/python\\_y\\_micropython\\_que\\_son/](https://www.esploradores.com/python_y_micropython_que_son/). [Último acceso: 25 05 2022].

[1 L. Herazo, «An Incubator,» [En línea]. Available: <https://anincubator.com/que-es-una-aplicacion-movil/>. [Último acceso: 25 05 2022].

[1 D. B. González, «Profile,» 27 04 2021. [En línea]. Available: <https://profile.es/blog/tipos-aplicaciones-moviles-ventajas-ejemplos/>. [Último acceso: 25 05 2022].

[1 «Microsoft,» [En línea]. Available: <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/architecture/data-guide/big-data/non-relational-data>. [Último acceso: 25 05 2022].

[1 A. Lafuente, «Aukera,» [En línea]. Available: <https://aukera.es/blog/bases-de-datos-relacionales-vs-no-relacionales/>. [Último acceso: 25 05 2022].

[1 MarketerosLATAM, «MarketerosLATAM,» 11 03 2021. [En línea]. Available: <https://www.marketeroslatam.com/que-es-firebase-y-para-que-sirve/#:~:text=Firebase%20como%20base%20de%20datos,proporcionados%20en%20una%20extensa%20nube..> [Último acceso: 06 06 2022].

[1 S. Díaz, Interruptor inteligente para el uso eficiente de la luz eléctrica, Curicó: Universidad de Talca, 2016.

[2 L. República, «Ecuador necesita US\$40 millones para 19 pacientes con rara enfermedad,» 20 07 2021. [En línea]. Available: <https://www.larepublica.ec/blog/2021/07/20/ecuador-necesita-40-millones-de-dolares-para-atender-a-19-pacientes-con->



## ANEXOS

### ANEXOS 1: Fotografías Interfaz M5Stack



### ANEXOS 2: Desarrollo de la aplicación móvil y configuración de periféricos

```
from m5stack import *
from m5stack_ui import *
from uiflow import *
import wifiCfg
import json

screen = M5Screen()
screen.clean_screen()
screen.set_screen_bg_color(0xFFFFFFFF)

bandera1=0
banderaLuz2=0

wifiCfg.doConnect('JOSUE', 'wa1802128429.')

image0 = M5Img("res/banio1.png", x=24, y=108, parent=None)
image6 = M5Img("res/iHelptitulo.png", x=35, y=6, parent=None)
image1 = M5Img("res/aspiradottxt.png", x=110, y=109, parent=None)
```

```

image2 = M5Img("res/6.png", x=229, y=108, parent=None)
image3 = M5Img("res/7.png", x=19, y=210, parent=None)
image4 = M5Img("res/despieratotxt.png", x=112, y=212, parent=None)
image5 = M5Img("res/9.png", x=230, y=210, parent=None)

boton_banio = M5Btn(text='a', x=24, y=34, w=70, h=70, bg_c=0xFFFFFFFF,
text_c=0xfffcfc, font=FONT_MONT_14, parent=None)
def boton_banio_pressed():
    # global params
    req = urequests.request(method='PATCH', url='https://smart-house-ce3c0-
default-rtdb.firebaseio.com/Smart_House.json',json={'Banio':'1'},
headers={'Content-Type':'application/json'})
    lcd.print(req.status_code, 60, 30, 0xffffffff)
    lcd.print(req.text, 200, 30, 0xffffffff)
    pass
boton_banio.pressed(boton_banio_pressed)
del boton_banio_pressed

boton_luz1 = M5Btn(text='Button', x=24, y=139, w=70, h=70, bg_c=0xFFFFFFFF,
text_c=0xffffffff, font=FONT_MONT_14, parent=None)
def boton_luz1_pressed():
    global bandera1
    if bandera1==0:
        req = urequests.request(method='PATCH', url='https://smart-house-ce3c0-
default-rtdb.firebaseio.com/Smart_House.json',json={'Luz1':'1'},
headers={'Content-Type':'application/json'})
        lcd.print(req.status_code, 60, 30, 0xffffffff)
        lcd.print(req.text, 200, 30, 0xffffffff)
        bandera1=1
    else:

```

```

    req = urequests.request(method='PATCH', url='https://smart-house-ce3c0-
default-rtdb.firebaseio.com/Smart_House.json',json={'Luz1':'0'},
headers={'Content-Type':'application/json'})
    lcd.print(req.status_code, 60, 30, 0xfffff)
    lcd.print(req.text, 200, 30, 0xfffff)
    bandera1=0
pass
boton_luz1.pressed(boton_luz1_pressed)
del boton_luz1_pressed

boton_luz2 = M5Btn(text='Button', x=234, y=139, w=70, h=70, bg_c=0xFFFFF,
text_c=0xfffff, font=FONT_MONT_14, parent=None)
def boton_luz2_pressed():
    # global params
    global banderaLuz2
    if banderaLuz2==0:
        req = urequests.request(method='PATCH', url='https://smart-house-ce3c0-
default-rtdb.firebaseio.com/Smart_House.json',json={'Luz2':'1'},
headers={'Content-Type':'application/json'})
        lcd.print(req.status_code, 60, 30, 0xfffff)
        lcd.print(req.text, 200, 30, 0xfffff)
        banderaLuz2=1
    else:
        req = urequests.request(method='PATCH', url='https://smart-house-ce3c0-
default-rtdb.firebaseio.com/Smart_House.json',json={'Luz2':'0'},
headers={'Content-Type':'application/json'})
        lcd.print(req.status_code, 60, 30, 0xfffff)
        lcd.print(req.text, 200, 30, 0xfffff)
        banderaLuz2=0
pass
boton_luz2.pressed(boton_luz2_pressed)
del boton_luz2_pressed

```

```

boton_dia = M5Btn(text='Button', x=125, y=134, w=70, h=70, bg_c=0xFFFFFF,
text_c=0xffff, font=FONT_MONT_14, parent=None)
def boton_dia_pressed():
    # global params
    req = urequests.request(method='PATCH', url='https://smart-house-ce3c0-
default-rtdb.firebaseio.com/Smart_House.json',json={'Dia':'1'},
headers={'Content-Type':'application/json'})
    lcd.print(req.status_code, 60, 30, 0xffff)
    lcd.print(req.text, 200, 30, 0xffff)
    pass
boton_dia.pressed(boton_dia_pressed)
del boton_dia_pressed

```

```

boton_aspirador = M5Btn(text='Button', x=125, y=34, w=70, h=70,
bg_c=0xFFFFFF, text_c=0xffff, font=FONT_MONT_14, parent=None)
def boton_aspirador_pressed():
    # global params
    req = urequests.request(method='PATCH', url='https://smart-house-ce3c0-
default-rtdb.firebaseio.com/Smart_House.json',json={'Aspirador':'1'},
headers={'Content-Type':'application/json'})
    lcd.print(req.status_code, 60, 30, 0xffff)
    lcd.print(req.text, 200, 30, 0xffff)
    pass
boton_aspirador.pressed(boton_aspirador_pressed)
del boton_aspirador_pressed

```

```

boton_comida = M5Btn(text='Button', x=234, y=34, w=70, h=70,
bg_c=0xFFFFFF, text_c=0xffff, font=FONT_MONT_14, parent=None)
def boton_comida_pressed():
    # global params

```

```

req = urequests.request(method='PATCH', url='https://smart-house-ce3c0-
default-rtdb.firebaseio.com/Smart_House.json',json={'Comida':'1'},
headers={'Content-Type':'application/json'})
lcd.print(req.status_code, 60, 30, 0xfffff)
lcd.print(req.text, 200, 30, 0xfffff)
pass
boton_comida.pressed(boton_comida_pressed)
del boton_comida_pressed

lcd.print('conectado', 0, 80, 0xfffff)

banio = M5Img("res/rubor.png", x=24, y=29, parent=None)
aspirador = M5Img("res/succionador.png", x=122, y=29, parent=None)
comida = M5Img("res/comer.png", x=229, y=29, parent=None)
luz_cuarto = M5Img("res/idea.png", x=19, y=134, parent=None)
luz_sala = M5Img("res/idea.png", x=229, y=134, parent=None)
dia = M5Img("res/dia.png", x=122, y=134, parent=None)

#while True:
# req = urequests.request(method='GET', url='https://smart-house-ce3c0-default-
# rtdb.firebaseio.com/Smart_House.json', headers={'Content-
# Type':'application/json; charset=utf-8'})
# lcd.print(((json.loads((req.text)))['Banio']), 0, 80, 0x000099)

```

### ANEXOS 3: Codificación Interruptor Inteligente #1

```
#include <ESP8266WiFi.h>

#include <FirebaseESP8266.h>

#define FIREBASE_HOST "smart-house-ce3c0-default-rtdb.firebaseio.com"

#define FIREBASE_AUTH
"DtesAq2Q7ZGrRDtWr1Qtuh2Rhlal0Vamp4KJQ7ns"

#define WIFI_SSID "Speedy Sofia Moya"

#define WIFI_PASSWORD "samantha1906"

FirebaseData firebaseData;

int Dev_1=0, boton=1, estado=0,estadoAnt=0, foco=0;

String Luz2="0";

void setup() {

    Serial.begin(9600);

    // connect to wifi.

    WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);

    Serial.print("connecting");

    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

        Serial.print(".");

        delay(500);

    }

    Serial.println();

    Serial.print("connected: ");
```

```

Serial.println(WiFi.localIP());

  Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);

  pinMode(Dev_1,OUTPUT);

  pinMode(boton,INPUT);

}

int n = 0;

void loop() {

if (Firebase.get(firebaseData,"Smart_House/Luz2")) {

  if (firebaseData.dataType() == "string") {

    Luz2 = firebaseData.stringData();

    if (Luz2=="1"){

      Serial.println("Rcvd D2 ON");

      digitalWrite(Dev_1,HIGH); //Device1 is ON

      foco=1;

    }

    else if (Luz2=="0"){

      Serial.println("Rcvd D2 OFF");

      digitalWrite(Dev_1,LOW); //Device1 if OFF

      foco=0;

    }

  }

}

delay(200);

estado=digitalRead(boton);

```

```
if (estado!=estadoAnt)//flanco subida
{
if (foco==1)
    foco=0;
else
    foco=1;
digitalWrite(Dev_1,foco);
Firebase.setString(firebaseData,"Smart_House/Luz2",String(foco));
}
estadoAnt=estado;
}
```

## ANEXOS 4: Codificación Interruptor Inteligente #2

```
#include <ESP8266WiFi.h>

#include <FirebaseESP8266.h>

#define FIREBASE_HOST "smart-house-ce3c0-default-rtdb.firebaseio.com"

#define FIREBASE_AUTH
"DtesAq2Q7ZGrRDtWrlQtuh2Rh1al0Vamp4KJQ7ns"

#define WIFI_SSID "Speedy Sofia Moya"

#define WIFI_PASSWORD "samantha1906"

FirebaseData firebaseData;

int Dev_1=0, boton=1, estado=0,estadoAnt=0, foco=0;

String Luz1="0";

void setup() {

    Serial.begin(9600);

    // connect to wifi.

    WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);

    Serial.print("connecting");

    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

        Serial.print(".");

        delay(500);

    }

    Serial.println();

    Serial.print("connected: ");

    Serial.println(WiFi.localIP());

    Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);

    pinMode(Dev_1,OUTPUT);

    pinMode(boton,INPUT);
```

```

}

int n = 0;

void loop() {

if (Firebase.get(firebaseData,"Smart_House/Luz1")) {

  if (firebaseData.dataType() == "string") {

    Luz1 = firebaseData.stringData();

    if (Luz1=="1"){

      Serial.println("Rcvd D2 ON");

      digitalWrite(Dev_1,HIGH); //Device1 is ON

      foco=1;

    }

    else if (Luz1=="0"){

      Serial.println("Rcvd D2 OFF");

      digitalWrite(Dev_1,LOW); //Device1 if OFF

      foco=0;

    }

  }

}

delay(200);

estado=digitalRead(boton);

if (estado!=estadoAnt)//flanco subida

{

if (foco==1)

  foco=0;

else

  foco=1;

digitalWrite(Dev_1,foco);

Firebase.setString(firebaseData,"Smart_House/Luz1",String(foco));

```

```
}  
estadoAnt=estado;  
}
```

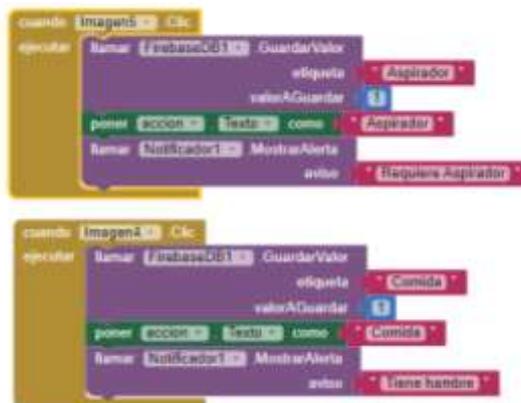
**ANEXOS 5:** Interfaz pantalla de inicio de la aplicación móvil



ANEXOS 6: Interfaz de la pantalla principal de la aplicación móvil



ANEXOS 7: Programación en bloque de la aplicación móvil

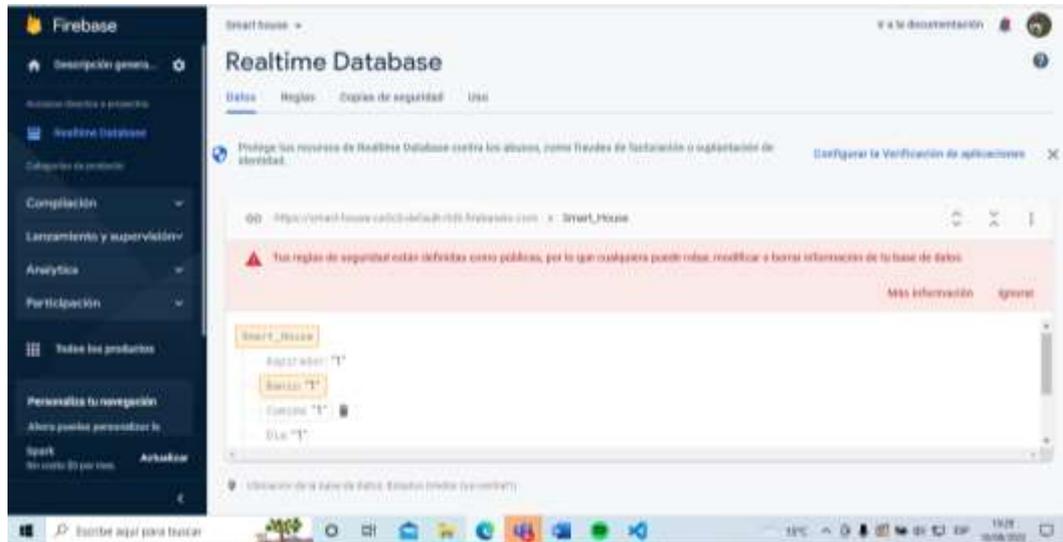


```
inicializar global BanderaLuz1 como 1
cuando Imagen11 Clic
ejecutar
  si
    tomar global BanderaLuz1
    entonces
      llamar FirebaseDB1 GuardarValor
        etiqueta Luz1
        valorAGuardar 0
      poner acción Texto como Luz1
      llamar Notificador1 MostrarAlerta
        aviso Luz del Cuarto Apagada
      poner global BanderaLuz1 a 0
    sino
      llamar FirebaseDB1 GuardarValor
        etiqueta Luz1
        valorAGuardar 1
      poner acción Texto como Luz1
      llamar Notificador1 MostrarAlerta
        aviso Luz del Cuarto Encendida
      poner global BanderaLuz1 a 1
```

```
inicializar global BanderaLuz2 como 1
cuando Imagen12 Clic
ejecutar
  si
    tomar global BanderaLuz2
    entonces
      llamar FirebaseDB1 GuardarValor
        etiqueta Luz2
        valorAGuardar 0
      poner acción Texto como Luz2
      llamar Notificador1 MostrarAlerta
        aviso Luz de la Sala Apagada
      poner global BanderaLuz2 a 0
    sino
      llamar FirebaseDB1 GuardarValor
        etiqueta Luz2
        valorAGuardar 1
      poner acción Texto como Luz2
      llamar Notificador1 MostrarAlerta
        aviso Luz de la Sala Encendida
      poner global BanderaLuz2 a 1
```

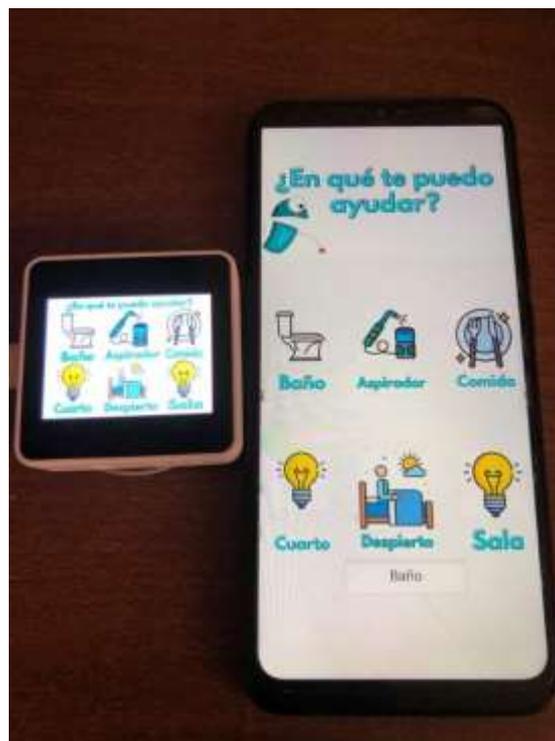
## ANEXOS 8: Pruebas de Integración

Se presenta todos los dispositivos conectados enviando datos a Firebase



## ANEXOS 9: Pruebas de Validación

Se puede verificar el correcto funcionamiento tanto del dispositivo y de la aplicación móvil.



**ANEXOS 10:** Instalación de interruptores en el hogar del paciente





## ANEXOS 11: Manual de Usuario

### M5Stack

Se presenta el manual de usuario del dispositivo de reconocimiento de voz, así como de la aplicación móvil.

El dispositivo de reconocimiento de voz, M5stack consta con una interfaz sencilla en donde se encuentran inmersos gráficos relacionados con las necesidades que se puede solicitar como de baño, ventana, comida, etc.

Para poder solicitar una necesidad se puede realizar de dos maneras. La primera forma consiste en que el dispositivo desde que se conecta a la red va a estar reconociendo la voz y el usuario puede decir una de las palabras clave, pronunciándolas con su voz para poder pedir esa necesidad.

La segunda forma es presionando uno de los gráficos configurados como botones que hacen relación a las necesidades que se puede solicitar, por ejemplo, presionamos la imagen del inodoro, esto quiere decir que se solicita la necesidad de ir al baño.



## Aplicación Móvil

La aplicación móvil es una interfaz sencilla e intuitiva que consta de dos pantallas. La primera pantalla es la de bienvenida y carga en donde se encuentra inmersa un logo representativo y la barra de carga de inicio para entrar a la pantalla principal.



En la segunda pantalla se encuentra un botón para conectarnos con el dispositivo de reconocimiento de voz. En esta pantalla únicamente llegarán todas las peticiones que el usuario solicite en forma de mensaje, a la vez se puede visualizar el gráfico relacionado con la necesidad solicitada.



## ANEXOS 12. Entrevista toma de requerimientos

### Universidad Tecnológica Indoamérica

#### Entrevista

Nombre de la Entrevistada: Carmen García

Fecha: 27 mayo 2022

Objetivos: Conocer todas las descripciones y requerimientos imprescindibles que necesita una persona con atrofia muscular espinal en su hogar o domicilio.

1. ¿Cuál es su nombre?
2. ¿De qué manera Benjamín se desenvuelve dentro del hogar?
3. ¿Cómo sabe cuándo Benjamín necesita algo?
4. ¿Qué tan familiarizados están con el uso de tecnologías?
5. ¿Cuál sería su perspectiva de utilizar dispositivos inteligentes?
6. ¿Cuál cree que sería el beneficio de implementar este tipo de ayuda para Benjamín?
7. ¿Cuál es el ambiente en el que pasa mayor tiempo Benjamín (sala/dormitorio)?

## **ANEXOS 13. Entrevista de satisfacción del sistema**

### **Universidad Tecnológica Indoamérica**

#### **Entrevista**

Nombre de la Entrevistada: Carmen García

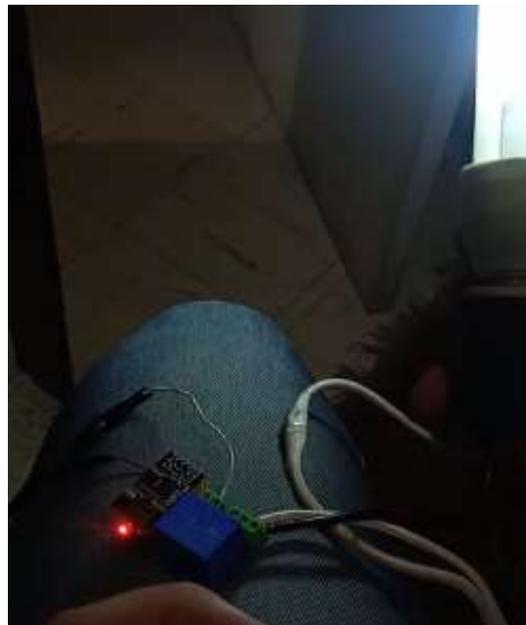
Fecha: 10 agosto 2022

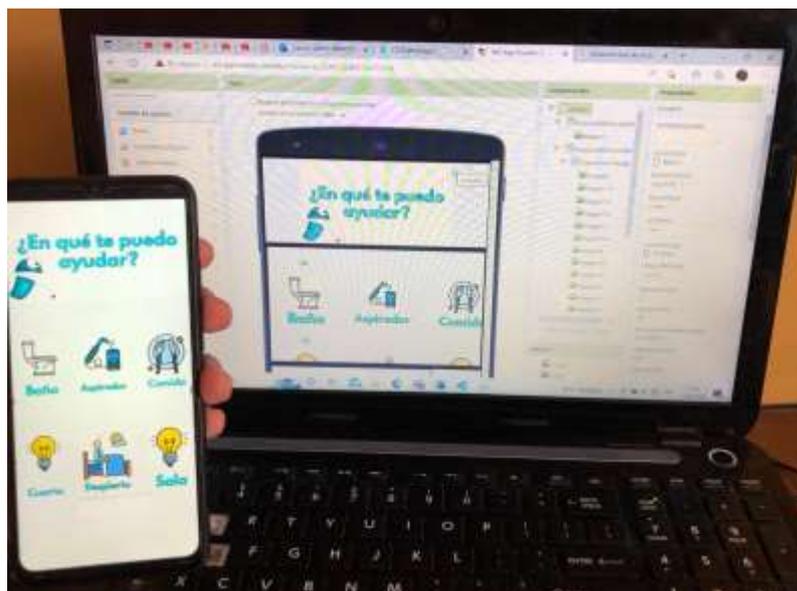
Objetivos: Conocer el grado de satisfacción acerca del sistema domótico implementado

1. ¿El dispositivo desarrollado supero sus expectativas?
2. ¿Qué problema resuelve en la vida de Benjamín este dispositivo?
3. ¿Cómo se siente Benjamín al utilizar el dispositivo?
4. ¿Qué tan satisfecha se encuentra con la implementación de estos dispositivos dentro de su hogar?

## ANEXO 14. Pruebas de Unidad

Se muestra el funcionamiento individual de cada elemento





ANEXO 15. Últimas pruebas del dispositivo





ANEXO 16. Entrega oficial del dispositivo



## ANEXO 17. Acta de conformidad

Ambato 09 de septiembre de 2022

Licenciada

María Belén Camino

**Directora del Centro de Rehabilitación Bendiciones**

De mis consideraciones

Con referencia a la petición brindada por el centro para el desarrollo e implementación de un "Sistema domótico mediante interruptores inteligentes para la asistencia a pacientes con deficiencias motoras del Centro de Rehabilitación "Bendiciones" de la ciudad de Ambato", por este medio realizo la entrega del dispositivo el cual cumple con los requerimientos expuestos por los beneficiarios. Dicho software cumplirá con el propósito de generar una aceptación a la tecnologías actuales, brindando ayuda e innovación dentro del área de la salud.

Por la atención a la presente, anticipo mi agradecimiento.

Atentamente,



William Eduardo Avila Armijos

180421888-9

<b>Ciente</b>	
Lic. María Belén Camino Directora del Centro de Rehabilitación Bendiciones	
<b>Entrega:</b>	Sistema domótico mediante interruptores inteligentes para la asistencia a pacientes con deficiencias motoras del Centro de Rehabilitación "Bendiciones" de la ciudad de Ambato
<b>Fecha:</b>	17-08-2022
<b>Elementos entregados</b>	
Sistema domótico mediante interruptores inteligentes para la asistencia a pacientes con deficiencias motoras del Centro de Rehabilitación "Bendiciones" de la ciudad de Ambato	
<b>El cliente recibe conforme</b>	<b>Entrega por el estudiante</b>
 Lic. María Belén Camino	 William Eduardo Avila Armijos

