



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

SISTEMA PORTÁTIL DE BAJO COSTO PARA EL  
DIAGNÓSTICO REMOTO DE FIBRILACIÓN AURICULAR EN  
ZONAS RURALES

LOW-COST PORTABLE SYSTEM FOR REMOTE DIAGNOSIS  
OF ATRIAL FIBRILLATION IN RURAL AREAS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO CIRUJANO

AUTORES

DIEGO ALEJANDRO LOAYZA GRAU

RODRIGO ANDRÉS PARIONA PINO

STEVE MC.QUEN VILCHEZ VALDIVIESO

ASESOR

JAVIER ARTURO BUSTOS PALOMINO

LIMA - PERÚ

2025



**ASESOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**ASESOR**

Mg. Javier Arturo Bustos Palomino

Departamento Académico de Clínicas Médicas

ORCID: 0000-0002-5797-3052

**Fecha de Aprobación:** 24 de enero del 2025

**Calificación:** Aprobado

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por haberme enseñado el valor de la perseverancia y el esfuerzo. Sin su guía y sacrificio, este logro no hubiera sido posible. Gracias a todos los que nos acompañaron y guiaron en este proceso y por ser la base sólida que nos ha permitido alcanzar nuestros primeros objetivos

## **AGRADECIMIENTOS**

Antes que todo, agradecemos a Dios por darnos fuerzas y guiarnos en este camino por ayudarnos a interiorizar los conocimientos y así mejorar cada día para ser los profesionales que nuestra sociedad necesita.

Al mismo tiempo, agradecemos a nuestro asesor, Dr. Javier Bustos Palomino, por su paciencia, esfuerzo y dedicación que han sido fundamentales para la elaboración de este proyecto.

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

Nosotros, Rodrigo Pariona Pino, Steve Vilchez Valdivieso y Diego Loayza Grau, integrantes del equipo de investigación declaramos no tener conflictos de interés.

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



SISTEMA PORTÁTIL DE BAJO COSTO PARA EL  
DIAGNÓSTICO REMOTO DE FIBRILACIÓN AURICULAR EN  
ZONAS RURALES

LOW-COST PORTABLE SYSTEM FOR REMOTE DIAGNOSIS  
OF ATRIAL FIBRILLATION IN RURAL AREAS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO CIRUJANO

#### AUTORES

DIEGO ALEJANDRO LOAYZA GRAU  
RODRIGO ANDRÉS PARIONA PINO  
STEVE MC.QUEN VILCHEZ VALDIVIESO

#### ASESOR

JAVIER ARTURO BUSTOS PALOMINO

LIMA - PERÚ  
2025

12% Similitud estándar Filtros

Fuentes Mostrar las fuentes solapadas

1	Internet	4%
ribuc.ucp.edu.co:8080		
12 bloques de texto 315 palabras que coinciden		
2	Internet	<1%
www.upch.edu.pe		
5 bloques de texto 50 palabras que coinciden		
3	Internet	<1%
hdl.handle.net		
1 bloques de bloques 40 palabras que coinciden		
4	Internet	<1%
www.slideshare.net		
4 bloques de texto 35 palabras que coinciden		
5	Internet	<1%
www.coursehero.com		
2 bloques de texto 28 palabras que coinciden		

## TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	7
III. MATERIALES Y METODOS	8
IV. RESULTADOS ESPERADOS	30
V. CONCLUSIONES	32
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	33
ANEXOS	

## RESUMEN

**Introducción:** La fibrilación auricular (FA) es la anormalidad más común del ritmo cardíaco, afecta sobre todo a población adulta mayor de 50 años, aproximadamente 1 de cada 5 eventos cerebrovasculares (ECV) sobre todo isquémicos que pueden ser atribuibles a FA. Actualmente el Perú está experimentando una transición epidemiológica, donde enfermedades crónicas como los ECV son cada vez más frecuentes. El diagnóstico de la FA se hace mediante el uso del electrocardiograma prolongado (ECG-Holter), el uso de este dispositivo está generalmente restringido a zonas urbanas y en gran parte a la atención privada de salud, desatendiendo a zonas rurales y pobres y lugares que carecen de especialistas. Existe evidencia de la disminución de ECV con el diagnóstico temprano y abordaje oportuno de las FA.

**Objetivos:** Evaluar un sistema de telemedicina para el diagnóstico, manejo y monitoreo remoto de la fibrilación auricular en zonas rurales. **Materiales y**

**Métodos:** Estudio multifásico, este proyecto será llevado a cabo en seis etapas individuales y consecutivas, que pretende desarrollar un sistema integrado de telemedicina que permita el diagnóstico, manejo y monitoreo de la FA con un sistema de ECG-holter rural y un programa de identificación automatizada y envío de alertas. Adicionalmente se evaluará la aceptación del uso y se implementarán dos pruebas en campo para garantizar la aplicabilidad de todo el sistema.

**Conclusiones:** Este proyecto responde a la necesidad de hacer accesible y oportuno el diagnóstico y monitoreo de la FA, mediante el uso de tecnologías y telemedicina, que van desde el desarrollo de un electrocardiógrafo de lectura prolongada portátil de bajo costo (Sonqo-Chuspa®), el desarrollo del software de reconocimiento automático de FA con una aplicación para Android para el manejo de alertas y la integración de esto al sistema de salud en condiciones rurales.

**Palabras claves:** Fibrilación auricular, electrocardiograma, eventos cerebrovasculares

## ABSTRACT

**Introduction:** Atrial fibrillation (AF) is the most common heart rhythm abnormality, affecting mainly the adult population over 50 years of age, approximately 1 in 5 cerebrovascular events (CVD), especially ischemic stroke, that can be attributable to AF. Currently, Peru is experiencing an epidemiological transition, where chronic diseases such as CVD are increasingly common. The diagnosis of AF is made through the use of the prolonged electrocardiogram (ECG-Holter), the use of this device is generally restricted to urban areas and largely to private health care, neglecting rural and poor areas and places that They lack specialists. There is evidence of a reduction in CVD with early diagnosis and timely management of AF. **Objectives:** Evaluate a telemedicine system for the diagnosis, management and remote monitoring of atrial fibrillation in rural areas. **Materials and Methods:** Multiphase study, this project will be carried out in six individual and consecutive stages, which aims to develop an integrated telemedicine system that allows the diagnosis, management and monitoring of AF with a rural ECG-Holter system and a program automated identification and sending of alerts. Additionally, the acceptance of use will be evaluated and two field tests will be implemented to guarantee the applicability of the entire system. **Conclusion:** This project responds to the need to make the diagnosis and monitoring of AF accessible and timely, through the use of technologies and telemedicine, ranging from the development of a low-cost portable prolonged-reading electrocardiograph (Sonqo-Chuspa®), the development of automatic AF recognition software with an application for Android for alert management and the integration of this to the health system in rural conditions.

**Keywords:** Atrial fibrillation, electrocardiogram, cerebrovascular events.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La fibrilación auricular (FA) es la alteración del ritmo cardíaco más común (taquiarritmia), especialmente en personas mayores de 50 años (1). Constituye un factor de riesgo significativo para el desarrollo de insuficiencia cardíaca y eventos cerebrovasculares (ECV), en su mayoría de tipo isquémicos (2). La FA se caracteriza por impulsos eléctricos erráticos en las aurículas, que pueden ser paroxísticos (si duran menos de 7 días) o persistentes (cuando se mantienen más de 7 días). La remodelación auricular continua puede transformar episodios autolimitados en FA permanentes (3). Esta irregularidad en el ritmo cardíaco provoca un flujo sanguíneo turbulento, lo que aumenta la formación de coágulos, que pueden causar un ECV (4).

Todos los tipos de FA incrementan hasta en 5 veces el riesgo de ECV (5, 6). Los factores de riesgos asociados incluyen la edad avanzada, el sexo masculino (7), diabetes mellitus, hipertensión arterial (8), enfermedades cardíacas o pulmonares subyacentes, el consumo excesivo de alcohol y tabaco, la obesidad (9) y la aterosclerosis (10). En países desarrollados aproximadamente el 50% de los pacientes con FA son mayores de 75 años (11). Estudios de proyección muestran que la prevalencia de FA alcanzará los 15.9 millones en América para el 2050 y los 17.9 millones en Europa para 2060 (12).

Los ECV causados por FA tienen mayor mortalidad y discapacidad comparado con otras etiologías por ejemplo insuficiencia cardíaca, embolia pulmonar o el desarrollo de otra arritmia debido principalmente a que es ocasionado por coágulos de mayor tamaño (13). Los ECV causados por FA tiene una letalidad de 20% y de los pacientes que sobreviven, el 60% presenta discapacidad crónica (14). La

asociación de FA y ECV es directamente proporcional con la edad del paciente, revelando un 6.7% en pacientes de 50-59 años y este mismo incrementa a 36.2% en pacientes de 80-89 años, no obstante, permanece indetectable en una larga proporción de pacientes, particularmente en adultos mayores. En Latinoamérica los pacientes con FA en hospitalización representan aproximadamente el 25% del total de casos estimados de FA. Un estudio realizado en 7 países, incluyendo el Perú, reveló que el 74,5 % de los casos de FA eran adultos  $\geq 60$  años de edad. La esperanza de vida al nacer ha crecido de 43.8 años a 76.8 años entre 1950 y 2019; además, a los 60 años, la esperanza de vida restante es de 13.3 años para los hombres y 14.3 años para las mujeres (15). Por otro lado, se tiene que considerar que los pacientes con FA que se encuentran hospitalizados tienen una tasa de supervivencia a los 10 años del 55.2% más una pérdida de la expectativa de vida de 2.6 años o 16.8% en sus expectativas de vida por FA, comparado con la población general (16).

Al aumentar la edad, la proporción de individuos con que reciben tratamiento se redujo en siete países. En el Perú la prevalencia de FA en población general es 1.55% y de acuerdo al grupo etario la proporción de FA hospitalaria es 0.41% (40 años - 49 años), 0.72% (50 años - 59 años), 2.24% (60 años - 69 años) 4.90% (70 años - 79 años) y 8.31% (>80 años). La prevalencia real en el Perú podría ser más de cuatro veces de acuerdo al estudio mencionado (17). Un estudio realizado en HNCH durante 2000-2009 revela que pacientes con FA tienen un riesgo del 12.9% de desarrollar cualquier tipo de ECV y un 16.9% a un ECV isquémico (18). En otro estudio elaborado en el norte del Perú (Tumbes) en el año 2021, se obtuvo una prevalencia de ECV de 7.05 por cada 1,000 habitantes y una alta tasa de mortalidad

que se atribuye al acceso restringido a servicios de salud en dicha zona rural, además de otros factores (19).

La prevención de eventos tromboembólicos en pacientes con fibrilación auricular (FA) se fundamenta en la evaluación del riesgo mediante el sistema de puntuación CHA2DS2-VASc, una versión actualizada y más detallada del score CHADS2 según **anexo 01** (20). Este modelo incorpora criterios clínicos específicos como insuficiencia cardíaca congestiva, hipertensión arterial, diabetes mellitus, antecedentes de accidente cerebrovascular (ACV), accidente isquémico transitorio (AIT) o tromboembolismo, enfermedad vascular, edad avanzada y género femenino. Según las guías actuales, una puntuación  $\geq 2$  en hombres y  $\geq 3$  en mujeres indica un riesgo significativo que justifica la iniciación de terapia preventiva, típicamente con anticoagulantes orales, para reducir la incidencia de ECV y sus complicaciones (20).

El tratamiento preventivo de ECV con anticoagulantes como la aspirina en pacientes con diagnóstico temprano FA es muy barato y efectivo. Adicionalmente si un paciente con FA y tratamiento anticoagulante sufre un ECV, el riesgo de muerte y daño severo es menor. El riesgo de ECV en pacientes con FA puede ser disminuido en un 61% con el uso de anticoagulación oral (21).

Se ha observado un crecimiento en la cantidad de investigaciones sobre Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito de la Arritmia Cardíaca, impulsado por dos factores clave. En primer lugar, las señales eléctricas y las imágenes se consideran datos ideales para el aprendizaje automático. En segundo lugar, la disponibilidad de grandes bases de datos, como el desafío Computing in Cardiology 2017/PhysioNet, ha facilitado la realización de estudios sobre IA en este campo (22).

La prueba diagnóstica de elección para FA es el monitoreo electrocardiográfico continuo (ECG Holter). El diagnóstico realizado con ECG de rutina realizado a nivel poblacional sólo diagnostica hasta un 20% de FA asintomáticas, mientras que este porcentaje se puede elevar a más del 50% con el uso de ECG-Holter (6, 23, 24). Lamentablemente el diagnóstico está limitado por la disponibilidad del ECG-holter y de especialistas para interpretar el diagnóstico e instalar y monitorear terapias anticoagulantes preventivas. La carencia de estos recursos en zonas rurales y alejadas hacen necesario el uso de tecnología para un diagnóstico y monitoreo remoto integrado que use un dispositivo de ECG-holter portátil barato, fácil de usar, aceptado por los pacientes y por los prestadores de servicios de salud (25).

Las tasas de fibrilación auricular (FA) y eventos cerebrovasculares (ECV), se irán incrementando en los siguientes años por el incremento de la esperanza de vida en el Perú, que aumenta la proporción de pacientes de edad avanzada y por otro lado por el incremento de los factores de riesgo como hipertensión arterial en un 53% y obesidad en un 49% asociados a la FA (8, 9). Los ECV son eventos que causan mucha secuela y significan una gran disminución en la calidad de vida de los pacientes y también comportan una carga económica importante para los familiares y el sistema de salud.

La relevancia de este estudio está en hacer accesible el diagnóstico de FA en zonas remotas y rurales donde los ECG-Holter no están disponibles y no es posible tener a un especialista (cardiólogo, internista, geriatra, etc) para el diagnóstico, manejo inmediato y monitoreo de esta condición. La tecnología actual nos va a permitir desarrollar un sistema de telemedicina integrado barato, usable, accesible y

aceptado por la comunidad e interpretable y útil para los centros de salud de zonas excluidas.

El estudio propone desarrollar, evaluar, validar e implementar un sistema de telemedicina para el diagnóstico y monitoreo remoto de FA en zonas rurales, con el propósito de disminuir la incidencia de ECV. Actualmente existe tecnología que permite el desarrollo de dispositivos de lectura de la actividad eléctrica por periodos prolongados a costos accesibles para el sistema de salud público. Así mismo, estos dispositivos pueden transmitir las lecturas electrocardiográficas de modo inalámbrico a terminales remotas a través de internet, lo cual permite su uso en lugares donde no se cuente con especialistas para su lectura e interpretación. Adicionalmente este proyecto contempla el desarrollo de un programa para el reconocimiento automatizado de la FA, con lo que en un tamizaje inicial y en el monitoreo posterior, se puede prescindir de especialistas in situ en el diagnóstico inicial.

El proyecto tendrá un gran impacto en el tratamiento preventivo de los ECV, dado que una vez diagnosticada la FA, la incidencia de ECV a causa de esta arritmia puede ser disminuida hasta en un 61% con tratamiento anticoagulante preventivo (21). Con un diagnóstico temprano y un tratamiento y monitoreo preventivo tendrá un efecto importante en la salud pública del Perú y de países en desarrollo que se puedan beneficiarse de los resultados y productos de este estudio. Este estudio adicionalmente evaluará la adopción de este sistema integrado por la población objetivo y por el personal de salud. Esta evaluación nos permitirá identificar los factores que puedan poner en riesgo el uso efectivo de este sistema integrado de telemedicina (26). Finalmente, el último componente evaluará la prevalencia de la

FA y los factores de riesgo asociados. Esta información no existe actualmente y nos permitirá tener una estimación real del verdadero impacto de implementar este sistema integrado de telemedicina como un programa nacional.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

Evaluar un sistema de telemedicina para el diagnóstico, manejo y monitoreo remoto de la fibrilación auricular en zonas rurales.

### **Objetivo específico:**

1. Desarrollar un dispositivo de lectura de la actividad cardiaca por periodos prolongados rural (ECG-Holter portátil - Sonqo-Chuspa®).
2. Impulsar un software de reconocimiento automático de fibrilación auricular.
3. Realizar una aplicación para el manejo de alertas (Sonqo-App®).
4. Validar el uso del dispositivo en pacientes hospitalarios.
5. Ajustar el uso del dispositivo en una población rural y en un centro de salud asistencial piloto.
6. Ajustar la validez del dispositivo Sonqo-Chuspa® y del sistema integrado en condiciones de campo.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El propósito de este proyecto es desarrollar un sistema integrado de telemedicina (TeleSonqo) que permitirá el diagnóstico, manejo y monitoreo de la FA con un sistema de ECG-holter rural y un programa de identificación automatizada y envío de alertas. Adicionalmente se evaluará la aceptación del uso y se implementarán dos pruebas en campo (una prueba piloto y otra poblacional) para garantizar la aplicabilidad de todo el sistema. Este proyecto será llevado a cabo en seis etapas individuales y consecutivas.

#### 1. Diseño planteado:

Se plantea un diseño multifásico, que involucra 6 fases de intervención, que abordan desde el diseño y desarrollo del dispositivo y software de reconocimiento automático, desarrollo de una aplicación móvil, validación en escenario controlado, evaluación de usabilidad e implementación del dispositivo Sonqo-Chuspa®.

**Fase I: Diseño y desarrollo de un dispositivo de lectura de actividad cardiaca por periodos prolongados ECG-holter portátil rural. (Sonqo-Chuspa®).**

**Primero** se construirán dos prototipos en los cuales se realizarán todos los ensayos de configuración y transmisión de datos. Básicamente el prototipo estará integrado por tres elementos: (1) un microcontrolador que albergará todas las instrucciones e integrará todas las funciones, (2) un integrado

(HEART RATE MONITOR) de la marca SPARKFUN encargado de la captación de las señales médicas a través de los sensores conectados hacia su circuito y finalmente por (3) un módulo de sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) y General Packet Radio Service (GPRS) más una tarjeta Mini-SIM de un operador móvil seleccionado (Telefónica, Claro, Bitel o Entel; el mismo que proporcione la IP pública para el servidor central), que servirá para la transmisión vía GPRS de los datos hacia el servidor central vía internet. Las tarjetas Mini-SIM a adquirir serán de dos generaciones de red: 3G y 4G, para las pruebas iniciales (dos prototipos). Estas cuatro partes se acoplarán en una primera etapa (dos prototipos). Adicionalmente se utilizará una batería tipo polímero de litio (LIPO) para un monitoreo de 48 horas y un cargador tipo celular.

**Segundo:** la configuración de todo el dispositivo se realizará a través del microcontrolador arduino, esto consistirá en: Configuración de puertos, definición de funciones, comunicación con el módulo GSM & GPRS, prueba de la transmisión de datos, consumo de energía, consumo de datos, tiempo de respuesta y finalmente se documentará todo en un manual de usuario.

**Fase II: Desarrollo del software de reconocimiento automático de fibrilación auricular.**

**Primero,** para la evaluación de la detección del segmento QRS, los registros de las bases de datos estarán ordenados en tres archivos: [.atr (references annotations)], [.dat (signals)] y [hea (header)], la clase BDAC (Beat Detect And Classif) contiene las funciones para importar los datos de entrada (.dat) <http://www.eplimited.com/software.htm>.

Luego se realizará el preprocesamiento de las señales (archivo .dat), el cual consiste en el filtrado digital (pasabanda, aplicación de la primera derivada, valor absoluto y promediando el valor absoluto por el tramo de la ventana). El filtrado digital se utilizará para facilitar la detección del complejo QRS y de la onda R (para la detección posterior de las series temporales de tramos RR). Para este paso utilizaremos las funciones de la clase QRSFILT (Filter functions for QRS detection).

Posteriormente se detectará el segmento QRS: la detección del segmento consiste en detectar los picos más altos de los registros, cada pico corresponderá a una onda R. Para la detección se utilizarán las funciones de la clase QRSDT2 (Simplified and improved QRS detector functions).

Simultáneamente se aplican reglas de decisión para distinguir entre ruido y segmento QRS utilizando las funciones de la clase NOISECHK (Functions for detecting low frequency noise). Cada vez que se detecta un segmento QRS este es anotado por la clase BDAC realizando un análisis tramo a tramo (ventanas de latidos)

<http://www.physionet.org/physiobank/database/mitdb/>.

**Segundo**, para la evaluación de la detección del ritmo cardiaco normal (Clasificación según el segmento QRS en normal o anormal); cada 8 segmentos QRS detectados son promediados y utilizados como el valor umbral para la detección del siguiente segmento QRS, de la misma forma se realiza para los segmentos considerados como ruido; el umbral de detección utiliza estos dos valores. De esta forma se pueden calcular los tramos RR en función al umbral de detección calculado en base a la media de los 8 picos más recientes del segmento QRS. Este paso lo realiza la clase QRSDet2. Finalmente utilizando las funciones de la clase CLASSIFY (Functions for classifying beats) se compararon los latidos (intervalos del tramo RR) y se compararán con los encontrados previamente. Luego las funciones de la clase RYTHMCHK (Functions for classifying R-to-R intervals) clasificarán los tramos RR en normales, prematuros o aquellos que constituirían una pausa compensatoria. Esta clasificación retorna a la clase BDAC para el posterior reconocimiento del tipo de arritmia.

**Tercero**, para la detección de la Fibrilación auricular, se utilizará un desplazamiento de ventana de 35 latidos estándar. Una vez clasificados los tramos RR y considerando sólo aquellos que representan una pausa, se evaluará su duración y dispersión (latido-duración de tramo RR). Posteriormente se evaluarán las repeticiones de los tramos RR de características similares a lo largo de la ventana evaluada. Estas funciones se realizan a través de los métodos VFON y VFOFF de la librería WFDB

(Waveform Database). Estas funciones también permiten reconocer y diferenciar arritmias tipo flutter (diente de sierra) las cuales al tener un patrón diferente a la fibrilación auricular en cuanto a su dispersión y duración permite su identificación. Para este último paso se utilizará la función EPICMP (standard episode-by-episode annotation comparator) la cual compara el patrón de los latidos no normales identificados previamente, con los patrones de fibrilación auricular, fibrilación ventricular y el segmento ST. Así también genera una lista de caracteres de cada tramo o latido la cual permitirá reentrenar los patrones que se usan para su comparación. (<http://www.physionet.org/physiotools/wag/wag.pdf>).

**Cuarto**, buscaremos la validación del software de reconocimiento automático, mediante la determinación de la sensibilidad y especificidad del algoritmo en el diagnóstico de FA con datos electrónicos existentes (data training & testing).

### **Fase III: Desarrollo de una aplicación Android para el manejo de alertas.**

En esta fase se contempla, **primero**; el desarrollo del software del servidor propiamente basado en MVC (modelo, vista, controlador), el software será desarrollado con una estructura de Clases para especificar las clases necesarias para suplir las necesidades de gestión planteadas Modelo Vista Controlador al ser una aplicación enfocada no sólo como servidor sino

como usuario se considerará una capa de vista. Estará desarrollada bajo el paradigma de programación orientada a objetos, por lo que se propone el diagrama de casos de uso para plasmar las funcionalidades de la aplicación y actores relacionados con cada una y el diagrama.

**Segundo**, se plantea el diseño y desarrollo del servidor web, el desarrollo del servidor web APACHE basado en PHP se utilizará la herramienta desarrolladora PHPeasy. El sistema se conectará al servidor de base de datos MySQL y constará de una parte Android que será el cliente que se conectará al servidor APACHE. Este sistema web tendrá un foro en el cual la página web mostrará los gráficos de los registros del electrocardiograma de los pacientes, así como el registro de los episodios de fibrilación auricular según sea el tipo de usuario que ingrese al sistema web.

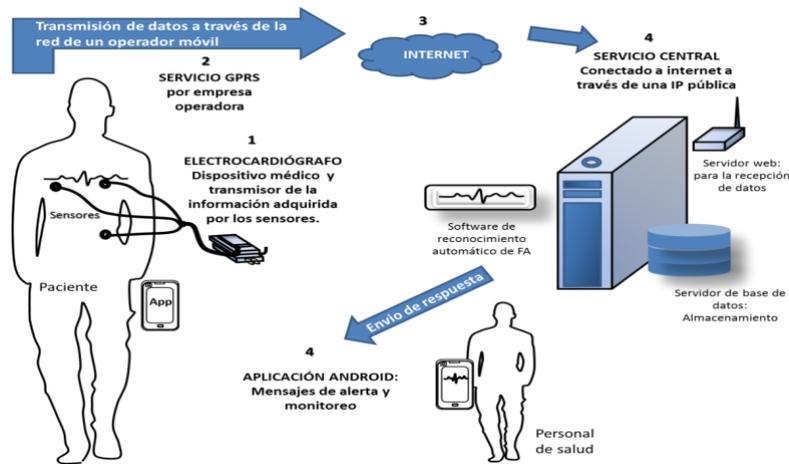
**Tercero**, Se efectuará el diseño y desarrollo del sistema de almacenamiento, el Sistema de gestión de base de datos Open Source, MySQL será usado para construir el sistema de almacenamiento del servidor de base de datos. El diseño se realizará utilizando el software NAVICAT. Para ello:

1. Se realizará un documento de requerimientos para el almacén de datos, especificando las relaciones que tendrán las entidades y los datos a registrar.
2. Se elaborará el diagrama entidad-relación del sistema. Tercero se elaborará un diagrama relacional y

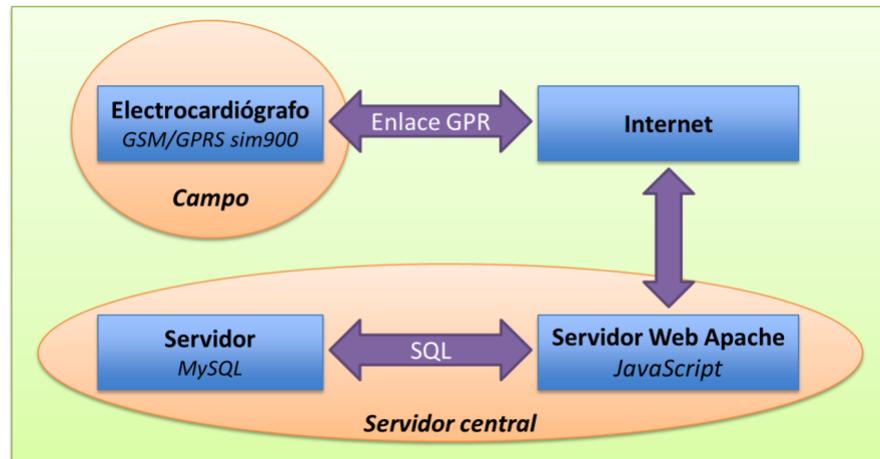
3. Se elaborará el diccionario de datos.

La construcción en sí del sistema de almacenamiento también se realizará utilizando el software NAVICAT. Primero se realizará la instalación de Base de datos y sistema de gestión. Luego se crearán las cuentas de usuario para la seguridad y gestión del sistema. Se crearán las tablas y sus relaciones. Y la última fase será una prueba de funcionamiento con datos de prueba.

**Cuarto**, Se efectuará el diseño de redes, el sistema de transmisión se compondrá por los siguientes elementos: El **punto 1**, se compone de un Arduino R1, un integrado AD8232 y un módulo shield GSM/GPRS. El Arduino R1 recopilará y procesará las señales provenientes de los sensores instalados en el integrado AD8232, y por medio del módulo shield GSM/GPRS se transmitirán los datos al servidor central a través de la red de un operador móvil. El módulo al tener instalado una sim-card de un operador móvil y un nombre de punto de acceso (APN) configurado correspondiente para dicho operador puede transmitir la información a través del servicio GPRS prestado por la empresa operadora (**punto 2**), de esta manera poder acceder a Internet (**punto 3**) y almacenar las medidas obtenidas por los sensores en el Servidor Central (**punto 4**) conectado a Internet a través de una IP pública, consta de un servidor web para la recepción de datos, su posterior almacenamiento en el servidor de base de datos, y el envío de la respuesta hacia una aplicación Android (**punto 5**).



**Fig 1:** Diseño de red.



**Fig 2:** Diseño de la transmisión y almacenamiento de datos

**Quinto.** Se efectuará el diseño de la transmisión y almacenamiento de datos; la transmisión inicia cuando el dispositivo de medición (electrocardiógrafo) toma las señales médicas y las envía como datos a través de un enlace GPRS al servidor web a través de un HTTP Request con un método GET en PHP, gracias a la implementación del módulo GSM/GPRS instalado y configurado en el mismo dispositivo de medición. Luego el servidor web gestiona la inserción de los datos de medición en el servidor de base de datos a través de sentencias SQL, la respuesta obtenida

por el electrocardiógrafo al realizar el HTTP Request se compone de la confirmación de inserción de los datos, para de esta manera lograr una comunicación en ambos sentidos con un mismo método, optimizando el recurso de datos. La respuesta obtenida del método GET a su vez es procesada y enviada por medio del servidor web a la aplicación Android.

**Sexto**, Se efectuará el desarrollo de la aplicación Android [Sonqo-App®] para la administración de alertas; esta aplicación permitirá recibir alertas de los episodios de fibrilación auricular detectados a tiempo real, y consultar el registro de episodios detectados; así mismo visualizar (gráficos estándar del electrocardiograma) de forma sincrónica las señales captadas por los sensores. La aplicación permitirá realizar consultas a la base de datos MySQL alojada en un servidor web Apache dependiendo del tipo de usuario/cliente registrado (Paciente, personal de salud o administrador de base de datos). Para su desarrollo se utilizará el SDK de Android (Software Development Kit).

#### **Fase IV: Validación del programa y de reconocimiento automatizado de FA y del dispositivo en pacientes hospitalarios.**

En esta fase se contempla, **primero**; se evaluará la validez (sensibilidad y especificidad) del dispositivo para el diagnóstico remoto de FA (Sonqo-Chuspa®) en pacientes que se realizan el diagnóstico de FA con el método estándar (EKG-Holter) por indicación médica.

**Segundo**; se evaluará la determinación de la usabilidad del dispositivo en pacientes hospitalarios, a los participantes del estudio

**Fase V: Evaluación usabilidad del dispositivo en una población y centro asistencial piloto.**

En esta fase se contempla, **primero**; se desarrollará un estudio de la aceptación del uso del dispositivo en la población objetivo piloto.

**Segundo**, se desarrollará una evaluación del uso del sistema integral por el personal de salud. Los indicadores de uso serán evaluados según los siguientes parámetros.

- Grado de dificultad para convencer a las personas de esta evaluación.
- Confiabilidad del resultado. Entrevista al encargado del centro de salud.
- Tiempo transcurrido entre la obtención y la lectura de los resultados.
- Tiempo transcurrido entre la lectura de los resultados y la comunicación de los resultados a los participantes.
- Precisión en la comunicación de los resultados e indicaciones. (se espera al menos un 15% de resultados positivos a FA, 3-4 personas).

**Fase VI: Evaluación de la implementación del dispositivo Sonqo-Chuspa® y del diagnóstico remoto en condiciones de campo.**

En esta fase se contempla, **primero**; se evalúa la aplicación del dispositivo en la población objetivo y análisis de la usabilidad, mediante la evaluación

de la viabilidad de la aplicación del sistema de diagnóstico remoto en toda la población objetivo (>50 años) de 4 centros de salud dispositivo.

Segundo; se plantea la evaluación de la validez y el valor predictivo del dispositivo en condiciones rurales. A todos los casos positivos (aprox. 40 considerando un 10% de prevalencia de FA) y a un número similar de controles, se les hará una evaluación con el ECG-Holter estándar para evaluar el valor predictivo positivo y negativo del dispositivo Sonqo-Chuspa en condiciones de campo. Los resultados del ECG-Holter estándar serán leídos por un cardiólogo.

## **2. Población:**

Por la naturaleza del estudio, en las tres primeras fases se contempla el diseño y desarrollo del ECG-Holter portátil rural, el desarrollo del software de reconocimiento automático de fibrilación auricular y el desarrollo de una aplicación Android para el manejo de alertas, hecho que no involucra la participación de sujetos en investigación.

En la fase 4, se propone involucrar a pacientes mayores de 50 años que acuden a un hospital de referencia en Lima.

En la fase 5, se propone involucrar a pacientes de zonas rurales del departamento de Tumbes que acuden a cuatro Centros de Salud.

En la fase 6, se propone involucrar personas mayores de 50 años residentes en zonas rurales del Departamento de Tumbes, y que acuden a uno de los cuatro Centros de Salud seleccionados.

### 3. Criterios de Elegibilidad:

#### Criterios de Inclusión:

- **Fase IV:** Adulto mayor de 50 años de ambos sexos, que acuden a un centro hospitalario de referencia. Consentir su participación libre e informada en el estudio.
- **Fase V:** Adulto mayor de 50 años de ambos sexos, que acuden a establecimientos de salud del primer nivel. Consentir su participación libre e informada en el estudio.
- **Fase VI:** Adulto mayor de 50 años de ambos sexos, residente en las zonas de estudio. Consentir su participación libre e informada en el estudio.

#### Criterios de exclusión:

- **Fase IV:** Personas con uso de anticoagulantes, pacientes con insuficiencia cardiaca congestiva y pacientes con uso de antiarrítmicos.
- **Fase V:** Personas con sintomatología relacionada a FA, uso de anticoagulantes, pacientes con insuficiencia cardiaca congestiva y pacientes con uso de antiarrítmicos.
- **Fase VI:** Personas con sintomatología relacionada a FA, uso de anticoagulantes, pacientes con insuficiencia cardiaca congestiva y pacientes con uso de antiarrítmicos.

#### **4. Muestra:**

Según lo detallado previamente, por la naturaleza del estudio, en las tres primeras fases no se contempla involucrar la participación de sujetos en investigación.

En la fase 4, se propone involucrar aproximadamente a ~100 pacientes mayores de 50 años que se realizarán la evaluación de FA usando el EKG-Holter convencional. Se evaluarán a 50 pacientes con resultado positivo a FA y a 50 pacientes con resultado negativo.

En la fase 5, se propone involucrar aproximadamente a ~20 personas sanas mayores de 50 años de una zona rural (Tumbes), distribuidas en cuatro Centros de Salud distintos (5 personas por centro).

En la fase 6, se propone involucrar aproximadamente a 400 personas mayores de 50 años residentes en zonas rurales (Tumbes), que acuden a uno de los cuatro Centros de Salud seleccionados (~100 personas por centro).

#### **5. Definición operacional de las variables:**

Variable dependiente: Fibrilación auricular

- Variable de tipo categórica dicotómica en escala de medición nominal.

Se define conceptualmente como la presencia de impulsos eléctricos erráticos de la aurícula que pueden ser paroxísticos si duran menos de 7 días, o persistentes a partir de los 7 días en adelante.

Operacionalmente, se define al reporte del dispositivo emitiendo la presencia o ausencia de estos impulsos eléctricos erráticos de la aurícula.

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>definición operacional</b>	<b>valores posibles</b>	<b>Criterios de medición</b>	<b>tipo de variable</b>
Sexo	Según la OMS, hace referencia a las características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres	Sexo biológico	0=Mujer 1=hombre	0=Mujer 1=hombre	Categórica dicotómica
Edad	Lapso de tiempo en años que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de la participación en el estudio	¿Qué edad tiene en años cumplidos?	Expresados en años	Edad cumplida al momento de la encuesta	Numérica
Índice de masa corporal	Un índice simple de peso para la talla que se utiliza comúnmente para clasificar el sobrepeso y la obesidad en adultos es el índice de masa corporal (IMC). Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilogramos por el	Relación entre el peso y la talla del paciente	Expresado en kg/m <sup>2</sup>	Valor calculado al momento del enrolamiento	Numérica

	cuadrado de la altura en metros.				
Grado de instrucción	Nivel de educación alcanzado	Cuántos años ha estudiado, desde primaria.	Expresados en años	Años de estudio al momento de la encuesta.	Numérica
Fumar	“Aspirar y despedir el humo del tabaco”	Dato referido por el participante	0 = No refiere 1 = Refiere	0 = No refiere 1 = Refiere	Catagórica dicotómica
Diabetes	“La OMS define a la glucosa entre los márgenes de 110-125 mg/dl, siendo un azúcar de composición simple.”	Dato referido por el participante según su historial médico	0 = No refiere 1 = Refiere	0 = No refiere 1 = Refiere	Catagórica dicotómica

## 6. Procedimientos y técnicas:

Según lo detallado previamente, **en la Fase I**, se contempla un trabajo en laboratorio para el diseño y desarrollo del dispositivo de lectura de actividad cardiaca por periodos prolongados ECG-holter portátil rural (Sonqo-Chuspa®), se realizará el diseño de placa que incorporará todos los elementos y un case para proteger los componentes electrónicos para cada una de las 40 unidades a construir. También se utilizarán para estas

primeras pruebas miniservidores para evaluar la conectividad y transmisión de datos desde una IP fija. La tecnología a utilizar será la desarrollada bajo la marca ARDUINO y ROBOTSHOP.

**En la fase II**, se contempla inicialmente el trabajo en gabinete para el desarrollo del software de reconocimiento automático de fibrilación auricular, se propone identificar el método de detección de fibrilación auricular, que se basará en el análisis de la variabilidad del ritmo cardíaco. Se utilizarán las librerías de acceso gratuito OSEA (EP-LIMITED) proporcionadas por el NIH (<http://www.eplimited.com/software.htm>) traducidas a lenguaje JAVA. Los datos para desarrollar y evaluar la funcionalidad del algoritmo provendrán de las bases de datos gratuitas existentes en los servidores web: MIT/BIH Arrhythmia (<http://www.physionet.org/physiobank/database/mitdb/>) y AHA database (<http://www.physionet.org/physiobank/database/ahadb/>). Para la validación del algoritmo se utilizaron tres bases de datos clasificadas como a) personas sanas, b) personas con episodios de fibrilación auricular y una adicional con c) personas que presentan otros tipos de arritmia diferentes a la fibrilación auricular. Las bases de datos tendrán registros de 30 pacientes con 48 horas de seguimiento cada uno, adicionalmente un experto (cardiólogo) anotará en los archivos el comienzo y fin de la fibrilación auricular y el de las otras arritmias. Las bases provendrán de un hospital peruano.

**En la fase III**, se contempla trabajo de gabinete para el desarrollo de la aplicación Android para el manejo de alertas. Se realizará un estudio de

funcionalidad dónde se evaluarán los criterios de recepción de datos (visualización de los gráficos de electrocardiograma, y alarmas de episodios de fibrilación auricular), envío de consultas (registro de episodios durante las 48 horas de seguimiento), así como su integración al sistema operativo tipo Android y finalmente un estudio de usabilidad de la aplicación hacia los tres principales tipo de usuario/clientes (personal de salud, paciente y personal de soporte técnico).

**En la fase IV**, para la validación del programa y de reconocimiento automatizado de FA y del dispositivo en pacientes hospitalarios, se desarrollará un estudio transversal donde se realizará el examen con el dispositivo desarrollado a 100 pacientes que se realizaron la evaluación de FA usando el ECG-Holter convencional. Se evaluaron 50 pacientes con resultado positivo a FA y 50 pacientes con resultado negativo. A estos pacientes se les pedirá que usen el dispositivo por 48 horas, a los 7 días de haberse realizado la prueba con el ECG-Holter estándar. Este estudio se llevará a cabo en un establecimiento de salud.

- Se aplicará una entrevista estructurada para evaluar la aceptación del uso (usabilidad) del dispositivo desarrollado en este proyecto. Para la evaluación de la usabilidad se seguirán los métodos expuestos por Ehmen y colaboradores (25). Orientado a recibir sugerencias para mejoras con respecto al color, material, acabados, etc. La evaluación de esta medición será cualitativa.
- Evaluación por un experto (fisioterapeuta), que documentará la naturaleza y la intensidad de la dificultad de los participantes que se

demonstraron durante la manipulación de los dispositivos. También se documentará el tiempo utilizado para realizar tareas específicas, así como la frecuencia e intensidad de cualquier evento adverso, especialmente irritación de la piel.

- Uso de un cuestionario, para obtener la opinión subjetiva de cada participante con respecto a las preferencias entre los dispositivos. Se evaluarán los siguientes aspectos: (1) Bonito/feo (2) frágil/robusto (3) Duro/suave (4) Cómodo/incómodo (5) Creativo/falto de creatividad (6) Fácil de usar/ Difícil de usar (7) Flexible/rígido (8) Funcional/no funcional (9) Higiénico/No higiénico (10) Ligera/pesado (11) pequeño/grande (12) Mala calidad/ buena calidad (13) Moderno/antiguo (13) Estético/ antiestético (14) sólido(fuerte) /débil (15) Fácil de usar/complicado de usar (16) Fácil de lavar/difícil de lavar (17) Se acomoda bien/no se acomoda bien (18) fácil de manejar / difícil de manejar.

**La fase IV**, también involucrará la participación del del equipo de investigación, para supervisar las actividades. Para la ejecución de este componente también se contará con profesionales de la salud (4 colaboradores) para los procedimientos y la aplicación de encuestas. Los cardiólogos se encargarán de la interpretación de los resultados tanto del ECG-holter estándar y del dispositivo Sonqo-Chuspa, todos los registros serán leídos por los dos cardiólogos y las discrepancias serán resueltas por el equipo de investigación. El fisioterapeuta participará en la evaluación de la usabilidad de los dispositivos.

**En la fase V**, se contempla la evaluación usabilidad del dispositivo en una población y centro asistencial piloto, En este centro asistencial piloto, se enrolará a 20 personas sanas mayores de 50 años en una zona rural (Tumbes) y en cuatro centros de salud distintos (5 personas por centro). En un primer grupo de 10 personas se colocará el dispositivo diseñado en este estudio por 48 horas y una semana después se les colocará, también por 48 horas el ECG-Holter estándar y en un segundo grupo de 10 personas se colocará primero el ECG-Holter estándar y una semana después el dispositivo creado por el estudio. Se harán las tres evaluaciones propuestas, una entrevista estructurada, evaluación por un experto (fisioterapeuta) y uso de un cuestionario.

**La fase V** también contempla, de acuerdo a los resultados de las intervenciones se harán las modificaciones para mejorar la usabilidad del sistema de diagnóstico remoto de FA. Este componente involucrará la participación del investigador principal y del equipo de investigadores, para supervisar las actividades. Para la ejecución de este componente también se contará con profesionales de la salud para los procedimientos y la aplicación de encuestas (4, una por cada establecimiento de salud). El personal de salud, será de los mismos centros de salud participantes. Cardiólogos se encargarán de la interpretación de los resultados tanto del ECG-holter estándar y del dispositivo Sonqo-Chuspa, todos los registros serán leídos por dos cardiólogos y las discrepancias serán resueltas con el equipo de investigación. El fisioterapeuta participará en la evaluación de

la usabilidad de los dispositivos. Se buscará el soporte de investigadores asociados, en el funcionamiento de todo el sistema de diagnóstico remoto.

**En la Fase VI**, para evaluar la viabilidad de la aplicación de todo el sistema de diagnóstico remoto en toda la población objetivo de 4 centros de salud. Se tomarán 4 centros de salud en el departamento de Tumbes donde el Centro de salud global tiene establecido sus facilidades y cuentan con las capacidades logísticas para implementar esta intervención en cuatro centros de salud. Se involucran 4 centros de salud con una población objetiva de ~400 participantes. Identificar prevalencia de los factores de riesgo en población de estudio.

## **7. Analítica de datos obtenidos**

Una vez colectados los datos en campo se procederá a ingresar la información de los formatos de campo al sistema TMB01 del Centro de Salud Global – Tumbes, mediante códigos. La digitación y control de calidad de los datos (congruencia de data y registros) se realizará periódicamente por el coordinador de informática con la finalidad de captar y corregir errores inmediatamente en una base de datos en SQL Server 2005 con administrador corporativo en las versiones 2015 y 2020, exportados a una base de datos en Excel, para el análisis de congruencias. Para el análisis descriptivo, se presentarán medidas de tendencia central y dispersión si se trata de variables numéricas según el tipo de distribución, mientras que para las variables categóricas se obtendrán frecuencias absolutas y porcentajes.

Para el análisis bivariado, se usarán las pruebas de asociación (Chi cuadrado) o test exacto de Fisher, para variables categóricas; previa evaluación de los supuestos de las pruebas. Para las pruebas de asociación de las variables numéricas se utilizará la prueba t de Student, prueba de U-Mann-Whitney de acuerdo a la evaluación de los supuestos de las pruebas (27).

Para la “determinación de los índices diagnósticos: Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo, serán calculados como proporciones con sus intervalos de confianza calculados con un nivel de confianza del 95%, el análisis estadístico se realizará con Stata V18.5 (College Station, Texas 77845 USA).

## **8. Consideraciones éticas y diseminación**

Para garantizar la confidencialidad de los datos se generará a cada participante un código único (autogenerado), el mismo que constará de 5 letras (4 de ellas iniciales de los nombres y la quinta corresponde al sexo del participante) y 7 números (correlativos aleatorios generados al ingreso en la base de datos), esto nos permitirá luego identificar al paciente por este código único.

Para garantizar el cumplimiento de la normatividad ética, este protocolo será registrado en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI) de la Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT). Además, el protocolo será sometido a una evaluación previa por parte del Comité de Ética de la

Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIE-UPCH) antes de llevarse a cabo. Durante la realización del estudio, se seguirán estrictamente los principios éticos y se acatarán las sugerencias realizadas por el CIE-UPCH.

Como se trata de un estudio en el que se interactuará directamente con seres humanos previo a la realización del mismo, se requerirá previamente la aprobación del Comité de Ética. Con esta investigación se pretende contribuir al cuidado de la salud, basados en los principios éticos de justicia, beneficencia y respeto, se firmará un consentimiento informado que acredite la comprensión y disposición voluntaria de los participantes.

## **9. Limitaciones**

Contemplamos que la principal limitante será la económica, basados en que en cada fase del estudio existen requerimientos técnicos y logísticos necesarios para cumplir los objetivos que implican la necesidad de recursos económicos para el cumplimiento de lo planificado. Sin embargo, luego de aprobarse la propuesta, postularemos a fondos concursables con la finalidad de obtener el soporte necesario.

Los resultados tendrán validez interna, debido a que contarán con supervisión de parte del equipo de investigación. Sin embargo, consideramos, que los resultados servirán de base para futuras propuestas que busquen escalar nuestros hallazgos, haciendo uso de marcos conceptuales para su implementación y adopción por la comunidad.

#### **IV. RESULTADOS ESPERADOS**

El estudio se realizará en seis etapas consecutivas. Los resultados esperados por cada componente con sus indicadores de verificación (IV) son:

##### Fase 1

- Dispositivo de procesamiento y análisis de señales electrocardiográficas (IV: Informe técnico del diseño del prototipo y de la conexión de dispositivos y transmisión de datos)

##### Fase 2

- Programa de reconocimiento de FA (IV: Informe técnico de la estructura del diseño del programa de reconocimiento de FA).
- Sb y Sp para el diagnóstico de FA con datos existentes de pacientes con y sin FA. (IV: Informe de la validación (Sb y Sp) del programa y de reconocimiento automatizado de FA)

##### Fase 3

- Diseño de red (IV: Informe técnico del diseño de red y del diseño del software servidor: diagrama de casos de uso, diagrama de clases).
- Servidor web APACHE basado en PHP (IV: Reporte técnico del modelo conceptual de la base de datos y del servidor web).
- Servidor de base de datos MySQL (IV: Informe técnico de la estructura del diseño Android para el manejo de alertas).
- Aplicación Android para la administración de alertas (IV: Informe de funcionamiento de la aplicación).

##### Fase4

- Sb y Sp para el dx de FA en pacientes hospitalarios diagnosticados por Holter estándar. (Indicador: Informe de la validación de la aplicación del dispositivo (Sb y Sp) en el diagnóstico de FA en pacientes hospitalarios).
- Publicación sumitada a una revista indexada extranjera. (IV: Constancia de recepción de la publicación científica)

#### Fase 5

- Aceptación del módulo en la población objetivo piloto (IV: Informe del grado de usabilidad en >50a).
- Usabilidad del sistema integral para el diagnóstico de FA por el personal de salud (IV: Informe de la aceptabilidad del sistema integrado en el personal de salud).

#### Fase 6

- Implementación rural y usabilidad en la población objetivo (>50a) (IV: Informe del grado de usabilidad en mayores de 50 años en zonas rurales.).
- Evaluación de la Sb, SP, VPP y VPN del diagnóstico en campo. (IV: Informe de la validación de la aplicación del dispositivo (Sb, Sp, VPP y VPN) en el diagnóstico de FA comparado con el EKG-Holter estándar).
- Evaluación de la prevalencia de FA en la población rural de mayores de 50 años. (IV: Informe de la prevalencia de FA en la zona rural de intervención).

## V. CONCLUSIONES

Este proyecto responde a la necesidad de hacer accesible y oportuno el diagnóstico y monitoreo de la FA, mediante el uso de tecnologías y telemedicina, en todas sus etapas, que van desde el desarrollo de un electrocardiógrafo de lectura prolongada portátil de bajo costo (Sonqo-Chuspa®), el desarrollo del software de reconocimiento automático de FA con una aplicación para Android para el manejo de alertas y la integración de esto al sistema de salud en condiciones rurales.

- Proveer una herramienta diagnóstica accesible a la población adulta mayor, especialmente en regiones donde el acceso a los servicios especializados es limitado.
- Generar evidencia basado en el uso de tecnologías, como herramienta vital para el cuidado de la salud y que puede ser accesible a entornos comunitarios.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Joglar JA, Chung MK, Armbruster AL, Benjamin EJ, Chyou JY, Cronin EM, et al. 2023 ACC/AHA/ACCP/HRS Guideline for the Diagnosis and Management of Atrial Fibrillation: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2024;149(1):e1-e156.
2. Force USPST, Davidson KW, Barry MJ, Mangione CM, Cabana M, Caughey AB, et al. Screening for Atrial Fibrillation: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *Jama*. 2022;327(4):360-7.
3. Camm AJ, Lip GY, De Caterina R, Savelieva I, Atar D, Hohnloser SH, et al. 2012 focused update of the ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation: an update of the 2010 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation. Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association. *European heart journal*. 2012;33(21):2719-47.
4. Chen CH, Chen MC, Gibbs H, Kwon SU, Lo S, On YK, et al. Antithrombotic treatment for stroke prevention in atrial fibrillation: The Asian agenda. *International journal of cardiology*. 2015;191:244-53.
5. Keach JW, Bradley SM, Turakhia MP, Maddox TM. Early detection of occult atrial fibrillation and stroke prevention. *Heart*. 2015;101(14):1097-102.
6. Vanassche T, Lauw MN, Eikelboom JW, Healey JS, Hart RG, Alings M, et al. Risk of ischaemic stroke according to pattern of atrial fibrillation: analysis of 6563 aspirin-treated patients in ACTIVE-A and AVERROES. *European heart journal*. 2015;36(5):281-7a.

7. Heeringa J, van der Kuip DA, Hofman A, Kors JA, van Herpen G, Stricker BH, et al. Prevalence, incidence and lifetime risk of atrial fibrillation: the Rotterdam study. *European heart journal*. 2006;27(8):949-53.
8. Conen D, Tedrow UB, Koplan BA, Glynn RJ, Buring JE, Albert CM. Influence of systolic and diastolic blood pressure on the risk of incident atrial fibrillation in women. *Circulation*. 2009;119(16):2146-52.
9. Wanahita N, Messerli FH, Bangalore S, Gami AS, Somers VK, Steinberg JS. Atrial fibrillation and obesity--results of a meta-analysis. *American heart journal*. 2008;155(2):310-5.
10. Pisters R, Lane DA, Marin F, Camm AJ, Lip GY. Stroke and thromboembolism in atrial fibrillation. *Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society*. 2012;76(10):2289-304.
11. Rich MW. Epidemiology of atrial fibrillation. *Journal of interventional cardiac electrophysiology : an international journal of arrhythmias and pacing*. 2009;25(1):3-8.
12. Linz D, Gawalko M, Betz K, Hendriks JM, Lip GYH, Vinter N, et al. Atrial fibrillation: epidemiology, screening and digital health. *The Lancet regional health Europe*. 2024;37:100786.
13. Marini C, De Santis F, Sacco S, Russo T, Olivieri L, Totaro R, et al. Contribution of atrial fibrillation to incidence and outcome of ischemic stroke: results from a population-based study. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2005;36(6):1115-9.
14. Gladstone DJ, Bui E, Fang J, Laupacis A, Lindsay MP, Tu JV, et al. Potentially preventable strokes in high-risk patients with atrial fibrillation who are not

- adequately anticoagulated. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2009;40(1):235-40.
15. Carrillo-Larco RM, Guzman-Vilca WC, Leon-Velarde F, Bernabe-Ortiz A, Jimenez MM, Penny ME, et al. Peru - Progress in health and sciences in 200 years of independence. *Lancet regional health Americas*. 2022;7:100148.
  16. Ngo LTH, Peng Y, Denman R, Yang I, Ranasinghe I. Long-term outcomes after hospitalization for atrial fibrillation or flutter. *European heart journal*. 2024;45(24):2133-41.
  17. Cubillos L, Haddad A, Kuznik A, Mould-Quevedo J. Burden of disease from atrial fibrillation in adults from seven countries in Latin America. *International journal of general medicine*. 2014;7:441-8.
  18. Castañeda-Guarderas A, Beltrán-Ale G, Casma-Bustamante R, Ruiz-Grosso P, Málaga G. Registro de pacientes con accidente cerebro vascular en un hospital público del Perú, 2000-2009. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. 2011;28:623-7.
  19. Moyano LM, Montano SM, Vilchez Barreto P, Reto N, Larrauri L, Mori N, et al. Prevalence of stroke survival in rural communities living in northern Peru. *PloS one*. 2021;16(7):e0254440.
  20. Ibdah R, Obeidat O, Khader Y, Al-Nusair J, Abusurrah O, Obeidat A, et al. Validation of CHA2DS2 VASc Score Predictability of Stroke and Systemic Embolization in a Middle Eastern Population with AF: The Jordan Atrial Fibrillation (JoFib) Study. *Vascular health and risk management*. 2023;19:255-64.

21. Frankel DS, Parker SE, Rosenfeld LE, Gorelick PB. HRS/NSA 2014 Survey of Atrial Fibrillation and Stroke: Gaps in Knowledge and Perspective, Opportunities for Improvement. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association*. 2015;24(8):1691-700.
22. Kornej J, Borschel CS, Benjamin EJ, Schnabel RB. Epidemiology of Atrial Fibrillation in the 21st Century: Novel Methods and New Insights. *Circulation research*. 2020;127(1):4-20.
23. Barrett PM, Komatireddy R, Haaser S, Topol S, Sheard J, Encinas J, et al. Comparison of 24-hour Holter monitoring with 14-day novel adhesive patch electrocardiographic monitoring. *The American journal of medicine*. 2014;127(1):95 e11-7.
24. Joshi AK, Kowey PR, Prystowsky EN, Benditt DG, Cannom DS, Pratt CM, et al. First experience with a Mobile Cardiac Outpatient Telemetry (MCOT) system for the diagnosis and management of cardiac arrhythmia. *The American journal of cardiology*. 2005;95(7):878-81.
25. McGuire H, Weigl BH. Medical devices and diagnostics for cardiovascular diseases in low-resource settings. *Journal of cardiovascular translational research*. 2014;7(8):737-48.
26. Rahman F, Kwan GF, Benjamin EJ. Global epidemiology of atrial fibrillation. *Nature reviews Cardiology*. 2014;11(11):639-54.
27. Martínez González MA, Sánchez Villegas A, Toledo Atucha E, F. FA. *Bioestadística amigable*. Elsevier España SL, editor. Barcelona - España 2014. 1201 p.

## ANEXOS

### Anexo 01: Clasificación de CHADS2 – VASc.

CHADS2 - VASc Score		
<b>C</b>	Insuficiencia Cardíaca Congestiva	1
<b>H</b>	Hipertensión (>140/90 mmHg)	1
<b>A</b>	Edad >75	2
<b>D</b>	Diabetes Mellitus	1
<b>S2</b>	Antecedente de TIA o Accidente Cerebro Vascular	2
<b>V</b>	Enfermedad Vasculares	1
<b>A</b>	Edad 65 - 74 años	1
<b>Sc</b>	Sexo Femenino	1