



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN
MÓVIL DE VIGILANCIA Y
SEGUIMIENTO DE COVID-19 EN UNA
CIUDAD DE LA AMAZONÍA PERUANA

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN INFORMÁTICA BIOMÉDICA
EN SALUD GLOBAL CON MENCIÓN EN
INFORMÁTICA EN SALUD

MOISES STEVEND MEZA RODRIGUEZ

LIMA-PERÚ

2021

ASESOR

MD, PhD. Magaly Blas Blas

CO ASESOR

MD, Msc. Horacio Chacón Torrico

JURADO DE TESIS

MG. LUIS FERNANDO LLANOS ZAVALAGA

PRESIDENTE

DR. JESUS LORENZO CHIRINOS CACERES

VOCAL

DRA. CLAUDIA CAROL ZAVALETA CORTIJO

SECRETARIA

DEDICATORIA

A mis padres, por confiar en mí en todo momento.

A mis asesores, por brindarme la oportunidad de desarrollar mi tesis en un proyecto que el Perú necesita y por tener el privilegio de visitar la ciudad de Nauta-Loreto.

AGRADECIMIENTOS

Al Equipo de Agentes frente al COVID, por su entrega y cuidado durante los días de capacitación y visitas.

A la Dirección de Salud de Nauta Loreto, por su apoyo en el desarrollo del proyecto.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Esta investigación fue financiada con un aporte de FONDECYT-proyecto 047-20.

INDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
3.	MARCO TEÓRICO	6
3.1	Pandemia por la COVID-19	6
3.1.1	Pandemia	6
3.1.2	Antecedentes al COVID-19	8
3.1.3	COVID-19	10
3.1.4	Estrategias frente a la pandemia	12
3.1.5	Definiciones operativas tomadas por el Estado Peruano ante la COVID-19	16
3.2	Nauta, Agentes Comunitarios de Salud y proyecto Agentes Frente al COVID	18
3.2.1	Nauta Ciudad	18
3.2.2	Agentes comunitarios de salud (ACS)	19
3.2.3	Agentes Frente al COVID	20
3.3	Tecnologías de la Información	21
3.3.1	Salud móvil	21
3.3.2	Desarrollo de Software	23
3.3.3	CommCare	26
3.4	Factibilidad en tecnología	29
3.4.1	Factibilidad Técnica	30
3.4.2	Factibilidad económica	30
3.4.3	Factibilidad Operativa	31
4.	JUSTIFICACIÓN	32
5.	OBJETIVOS	34
6.	MATERIALES Y MÉTODOS	35
6.1	Diseño del Estudio	35
6.1.1	Población	36
6.1.2	Procedimientos y Técnicas	36
6.1.3	Plan de Análisis	36
6.1.4	Presupuesto	37
6.1.5	Consideraciones Éticas	38
6.2	Ejecución del estudio	40
6.2.1	Coordinaciones previas	40

6.2.1.1 Compra de tablets	40
6.2.1.2 Reclutamiento de ACS	41
6.2.1.3 Sectorización de Nauta	42
6.2.1.4 Esquema de vigilancia y seguimiento	43
6.2.1.5 Coordinaciones con entidades de Nauta	46
6.2.2 Desarrollo	47
6.2.2.1 Desarrollo del aplicativo móvil usando el Modelo-V	47
6.2.2.1.1 Rama 1 del Modelo-V	47
6.2.2.1.2 Rama 2 del Modelo-V	49
6.2.3 Implementación	50
6.2.3.1 Consideraciones de bioseguridad en las visitas a viviendas	50
6.2.3.2 Procedimientos de visita	51
6.2.3.3 Seguimiento de los casos sospechosos	53
7. RESULTADOS	55
7.1 Caracterización de los ACS	55
7.2 Factibilidad del estudio	56
7.2.1 Factibilidad técnica	56
7.2.1.1 Rama 1 del Modelo-V	56
7.2.1.2 Rama 2 del Modelo-V	59
7.2.2 Resultados Operativos	63
7.3 Cierre de proyecto	66
8. DISCUSIÓN	67
9. CONCLUSIÓN	73
10. RECOMENDACIONES	74
11. REFERENCIAS	75
12. ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Cuestionario de Registro de Vivienda. _____	48
Tabla 2.- Cuestionario de Registro Individual. _____	48
Tabla 3.-. Hoja de recolección de errores del aplicativo Modelo-V. _____	49
Tabla 5.- Principales características de los ACS. _____	55
Tabla 4.- Principales vistas del aplicativo. _____	61
Tabla 6.- Indicadores de factibilidad del aplicativo. _____	63
Tabla 7.- Métricas de factibilidad del uso promedio del aplicativo AFC durante la semana de intervención realizado por los ACS. _____	64
Tabla 8.- Desempeño de ACS por grupo de trabajo. _____	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regiones según la Organización Mundial de la Salud. _____	8
Figura 2.- Nauta Ciudad a los ríos Marañón y Ucayali. _____	18
Figura 3.- Esquema de verificación y validación en el Modelo-V _____	25
Figura 4.- Tablero inicial de CommCareHQ _____	27
Figura 5.- Estructura del software interno de CommCare. _____	27
Figura 6.- Interfaz de modificación de datos ingresados _____	29
Figura 7.- Fases del Estudio. _____	35
Figura 8.- Sectorización de Nauta para la intervención. _____	42
Figura 9.- Esquema del proyecto Agentes Frente al COVID _____	43
Figura 10.- Flujo de trabajo para el Registro de casos sospechosos del estudio. _____	44
Figura 11.- Flujo de trabajo para el Seguimiento de casos sospechosos en el estudio. _____	45
Figura 12.- Modelo de validación y verificación del software del proyecto planteadas. _____	47
Figura 13.- ACS evaluando las condiciones de ingreso y anotándolas en su tablet. _____	51
Figura 14.- Circuito de ingreso y salida a campo del ACS en el C.S de Nauta _____	52
Figura 15.- Diagrama de flujo de los módulos del aplicativo. _____	57
Figura 16.- (A) Módulos principales, (B) Área de registro, (C) Área de seguimiento. _____	58
Figura 17.- Diagrama de flujo de los módulos del aplicativo mejorado. _____	60

RESUMEN

Introducción: El Perú es uno de los países con la mayor tasa de mortalidad por COVID-19 en el mundo. Existen varias razones que explican ello, entre estas tenemos: las deficiencias previas en el sistema de salud, la falta de preparación ante una emergencia de tal escala a nivel comunitario, el desconocimiento de la población que acuden innecesariamente a los centros de salud sobrecargando el sistema. **Objetivo:** El estudio se centró en el desarrollo y evaluación de la factibilidad de una aplicación móvil de vigilancia activa y seguimiento de casos sospechosos de COVID-19 realizado por Agentes Comunitarios de Salud (ACS) en la región de Nauta-Loreto. **Métodos:** Se desarrolló un aplicativo siguiendo un modelo de desarrollo de software llamado Modelo-V. Se utilizaron los datos registrados en el aplicativo de las visitas domiciliarias de los ACS para cuantificar la factibilidad del aplicativo, El estudio tuvo una duración de 2 meses. **Resultados:** La factibilidad técnica mostró que el uso de la herramienta Commcare-HQ y el empleo del Modelo-V agilizaron el desarrollo del aplicativo. La factibilidad operativa del uso promedio diario del aplicativo registró unas 50.14 viviendas, detectó aproximadamente 5.14 casos sospechosos y 35.79 personas con factores de riesgo por vivienda. Las visitas de los ACS duraron en promedio 11.38 minutos por cada vivienda. **Conclusiones:** Se desarrolló un aplicativo móvil para la vigilancia comunitaria; el aplicativo facilitó el desempeño del ACS durante las visitas; además, de facilitar reportes de casos sospechosos al equipo de respuesta rápida del Centro de Salud de Nauta.

Palabras Clave: COVID-19, Salud Móvil, factibilidad.

ABSTRACT

Introduction: Peru is one of the countries with the highest mortality rate from COVID-19 in the world. There are several reasons explain this, among these are: the previous deficiencies in the health system, the lack of preparation for an emergency of such scale at the community level, the ignorance of the population who go unnecessarily to the health centers, overloading the system. **Objectives:** The study focused on developing and evaluating the feasibility of a mobile application for active surveillance and monitoring suspected cases of COVID-19 carried out by Community Health Workers (CHW) in the Nauta-Loreto region. **Methods:** An application was developed following a software development model called Model-V. The data recorded in the application derived from the CHW's home visits were used to quantify the feasibility of the application, The study lasted 2 months. **Results:** The technical feasibility showed that the use of the Commcare-HQ tool and the use of the Model-V sped up the development of the application. The operational feasibility of the average use of the application during the intervention week carried out by the ACS registered about 50.14 homes, detected approximately 5.14 suspected cases, and 35.79 people with risk factors per family. The ACS visits lasted an average of 11.38 minutes for each dwelling. **Conclusions:** It was possible to develop a mobile application for community surveillance during period of 2 months; The application was able to facilitate the ACS performance during the visits. In addition to promoting reports of suspicious cases to the rapid response team of the Nauta-Health-Center.

Key Words: COVID-19, Mobile Health, feasibility.

1. INTRODUCCIÓN

En marzo del 2020, la *Organización Mundial de la Salud* (OMS) declaró como pandemia a la enfermedad producida por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2, detectado en Wuhan-China. La enfermedad fue llamada *Coronavirus Disease 2019* (COVID-19) debido al año de reporte de los primeros casos de pacientes portadores del virus en Wuhan (1,2). Este nuevo virus tuvo un impacto abrumador en los aspectos neurológicos y psicológicos en las personas que padecían la enfermedad (3). Al inicio de la pandemia, el conocimiento sobre esta nueva enfermedad, por parte de los países, era casi nula; por lo que la comunidad científica de cada nación se centró en la investigación de este virus, los síntomas, guías para el tratamiento de la enfermedad y creación de proyectos que buscaban mitigar los efectos de la pandemia (4,5).

Para fines de junio del 2020, según la OMS, se registraron más de 500 mil muertos y 10 millones de casos positivos de COVID-19 en el mundo, siendo los continentes de América y Europa los más afectados con 5.1 millones y 2.6 millones de casos confirmados, respectivamente. Para fines del mes de julio, se alcanzó la cifra de 17.4 millones de casos y 675 mil muertes, con una letalidad del 3.9% a nivel mundial (6).

En Perú, según el Ministerio de Salud (MINSA), durante la última semana de agosto del 2020, se reportaron 13,577 pacientes hospitalizados por COVID-19, de los cuales 1,414 se encontraban en UCI con ventilación mecánica (7). Estos

incrementos de contagios y muertes derivó a que el Perú se sitúe como el país con mayor mortalidad por la COVID-19 en el mundo (8).

Las autoridades peruanas habían declarado ya el inicio del Estado de Emergencia desde el 16 de marzo, con ello se restringió y en algunos casos suspendió ciertos derechos ciudadanos como la inviolabilidad del domicilio, la libertad de reunión y de tránsito en el territorio, a fin de tener un control de la pandemia(9). El *Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades* del Perú (CDC Perú) publicó la Alerta Epidemiológica N° 16, en la cual brindaba los lineamientos de vigilancia, prevención, respuesta y control para la fase de transmisión comunitaria de la pandemia, parte de estas consideraciones eran las definiciones de caso sospechoso, caso confirmado, etc. (10).

Durante los primeros meses desde la llegada del Sars-Cov-2 al Perú, Loreto fue uno de los departamentos más afectados por la pandemia, debido a la cantidad de casos confirmados por la COVID-19 que derivó en la saturación de sus centros de salud. Loreto no solo sufrió la alta demanda, además de ello varios médicos fueron infectados y otros fallecieron por la COVID-19 (11). Para el inicio del mes de mayo, el Colegio Médico del Perú (CMP) reportó 128 médicos infectados y tres fallecidos por falta de oxígeno, lo que promovió que médicos voluntarios de distintas partes del Perú puedan apoyar a Loreto (12). Parte de las causas del colapso en el sector salud en Loreto, fue debido a que previo a la pandemia este departamento no contaba con una infraestructura adecuada para afrontar la carga hospitalaria; además, presentaba una menor

densidad de profesionales de salud (19,1 por cada 10 mil habitantes), siendo estos valores inferiores a los considerados por la OMS (13).

Debido a este contexto, se desarrolló el proyecto titulado “*Desarrollo y evaluación de un sistema de vigilancia y seguimiento de COVID-19 facilitado por tecnologías móviles en una ciudad de la Amazonía Peruana*” SIDISI: 202037, que fue trabajado desde la *Universidad Peruana Cayetano Heredia* (UPCH) y financiado por el *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología* (CONCYTEC); este proyecto madre, estuvo orientado a mitigar los efectos de la pandemia en la región Amazónica de Loreto con la participación de Agentes Comunitarios de Salud(ACS) y facilitado por un aplicativo móvil (14).

El presente proyecto de investigación es un proyecto derivado del proyecto madre (SIDISI: 202037), que buscó desarrollar y evaluar la factibilidad de la aplicación móvil del proyecto de investigación madre, en la ciudad de Nauta-Loreto, contemplando las consideraciones técnicas de interoperabilidad, seguridad y una optimización del tiempo de prueba de las correcciones de errores del software. De esta manera se brindó una rápida inserción del aplicativo móvil en la búsqueda de casos sospechosos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Perú presentó más de 124 mil casos confirmados y más de 3600 muertes por COVID-19 para fines de mayo del 2020, durante la fase comunitaria de la pandemia causada por el *SARS-CoV-2*; Donde la saturación de los hospitales en este periodo expuso la precariedad del sistema de salud pública en el Perú (15). La emergencia afectó también al sistema funerario, debido a la escasez de crematorios autorizados por el MINSA para el manejo de cadáveres (16,17).

Finalizando la primera mitad del año 2020, a pesar de todas las estrategias dispuestas por el Estado Peruano, el problema por la COVID-19 siguió en aumento alcanzando picos de más de 5000 nuevos casos infectados por coronavirus diarios (6,18). Por su parte, la región de Loreto presenta una geografía constituida principalmente por ríos que potencialmente dificultan el traslado de pacientes que habitan estas zonas, muchos de ellos debían recorrer por río de seis horas a tres días para ir a un centro de salud. Además, se sabe que es aquí donde habitan la mayor parte de poblaciones nativas, las cuales son especialmente vulnerables ante brotes de enfermedades infecciosas (19).

En consecuencia, debido a la incapacidad del sistema de salud de identificar oportunamente casos de COVID-19 en la población, se requieren nuevas estrategias de abordaje comunitario que detecten casos leves y asintomáticos de esta enfermedad para evitar el desplazamiento masivo innecesario de estos casos a hospitales de referencia, lo cual satura el sistema de salud.

En este contexto se desarrolló el estudio orientado a evaluar la factibilidad de una aplicación móvil de vigilancia activa y seguimiento de casos sospechosos

de COVID-19 en la región de Nauta-Loreto; enfocándose en la factibilidad técnica-operativa mediante la implementación de metodologías semi-ágiles y herramientas para el desarrollo del aplicativo, así como su implementación en campo.

Considerando la urgencia y necesidad de planteamientos que mitiguen los efectos de la pandemia, nos lleva a plantearnos ¿Es posible el desarrollo de dicha tecnología en el contexto actual de pandemia?

3. MARCO TEÓRICO

En esta sección se desarrollan las bases que dan el anclaje teórico a la presente investigación, sustentadas principalmente en las teorías, conceptos, normas y reglamentos en el que está circunscrito el desarrollo de la aplicación móvil de vigilancia y seguimiento de COVID-19. En esta tesis esta sección incluye conceptos de pandemia incluyendo los antecedentes al COVID-19, describe el lugar y los actores que se involucrarán, finalmente se explica lo que son las tecnologías de la información (salud móvil, desarrollo de software y CommCare), y la teoría de la factibilidad tecnológica.

3.1 Pandemia por la COVID-19

3.1.1 Pandemia

La pandemia es un nombre dado cuando una enfermedad se propaga a gran escala, esto implica que luego de un brote aislado el patógeno causante viaja mediante un huésped a los países de diferentes continentes. Por lo general, los patógenos causantes de las pandemias han sido encontrados en animales, que posteriormente infectan a los humanos (20). La pandemia causa un efecto negativo en los diversos sectores de los países impactados; los incrementos abruptos de nuevos casos de contagios y fallecidos, son parte de estos impactos negativos (21).

Desde el 2009 y luego de una revisión sobre las fases a tomar en una epidemia, la OMS se ha mantenido sólida y promueve las 6 fases que facilitan las recomendaciones de preparación y respuesta en los planes de las naciones.

En la Fase 1 preparación, no hay reportes de agentes patógenos que hayan causado infecciones en los humanos. En la Fase 2 contención, se conoce a las ocurrencias de casos importados con casos secundarios, cuando aquellas personas que contrajeron el agente patógeno en el extranjero se lo transmiten a sus redes más cercanas, se inician los preparativos de planificación y estrategia para afrontar el brote. En la Fase 3, contagio comunitario de persona a persona, en esta fase el gobierno dicta medidas como aislamiento social para cortar el esparcimiento de la transmisión. La Fase 4, la transmisión comunitaria sostenida, se mantiene de persona a persona. La fase 5 se caracteriza por la propagación del virus de persona a persona en al menos dos países de una región de la OMS. Fase 6, aparición de brotes comunitarios en al menos un tercer país de una región distinta como lo muestra la Figura 1.

Luego de estas 6 fases, los periodos se les denomina *periodo posterior al de máxima actividad* en la cual, en algunos países de vigilancia sostenida presentan una reducción de casos de la enfermedad. Finalmente, en un periodo post pandémico, los reportes de nuevos casos registrados volverán a ser comparables a los habituales (22,23).

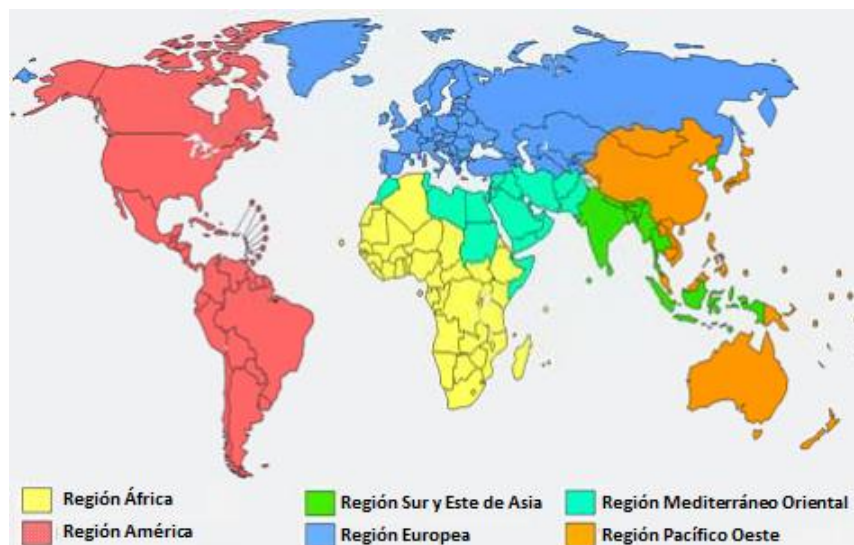


Figura 1. Regiones según la Organización Mundial de la Salud.
Fuente: OMS (23,24)

3.1.2 Antecedentes al COVID-19

SARS

El Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS por sus siglas en inglés) es causado por un coronavirus llamado SARS-CoV-1, cuya primera identificación fue a fines de febrero del año 2003 en china. Esta enfermedad afectó a más de 8422 personas en el mundo y causó la muerte de cerca de 919 de ellas, mayormente a la población adulta entre los 25 y 70 años, siendo declarada como epidemia por la OMS (25).

El SARS-CoV-1 es un virus zoonótico, es decir que el humano puede contagiarse por un animal infectado con el virus, ya que este virus permite el contagio de animal a animal, animal a persona o persona a persona. El medio de propagación es por el aire debido a la liberación de gotas del habla o de estornudos de una persona contagiado, ello se asemeja a la forma de

transmisión de la influenza, virus causantes de la gripe. Otro medio de transmisión indirecta es por medio de fómites que son objetos sin vida que pueden contagiar el patógeno por medio del contacto (26).

Se conoció que el periodo de incubación del virus era de 2 a 7 días con un máximo de 10 días; Entre los síntomas conocidos en el periodo de incubación del SARS estaban fiebre alta y en algunos casos seguido de escalofríos, dolor de cabeza intenso, malestar muscular (27). Según la OMS no existe vacuna para el tratamiento del SARS, sin embargo, el tratamiento conocido suele ser de apoyo de acuerdo a los síntomas que presente el paciente durante el contagio (28).

MERS

Es otra enfermedad causada por un coronavirus cuyo agente patógeno es el MERS-CoV. Este virus es un virus zoonótico, que se transfirió de los dromedarios al ser humano. Arabia Saudita fue el país en el cual se identificó el primer caso de infección por el virus. El MERS (Middle East respiratory syndrome coronavirus) en su traducción al español significa Síndrome Respiratorio del Oriente Medio, cuyo virus MERS-CoV causó brotes en Asia, Norte América e Europa en el año 2012, llegando a causar más de 2500 casos de infección y cerca de 858 (29).

Entre las sintomatologías del MERS tenemos la fiebre, tos y problemas para respirar. Las infecciones severas pueden causar la necesidad de oxígeno y el uso de ventiladores mecánicos, además puede generar neumonía que ante

una mayor complicación terminaría en la muerte del paciente (30). Según la OMS, el uso de tratamiento contra el MERS-CoV dependerá de las condiciones clínicas del paciente, ya que en la actualidad no se dispone con un tratamiento específico (31).

3.1.3 COVID-19

Definición

El virus causante de COVID-19 es catalogado como un virus ARN monocatenario positivo, esta clase de coronavirus causa diversas enfermedades al sistema respiratorio, hepático y neurológico, tanto en humanos como animales (32). Desde el 1 de enero del 2020 se dio a conocer abiertamente la existencia del *SARS-CoV-2*, el cual se originó en la ciudad de Wuhan, la capital de la provincia de Hubei. Posteriormente se propagó a lo largo de muchos países europeos, ocasionando una crisis sanitaria mundial (33).

Siendo el SARS-Cov-1 y el MERS-Cov las referencias para el estudio del SARS-Cov-2, además de considerar las respuestas de los países como lecciones aprendidas para afrontar el efecto del nuevo virus (34).

Transmisibilidad

La transmisión del virus SARS-Cov-2 es a través de minúsculas gotas que una persona infectada libera al hablar, toser o estornudar, esto a su vez permite el contagio por medio de objetos en los que su superficie haya entrado en contacto con estas gotas. El periodo de incubación del virus es alrededor de 5 días, durante este tiempo el paciente es asintomático. Luego empieza a mostrar

sintomatologías en los infectados sintomáticos alrededor de 12.5 días después del contagio(35). Durante este periodo el paciente puede ser un vector para la propagación del virus, por lo que se recomienda estar en observación por lo menos 14 días; También es necesario respetar las medidas de bioseguridad a fin de evitar posibles reinfecciones (36).

Sintomatología

Respecto a los síntomas de COVID-19, estos van desde debilidad general, fiebre, tos y en los casos más severos, dificultad y distrés respiratorio asociado a neumonía. La alta capacidad de contagio durante el periodo de incubación, asociada a una relativa letalidad baja (comparada a otros brotes respiratorios como *MERS* o *SARS*), ha propiciado la expansión de casos en virtualmente todo el mundo (32,33).

En ese orden de ideas, la OMS establece que la principal estrategia para combatir esta pandemia, son las buenas prácticas de higiene de manos y el distanciamiento social. En el caso de contraer coronavirus, la recomendación es de 14 días de aislamiento, que es el tiempo estimado máximo de incubación del coronavirus *SARS-CoV-2*. Además, se estima que el mayor porcentaje de contagios por COVID-19 ocurre en el ámbito familiar, razón por la cual el abordaje precoz de los núcleos familiares con casos sospechosos y contactos resulta extremadamente importante (37).

3.1.4 Estrategias frente a la pandemia

Instituciones de salud a nivel global promueven estrategias para mitigar los efectos del coronavirus SARS-Cov-2. En ese orden de ideas, listamos algunas de estas estrategias:

Lavado de Manos

La OMS promueve el lavado de manos como estrategia que busca reducir la propagación del virus SARS-Cov-2; evitando que ante cualquier contacto físico con un fómite que posteriormente pueda seguir en el contacto con el cuerpo de la persona, ya sea tocarnos la cara u otra parte del cuerpo, pueda contagiarnos con COVID-19 (38).

Según la ACDS (American Contact Dermatitis Society), establece que un adecuado lavado de manos tiene una probabilidad del 24% al 31% de reducir la transmisibilidad de la enfermedad. El lavado de manos también permite que otros gérmenes puedan ser eliminados, para ello se estima que alrededor de los 20 segundos de duración del lavado de manos con cualquier jabón antiséptico cumple el rol de eliminación de los agentes patógenos (39).

La CDC (Centers for Disease Control and Prevention) recomienda el lavado de manos constante con jabón y abundante agua, aunque también recomienda que ante la falta de agua puedan desinfectarse las manos con alcohol de al menos 60% (40).

Aislamiento social

Esta estrategia de salud pública busca aislar los casos sospechosos de COVID-19 para evitar que el sospechoso difunda el virus. En el caso de contraer coronavirus, la recomendación es de 14 días de aislamiento, que es el tiempo estimado máximo de incubación del coronavirus *SARS-CoV-2*. Además, se estima que el mayor porcentaje de contagios por COVID-19 ocurre en el ámbito familiar, razón por la cual el abordaje precoz de los núcleos familiares con casos sospechosos y contactos resulta extremadamente importante (37).

Uso de mascarillas

Como experiencias pasadas de antiguas epidemias, el uso de mascarilla es una estrategia de salud pública vital para evitar difuminación del coronavirus. Desde el inicio de la pandemia el uso de mascarilla fue de carácter obligatorio en diferentes países, las mascarillas son protectores que cubren los orificios nasales y la boca, a fin de evitar que las gotas de saliva de otra persona pueda contagiarnos (41).

Las gotas de saliva tienen un diámetro de 5 μm , estas gotas suelen alcanzar un rango de 2 metros y debido a que están sujetas a la gravedad tienden a seguir una curva (42).

La OMS no recomienda el lavado de mascarillas, tampoco del contacto de manos con la mascarilla, ni del uso compartido de la mascarilla con otras personas. Finalmente, la OMS recomienda el uso de mascarilla quirúrgica o N95 más que del uso de mascarillas hechas en casa (43). La secuencia correcta

para el uso de la mascarilla y la secuencia para su desecho se muestra en la Figura 03.

Adicionalmente al uso de mascarillas, existen las máscaras faciales como complemento al uso de mascarillas que aumenta la barrera de protección del individuo, estas máscaras cobran importancia en lugar cerrados como los diferentes medios de transporte (44).

Contact tracing

El contact tracing o rastreo de contacto es una estrategia de salud pública, sirve para prevenir la propagación de patógenos, fundamentalmente se centra en la identificación y localización de personas infectadas con el agente infeccioso y su entorno de contacto para poder realizar un mejor manejo clínico, así evitar la propagación del virus. Además, es importante cuando se detecta asintomáticos ya que proporciona el medio para identificar a los individuos cercanos a esa persona (45).

Una vez identificado a la persona infectada, los contactos aledaños son puestos en cuarentena en casa y tomando especial cuidado con las personas que presenten algún factor de riesgo y signos de alarma. Por ello, el monitoreo diario es fundamental durante el periodo de cuarentena y su posterior seguimiento por parte de los prestadores de salud, ya sea personalmente o por medio de llamadas telefónicas (46).

Estos planteamientos de rastreo de personas pueden verse potenciados usando las *Tecnologías de la Información y Comunicación* (TIC), entre ellas los aplicativos móviles que pueden servir de complemento para la ayuda de

los rastreos, además de poder ser necesario en lugares de difícil acceso geográfico donde existe brecha tecnológica aún por trabajar (47).

Entre las arquitecturas tecnológicas para el desarrollo de aplicativos de contact tracing, tenemos las técnicas de rastreo mediante Bluetooth 4.0, ya que esta tecnología inalámbrica permite el reconocimiento de otros Bluetooth cercanos en un radio de 10 metros, de esta manera introduciendo un identificador es posible la identificación de un Bluetooth particular con respecto a los demás. Bajo la misma perspectiva se desarrolla la localización por wifi en el cual dependiendo de las potencias transmisión de los módems es posible geolocalizar la persona, esto sumado a que ya existen programas en internet por parte de la empresa Google que facilita estos algoritmos (48,49).

3.1.5 Definiciones operativas tomadas por el Estado Peruano ante la COVID-19

Al inicio del año 2020 se escuchaban noticias de la aparición de un nuevo coronavirus que tenía las características de llegar a ser una epidemia. Tras su llegada a Perú, el estado peruano implementó una serie de acciones frente al inicio de la pandemia por el COVID-19.

La primera medida de prevención implementada por el estado peruano fue la declaración de estado de emergencia por un plazo de 90 días, esta medida fue dispuesta en el Decreto Supremo 008-2020-SA en la fecha del 11 de marzo del 2020 (50), luego de la detección del paciente cero en el territorio peruano el 6 de marzo del 2020 y la clasificación de la enfermedad COVID-19 como pandemia por la OMS el mismo 11 de marzo del 2020 (51). Entre las acciones impuestas por el estado en su decreto supremo se listan: 1) Suspensión de reuniones o eventos en espacios públicos, 2) La restricción de la movilización de los ciudadanos, 3) El cierre de las fronteras del territorio peruano y la movilización de personas a sus departamentos de residencia, 4) La suspensión hasta nuevo aviso de clases en las diferentes instituciones de educación, incluida universidades y 5) La dotación de incentivos económicos para la población de extrema pobreza que dependa del trabajo diario para sobrevivir (18,52).

A continuación se presentan las siguientes definiciones que fueron establecidas por el Estado Peruano para fortalecer la acción de vigilancia, prevención, respuesta y control ante la pandemia causada por el *SARS-CoV-2*, la definiciones fueron tomadas de la alerta epidemiológica N° 16 (10,53) y fueron nuestro marco referencial para las consideración de seguimiento y vigilancia de casos sospechosos.

Consideraciones de caso sospechoso:

- Si un Individuo con infección respiratoria aguda muestra por lo menos 2 síntomas de: dolor de garganta, fiebre, tos o garraspera, congestión nasal y además de ello presentar evidencia de que mantuvo contacto con alguna persona que había sido detectada como caso confirmado de la COVID-19.
- Tener fiebre mayor a los 38°C, respiración dificultosa, tos y que tenga Infección respiratoria Aguda Grave (IRAG).

Consideraciones de factores de riesgo para la COVID-19

- Adulto mayor (>60 años).
- Si sufre comorbilidades como problemas cardiovasculares, diabetes, etc

Consideraciones de signos de alarma para la COVID-19

- Asfixia o problemas respirando,
- Fiebre duradera mayor a 2 días.
- Azulado de labios (cianosis).
- Confusión, desorientación.

3.2 Nauta, Agentes Comunitarios de Salud y proyecto Agentes Frente al COVID

3.2.1 Nauta Ciudad

Nauta es una ciudad periurbana está localizada en el distrito de Nauta de la provincia de Loreto que a su vez se encuentra en la región Loreto del territorio peruano; en la **Figura 02** se muestra el área de la ciudad bordeada de color rojo. Según el censo del 2017, Nauta ciudad tiene una población alrededor de 19 551 habitantes (54), donde la principal etnia de la zona es la Cocama.

Su geografía incluye bosques tropicales, islas que se encuentran aledañas al río Marañón y Ucayali. Nauta ciudad presenta una diversidad de fauna en la cual encontramos tortugas tropicales y peces como el paiche. Se sabe que Nauta ciudad es la puerta de entrada para diversas comunidades indígenas de la zona, entre ellas tenemos las comunidades nativas de Miraflores, San Martín, San Juan de Lagunillas, San Francisco del Choroyacu, Lisboa, Alianza, Esparta, Puerto Alegría y Puerto Orlando (55).

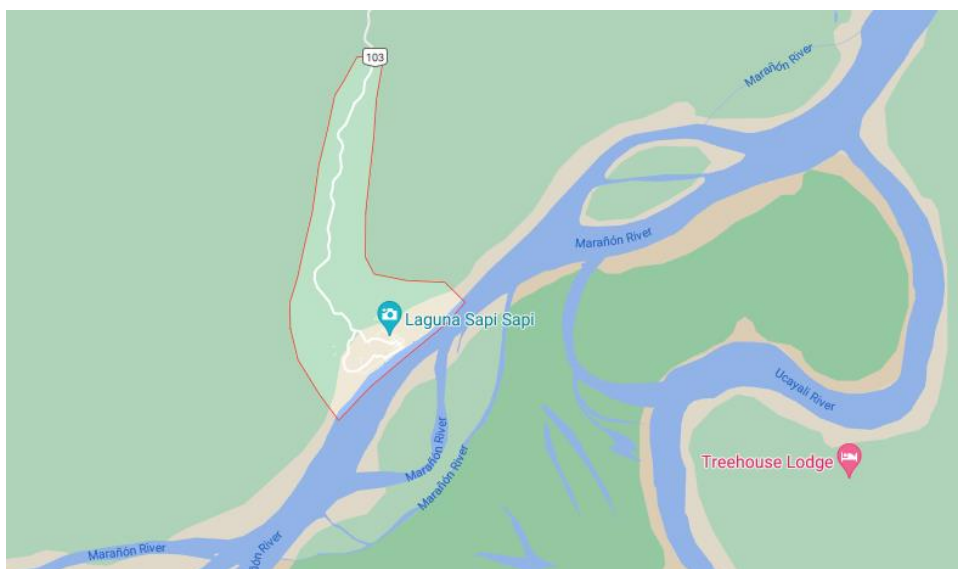


Figura 2.- Nauta Ciudad a los ríos Marañón y Ucayali.
Fuente: Google maps (56)

3.2.2 Agentes comunitarios de salud (ACS)

Los agentes comunitarios de salud (ACS) son trabajadores no remunerados con un fuerte compromiso social, son actores importantes en sus comunidades que realizan labores de salud en su entorno, fuera de los centros de salud. Estos trabajadores comunitarios han recibido formación básica para realizar sus tareas dedicadas a la salud pública (57). En el Perú, vienen laborando en diversas estrategias y lugares del país desde hace más de medio siglo, siendo conocidos mediante denominaciones tales como “promotores en salud”, “movilizadores” y demás. Se estima que, en el año 2017, el Perú contaba con aproximadamente 35 mil ACS en todo el país, según el Ministerio de Salud (58). En Loreto, múltiples iniciativas facilitadas por ACS han sido desarrolladas en este contexto amazónico para el entrenamiento en primeros auxilios, lavado de manos, salud materna, entre otros (59). Si bien en Perú aún no se cuenta con resultados de estudios grandes donde se evalúe desenlaces en salud, específicos de intervenciones complejas con ACS, existe evidencia en otras latitudes acerca de la efectividad de intervenciones donde estos administran cuidados esenciales de salud (60).

De esta forma, se ha propuesto a los ACS como actores potenciales para el control de epidemias y brotes infecciosos, cuando la capacidad de los sistemas de salud se ve desbordada, tanto para ámbitos rurales como urbano marginales.

3.2.3 Agentes Frente al COVID

Proyecto ganador del concurso “*Proyectos Especiales: Respuesta al COVID-19*” emitido el 27 de marzo del 2020, concurso propuesto por el gobierno peruano en búsqueda de respuestas a la emergencia resultante de la pandemia. Dicho proyecto presenta el objetivo de identificar tempranamente casos sospechosos de COVID-19 en la ciudad de Nauta-Loreto (19).

El nombre original del proyecto es “ADAPTACIÓN DE UN APLICATIVO MÓVIL PARA EL MONITOREO Y TAMIZAJE POBLACIONAL DE COVID-19 EN LORETO”, nombre con el cual está registrado en Concytec.

El nombre Agentes Frente al COVID (AFC), fue el nombre designado al estudio al pasar por el comité de ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH). El proyecto AFC es el proyecto madre del presente estudio de tesis.

3.3 Tecnologías de la Información

3.3.1 Salud móvil

La salud móvil o mHealth (nombre común usado en inglés) tiene como fin dar pautas en el desarrollo del software para el manejo de datos de pacientes, además de integrar componentes de seguridad e interoperabilidad en el software, usando las *Tecnologías de la Información y Comunicación* (TIC) se pueden crear aplicativos web e Historias Clínicas Electrónicas para la atención en el primer nivel y buscar adherir los tratamientos en los respectivos centros de salud. (61,62).

En ese sentido, se ha generado un entorno favorable para el desarrollo de proyectos de salud móvil (63), además de ser soporte en diversas actividades en el sector salud y muchas veces reduciendo los precios derivados de atención en dicho sector (62).

Entre las consideraciones a tener en cuenta, tenemos que existe una gran variedad de aplicaciones en los conocidos centros de descarga de aplicativos móviles o APPs, los más conocidos tenemos Play Store de Android y Apple Store o iTunes de Apple Inc, aunque frecuentemente encontramos aplicativos alojados en diferentes páginas web e incluso en repositorios comunes de descarga como GitHub, sin embargo al no estar en fuentes oficiales de descarga posiblemente pueda ser aplicativos maliciosos que puedan robar nuestra información personal o médica alojada en nuestros teléfonos inteligentes (52).

Para el desarrollo de tecnologías mHealth, hay que considerar la gran cantidad de data que puede almacenar el dispositivo inteligente, ya que de ello dependerá realizar algunas arquitecturas en la nube, a fin de brindar un mayor performance desde un punto de vista técnico informático (64).

Entre las aplicaciones de mHealth tenemos: 1) monitoreo de signos vitales, en la cual el teléfono se complementa con gadgets para tomar los datos biomédicos del ser humano. Entre ellas tenemos los relojes inteligentes, por ejemplo. 2) Vigilancia epidemiológica, en la cual por medio de encuestas o de llamadas telefónicas se registra la información del paciente a monitorear, con la finalidad de realizar registros automáticos del paciente. 3) Telemedicina, cuyo objetivo es acortar la brecha entre los médicos y los pacientes por medio de videollamadas que brinden la seguridad del caso (65,66).

Entre otros aspectos importantes, resalta la seguridad de los datos incluyendo encriptación y la interoperabilidad por medio de estándares como el FHIR para la comunicación con las diferentes arquitecturas tecnologías de salud (67).

3.3.2 Desarrollo de Software

Los dispositivos móviles como tablets o celulares inteligentes representan los medios más accesibles para usar aplicaciones móviles que permiten realizar tareas de búsqueda y recuperación de información, tareas de negocios, correos, geolocalización, salud, juegos, etc. Estos dispositivos cuentan con un sistema operativo que mayormente suelen ser Android o iOS; ya que, son los que compiten en el mercado. Los celulares inteligentes o smartphones se caracterizan por poseer la capacidad de acceder y navegar por internet y tener pantallas táctiles de gran tamaño. Según los últimos reportes de TIC, a nivel mundial y nacional Android posee la mayor cuota de mercado de celulares inteligentes (68).

El desarrollo de software se estructura en una primera instancia usando el lenguaje de modelado unificado (UML), que toma importancia ya que se utiliza frecuentemente para estructurar y luego desarrollar la arquitectura de software de todo proyecto tecnológico (69).

Existen diferentes tipos de métodos para el desarrollo de software los cuales basan en el “ciclo de vida del desarrollo de software” (SDLC, por sus siglas en inglés). El modelo SDLC se enmarca a continuación y se explicarán sus diferentes etapas:

- **Análisis:** Búsqueda de los problemas, recolección de materiales y presupuesto.

- **Diseño:** Se basa en la Interfaz gráfica como el lugar donde se colocarán los textos, barras de navegación, directorios, imágenes de referencia, videos, mensajes estáticos, entre otros.
- **Desarrollo:** Esta etapa se caracteriza por agregar interactividad al aplicativo móvil.
- **Prueba:** También llamada pruebas de laboratorio, es aquí donde se valida que las funciones requeridas por el cliente estén funcionando correctamente, es decir, que la lógica implementada se cumpla en todas las posibilidades de uso.
- **Evaluación:** Es la etapa final, antes de ser dispuesto a producción.

El SDLC permite enmarcar el desarrollo de software enfocado en metodologías que permitan mejorar el desempeño en el desarrollo del software (70).

Modelo-V de desarrollo de software

El modelo de desarrollo de software a usar fue el “**MODELO-V**”, que posee un enfoque de depuración de código, de carácter semi-iterativo que permite el desarrollo e implementación de manera ágil. Este modelo busca dar un ciclo de vida al software a fin de conocer los riesgos de la evaluación rápidamente en las etapas de implementación del proyecto.

El término Modelo-V se ha aplicado ampliamente en diferentes proyectos tecnológicos para ayudar a abordar el desarrollo de sistemas complejos,

modelos de ciclo de vida y gestión de proyectos. El "Das V Model" es el método oficial de gestión de proyectos utilizado por el Gobierno alemán y proporciona orientación para planificar y ejecutar proyectos. Una característica clave del Modelo V es la definición de quién tiene que hacer qué y cuándo en un proyecto, y el uso de puertas de decisión para indicar un hito en el progreso de un proyecto. En el modelo V, se hace hincapié en la verificación en el lado izquierdo de la V y la validación en el lado derecho con el uso de casos de prueba para garantizar la adherencia entre actividades equivalentes de cada lado de la V. El beneficio del **MODELO- V**, radica en que cada etapa de prueba está anexada a una etapa de desarrollo del software, que permite corregir errores con las especificaciones predefinidas en el modelo de forma rápida, elaboradas durante las fases planteadas, para así minimizar los riesgos futuros y mejorar la calidad del software. Se ejemplifica en la **Figura 03** las etapas de desarrollo y prueba de corrección de errores del modelo (71).

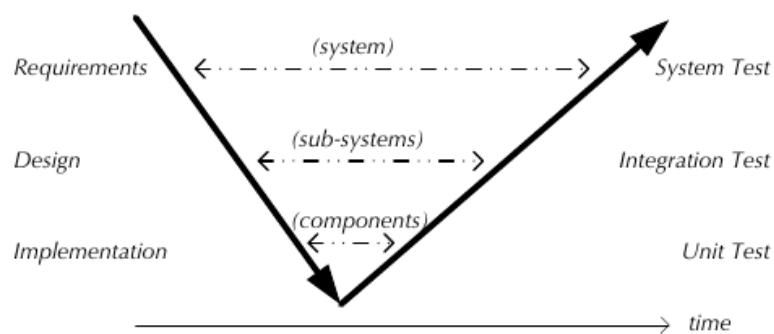


Figura 3.- Esquema de verificación y validación en el Modelo-V (72).

3.3.3 CommCare

Es una plataforma de recopilación de datos móviles que organiza aplicaciones móviles mediante un entorno web desarrollado en JAVA. CommCare se estructura en 2 pilares llamados: CommCare HQ y CommCare Mobile. La aplicación móvil está destinada para ser usada por trabajadores de la salud de las comunidades y sus unidades fundamentales son los formularios que pueden ser organizados en casos. Los usuarios registrados podrán acceder a la plataforma web, donde podrán crear sus aplicaciones, adicionalmente cuenta con emuladores en la nube de la aplicación, a fin de evaluar los resultados (73). CommCare ha demostrado ser de mucha utilidad en zonas periurbanas, donde el acceso a tecnología es limitado, enfocándose en un trabajo colectivo, donde puedan integrar profesionales de salud e integrantes de la comunidad. CommCare estructura un *marco de trabajo* (framework) de fácil uso, configuración y acceso a los datos, sin embargo, se requiere mínimos conocimientos de informática para aprovechar el máximo las herramientas (74,75). La **Figura 04** muestra la interfaz de CommCare.

La plataforma CommCare (Dimagi, Cambridge, Massachusetts, EE.UU.), facilita el diseño de la infraestructura de recolección de información y seguimiento longitudinal de casos (familias e integrantes), debido a su estructura que contiene todos los requerimientos necesarios para una solución informática en la nube como muestra la **Figura 05**.

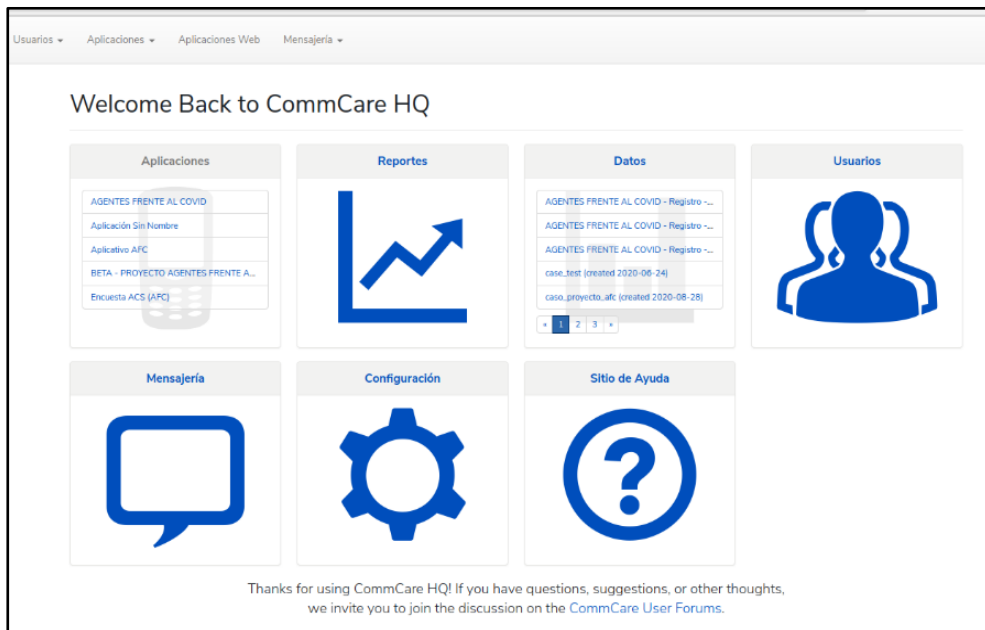


Figura 4.- Tablero inicial de CommCareHQ (76).

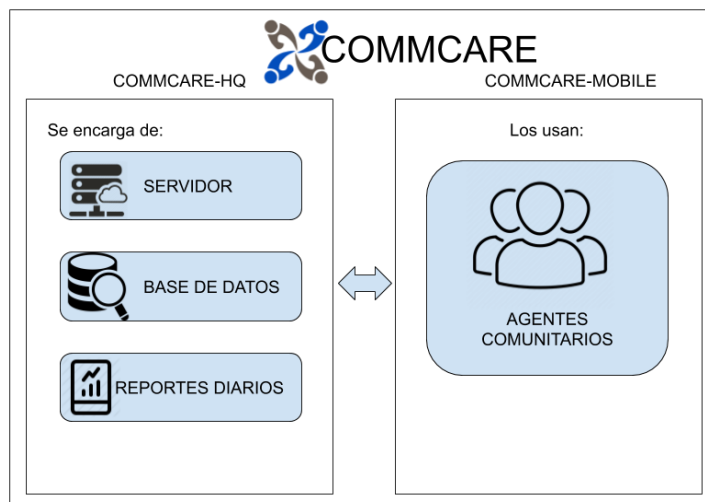


Figura 5.- Estructura del software interno de CommCare.

Interfaz de inicio y edición de información en CommCare

CommCare permite editar la información ingresada por los usuarios, para ello es necesario tener un acceso en modo administrador, para lo cual debe contactarse con el equipo desarrollador del proyecto. Una vez establecido el rol de administrador podemos ingresar al tablero de CommCareHQ para modificar los datos **Figura 06**.

Consideraciones Generales de edición y manipulación de datos

- Se debe editar cada campo erróneo por separado.
- Los campos calculados (por ejemplo, la edad del familiar) deben editarse, independientemente si se modifica la variable que la origina. Un ejemplo es modificar la fecha de nacimiento, la cual origina la variable edad, pero modificar solo esta no actuará sobre la edad, deben modificarse ambos valores independientemente.
- Modificar una variable en el registro del formulario (cada visita) no modificará las características del caso que se guardaron en dicha visita
- Es posible que los datos corregidos se actualicen si el ACS cuenta con conexión a internet para sincronizar su información.
- Si no cuenta con conexión y el método de recolección de información es mediante el supervisor, la información no se corregirá en la tablet del ACS.

Nombre	LUZ MARBEL BARBOZA DIAZ	Abierto el	Aug 09, 2020 10:17 -05	Modificado el	Aug 09, 2020 10:17 -05	Cerrado el	---
Tipo de caso	caso_proyecto_afa	Ingresado última vez por	Usuario Móvil woydl	Propietario	77543c3f040f49d2909af288dad909a9	ID del caso	04e05f8f-1056-42bc-b5de-44f10c465ee0

antecedente enfermedad habitante		apellidos habitante	barboza diaz	cal act fecha	0	case name copy	CASA LOPEZ CUBAS
case name habitante	CASA LOPEZ CUBAS	caso sospechoso	0	contacto con covid 19	2	doc name val	DNI: 16762936
estatura habitante	1.55	factores riesgo	0	fecha 14 dias antes sintomas	26 de Julio de 2020	fecha hoy	2020-08-09
fecha nacimiento	1976-09-14	fecha retorno	2020-08-02	fiebre habitante	0	gestante	0
indice masa corporal	20.811654526534856	local	-4.50469967443496 -73.57448173686862 94.0 10.0	localizacion habitante gps	-4.50469967443496 -73.57448173686862 94.0 10.0	lugar viaje	1
mayor sienta habitante	0	mensaje factores riesgo		mensaje sintomas caso sospechoso		mensaje sintomas caso sospechoso supervisor	* Fiebre o SAT.

Figura 6.- Interfaz de modificación de datos ingresados (76).

3.4 Factibilidad en tecnología

Estudiando la factibilidad nos permite generar métricas que sirven para direccionar como podemos obtener una primera etapa de evaluación del proyecto antes de su implementación a gran escala, conociendo si efectivamente es correcto pasar a una escala mayor. El proyecto debe validar si los requerimientos presentes son necesarios, considerando indicadores desde una perspectiva técnica y/o operativa de la solución planteada (77). Basado en ello, se formula con base en los datos recolectados cual es la información con mayor incertidumbre para descartarlo, así saber las chances que tendrá el futuro proyecto (78). Una perspectiva importante es conocer y evaluar la factibilidad técnica, donde el personal encargado del proyecto debe buscar, fomentar y organizar los medios presentes de la parte tecnológica a fin de cumplir los requerimientos planteados al inicio del proyecto (79,80). Por lo que una vez cumpliendo los medios técnicos, el especialista en tecnologías de

la información debe medir como mediante la factibilidad técnica poder plantear el llevarlo a una implementación de mayor escala (81).

Los estudios de factibilidad siguen las guías del PMBOOK, estas son las siglas de *Project Management Body of Knowledge* (cuerpo de conocimientos de la gestión de proyectos), para el desarrollo de todo proyecto, en una fase de evaluación del concepto u prototipado ya sea en un piloto o en una primera instancia del proyecto.

3.4.1 Factibilidad Técnica

La factibilidad técnica se encarga de gestionar los conocimientos y equipos requeridos para cumplir el rol tecnológico del proyecto. Esta factibilidad permite conocer si los recursos a emplear en el proyecto son factibles, de ser el caso poder ampliar estos requerimientos.

Para empezar la evaluación, se debe listar los requisitos mínimos o máximos a emplear en los requerimientos técnicos, luego conocer la disponibilidad de estos requerimientos tanto en el mercado nacional como internacional, esto se debe complementar con una factibilidad económica a fin de comparar precios de diferentes marcas (82).

3.4.2 Factibilidad económica

La factibilidad económica se fundamenta en conocer los recursos económicos y financieros de los recursos con los que se van a implementar el proyecto. El análisis económico nos da una visión panorámica de los

costos que da soporte a la toma de decisiones por parte de los directivos del proyecto, además facilita la distribución de recursos económicos (83).

3.4.3 Factibilidad Operativa

La factibilidad operativa se centra en dar un análisis de los recursos productivos que son necesarios para el buen funcionamiento de todo proyecto; da importancia a los procesos del planteamiento y permite conocer cuál es lo urgente en el proyecto. En ese sentido, al desarrollar un proyecto se estima si los recursos humanos son aptos para el desarrollo (84).

4. JUSTIFICACIÓN

Perú es uno de los países con la mayor tasa de mortalidad por COVID-19 en el mundo, este problema se debe a las grandes deficiencias de nuestro sistema de salud como la falta de cobertura del sistema de salud como es el caso de comunidades nativas peruanas la no oportuna identificación de personas con complicaciones lo que genera que no acudan a un hospital a tiempo. Esta situación muchas veces culmina en la muerte de dichas personas en sus hogares. Además, se ha reportado, basado en la experiencia de epidemias previas, cómo la población indígena podría ser especialmente vulnerable ante la pandemia de COVID-19.

Consideramos que, bajo nuestro contexto de pandemia en el territorio peruano, urge la necesidad para el planteamiento de soluciones que puedan mitigar los efectos de la pandemia en diferentes sectores.

Para contrarrestar estos problemas, es necesario implementar un sistema de vigilancia activa en el que la comunidad se involucre, donde el registro de datos y utilización de información oportuna en estas poblaciones resulte especialmente importante. Este desarrollo debe tener como principal beneficiario, además del usuario, a entidades responsables del manejo y contención de la pandemia de coronavirus. Sumado a lo mencionad, se debe plantear formas de desarrollo rápido de las tecnologías que puedan cumplir con su fin dado. Esta herramienta, en su conjunto debe facilitar a las entidades interesadas a: 1) Conocer el registro nominal de todos los ciudadanos que hayan sido tamizados para COVID-19; 2) Realizar un control y monitoreo de

la labor del personal de campo; 3) Conocer la distribución espacial de los casos sintomáticos y asintomáticos de COVID-19 para tomar oportunamente las medidas de control específicas. Esta solución podría ser escalado tomando como base el piloto desarrollado en la presente tesis; potencialmente podría aplicarse a todo el territorio peruano.

5. OBJETIVOS

General

Desarrollar y evaluar la factibilidad de una aplicación móvil de vigilancia activa y seguimiento de casos sospechosos de COVID-19 realizado por Agentes Comunitarios de Salud en la región de Nauta-Loreto.

Específicos

- Desarrollar un aplicativo móvil para la vigilancia comunitaria activa de COVID-19 facilitado por Agentes Comunitarios de Salud.
- Evaluar la factibilidad del aplicativo móvil de vigilancia y seguimiento de casos sospechosos de COVID-19 posterior al entrenamiento de ACS.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Diseño del Estudio

El estudio del proyecto se dividió en 4 etapas, la primera estuvo orientada a las coordinaciones con el Centro de Salud de la localidad, la segunda al desarrollo de la aplicación mediante el modelo de desarrollo del MODELO EN V, enfocándose en la optimización del software. Luego siguió una tercera etapa de implementación, en la cual se pudo realizar las visitas domiciliarias. En la cuarta etapa se realizó el estudio de factibilidad del aplicativo móvil del proyecto. El diagrama de las fases de estudios puede observarse en la **Figura 07**.

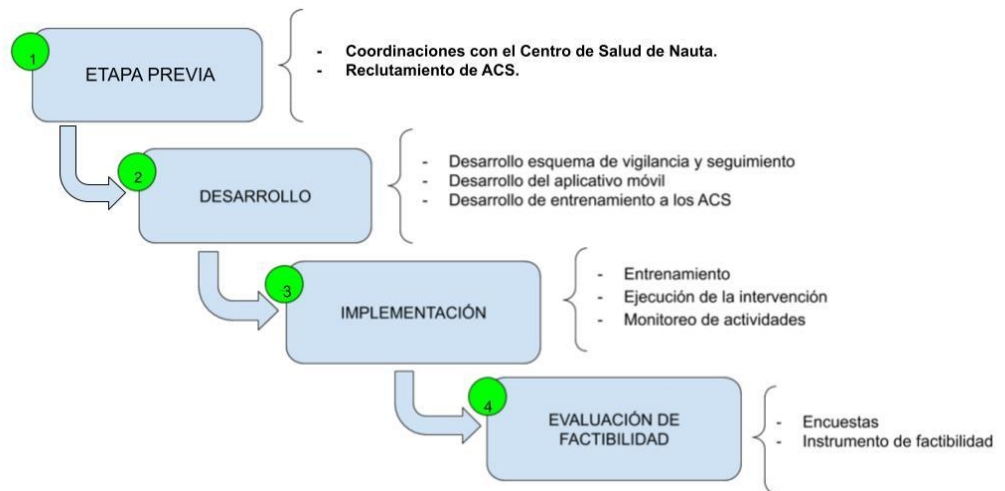


Figura 7.- Fases del Estudio.

6.1.1 Población

El monitoreo continuo de la data recolectada por los agentes comunitarios se basó en el núcleo de intervención de los ACS que se desempeñaron en el proyecto AFC (n = 14).

6.1.2 Procedimientos y Técnicas

Lugar de implementación

Se realizó la intervención en la ciudad de Nauta-Loreto. Según el Censo del año 2017, la población de esta ciudad tiene unos 19 551 habitantes. El área de intervención se dividió en 7 áreas para que en grupos de 2 ACS realice las actividades de visitas en un área específica.

Procedimientos

Coordinación con la Dirección Regional de Salud (DIRESA) de Loreto, así como la Unidad Ejecutora de Salud Nauta. Reuniones donde se plantean gestionar los permisos y coordinación para la ejecución del entrenamiento y piloto de la intervención.

6.1.3 Plan de Análisis

Nuestro plan de análisis se centra en realizar la factibilidad de la aplicación móvil del proyecto AFC; para ello nuestra factibilidad técnica fue considerada como las consideraciones de la parte hardware y software, así como su implementación en las diferentes versiones del aplicativo del proyecto bajo el enfoque del Modelo-V.

También consideramos nuestra factibilidad operativa como todos los pasos realizados para llevar a cabo el proyecto. En ese sentido, para la caracterización de los ACS se calcularon medidas descriptivas como frecuencias y promedios. Se utilizó el entorno y lenguaje de programación estadístico R versión 3.6 para analizar los datos.

6.1.4 Presupuesto

El presupuesto fue destinado por el Concytec para el proyecto AFC en su totalidad, el monto asignado fue s/ 149,858.00, del cual bajo consideraciones de los encargados del proyecto se decidió asignar s/81,958.00 para los gastos relacionados al aplicativo móvil, equipos de protección personal, asignación para los ACS, entre otros gastos, ver **Anexo 02** para más detalle.

Compensación de la labor del agente comunitario

Durante la labor como ACS del proyecto AFC, el agente se comprometía a realizar la labor de visitas domiciliarias durante las 2 semanas de duración del proyecto. Por el motivo por parte del proyecto AFC, se le brindó una asignación única de s/200.00 por su actividad en el proyecto; dicho monto que en promedio diario era unos s/14.00, servían para cubrir los gastos de almuerzo y pasajes. Con respecto al centro de salud de Nauta, solo se consideró la entrega de información derivada del aplicativo de las personas que habían tenido signos de alarmas y factores de riesgo, facilitando así su labor en ese aspecto.

6.1.5 Consideraciones Éticas

El protocolo de investigación fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, mediante una revisión expedita, ya que los instrumentos y metodología del presente proyecto fueron aprobados previamente del proyecto madre: “**DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO DE COVID-19 FACILITADO POR TECNOLOGÍAS MÓVILES EN UNA CIUDAD DE LA AMAZONÍA PERUANA**” con código SIDISI 202037. El CIEI de la UPCH aprobó tanto un consentimiento informado y una hoja informativa para el poblador, se anexa una copia en **ANEXO 03**. Luego de la aprobación del protocolo, se informó a los participantes los objetivos y procedimientos de la investigación. Con la finalidad de salvaguardar la confidencialidad de la información y la integridad de los participantes, se asignó un código único a cada participante. La ficha de registro solo fue identificada mediante el código y no tuvo identificadores personales. Se creó una base de identificadores personales que fue separada de la base de datos de las variables de estudio. No existió otro acceso a la información que identifique a los participantes por personas ajenas al estudio. La base de datos y la base de identificadores personales fueron guardadas bajo contraseña y solo los investigadores tuvieron acceso a ellas.

Lineamientos de bioseguridad

Equipo de protección personal destinado a los ACS para sus visitas domiciliarias.

- Respirador N-95 (1 por día)
- Mandil descartable (1 por día)
- Mascarillas de barrera (a ser usado encima de la N-95)
- Guantes de barrera (1 par por cada visita)
- Lentes de barrera (1 por semana)
- Paños descartables desinfectantes

6.2 Ejecución del estudio

6.2.1 Coordinaciones previas

A continuación, se mencionan las coordinaciones que se realizaron previo al inicio del estudio, cabe resaltar que esta etapa fue realizada por el equipo del proyecto madre AFC.

6.2.1.1 Compra de tablets

Características de las tablets

A fin de evitar la configuración de todas las tablets del proyecto solo se configuro 1 y las demás fueron clonadas, sin embargo, se tomó nota de los códigos de identificación únicos de cada tablet.

Esta es la configuración inicial que se realizó debido a que las tablets eran nuevas, además se probó ciertas características antes de entregarlas a los ACS, estas fueron: el buen estado, tenga suficiente batería y se cuente con los archivos necesarios.

Hardware usado para el proyecto

- SM-Tablet Samsung Galaxy Tab Active 2,
- Pulgadas 8.0”, resolución 1280x800.
- Android 9 (Pie)
- Conectividad Wi-Fi, Bluetooth. LTE.
- Memoria RAM 3GB.
- Almacenamiento interno 16GB.

6.2.1.2 Reclutamiento de ACS

Se reclutaron ACS que cumplieran los criterios de selección dispuestos en el proyecto madre AFC, estos fueron:

- Edad entre 18 y 30 años.
- No padecer de obesidad ($IMC > 30$), hipertensión, diabetes, enfermedades pulmonares crónicas o cáncer (últimos 24 meses).
- No cohabitar con persona con factores de riesgo frente a COVID-19.
- Disponibilidad completa de tiempo por el periodo del proyecto.

Sumado a los criterios de inclusión, pasaron por una evaluación previa de descarte de infección activa de Coronavirus (Prueba Rápida). Solo se incluyeron ACS que cumplieron los criterios de selección dispuestos en el proyecto madre AFC, y no presentaron infección activa a COVID-19, Finalmente, se incluyó 14 ACS para el proyecto AFC.

Dichos ACS recibieron un programa de entrenamiento que incluyó: 1) conceptos básicos sobre prevención de COVID-19, uso de equipo de protección y detección síntomas de COVID-19, 2) descripción y orientación detallada del esquema de visitas y 3) uso de aplicativo diseñado para visitas y seguimiento comunitario. Para tal fin, ellos recibieron un manual de visitas donde se detallan sus funciones, así como también se le suministró temporalmente un dispositivo móvil tipo tablet con el aplicativo y paquetes de llamadas y datos.

6.2.1.3 Sectorización de Nauta

Cada Agente comunitario fue asignado a un área delimitada de la ciudad de Nauta (**Figura 08**), donde aleatoriamente se asignó manzanas dentro de las cuales se visitaron a diversas viviendas. En cada visita, con el permiso de la familia, en ambientes ventilados y con la respectiva utilización de equipo de protección personal, realizaron: primero, el registro de información de la vivienda y familia tales como dirección, habitantes y número de habitaciones, luego realizaron el tamizaje individual de síntomas a cada miembro del hogar (incluida la medición de temperatura con termómetro infrarrojo), también identificaron a personas en riesgo de tener complicaciones por COVID-19 (Hipertensos, diabéticos, adultos mayores, inmunosuprimidos, etc.), terminando con la identificación de contactos.

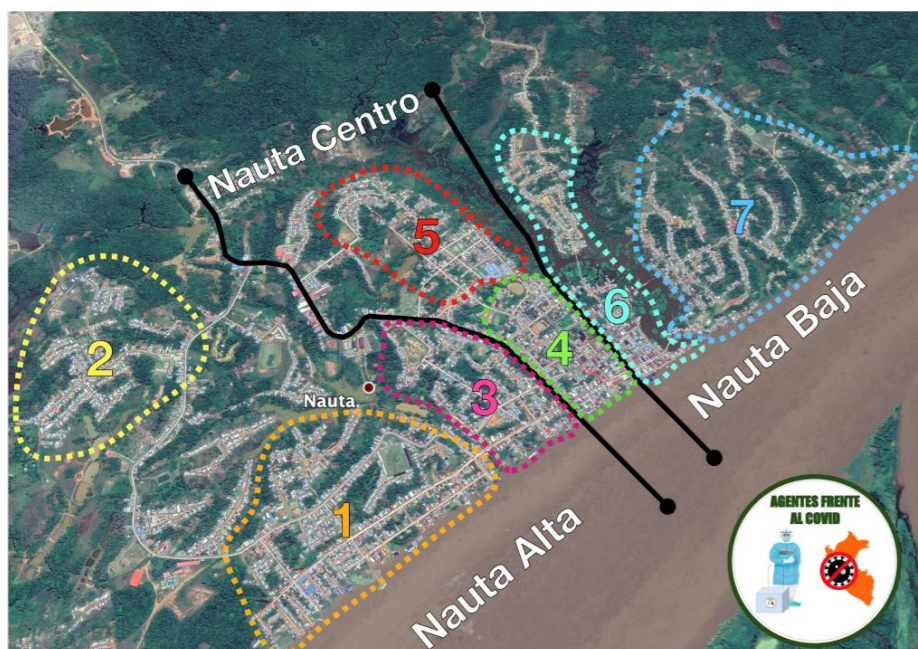


Figura 8.- Sectorización de Nauta para la intervención.

6.2.1.4 Esquema de vigilancia y seguimiento

Se desarrolló un esquema de vigilancia a ser efectuado por Agentes Comunitarios de Salud y facilitado por tecnología móvil para el abordaje comunitario de esta enfermedad. El sistema de vigilancia y seguimiento se creó como una alternativa para mitigar el problema de la sobresaturación del sistema de salud en Nauta ante la crisis sanitaria por la COVID-19. El proyecto consistió en visitas domiciliarias siguiendo un estricto protocolo de bioseguridad, usando equipamiento de protección personal, la **Figura 09** muestra las dos fases del esquema, identificación de casos sospechosos y su seguimiento. Los flujos establecidos para el proyecto se muestran en la **Figura 10** y **Figura 11**.

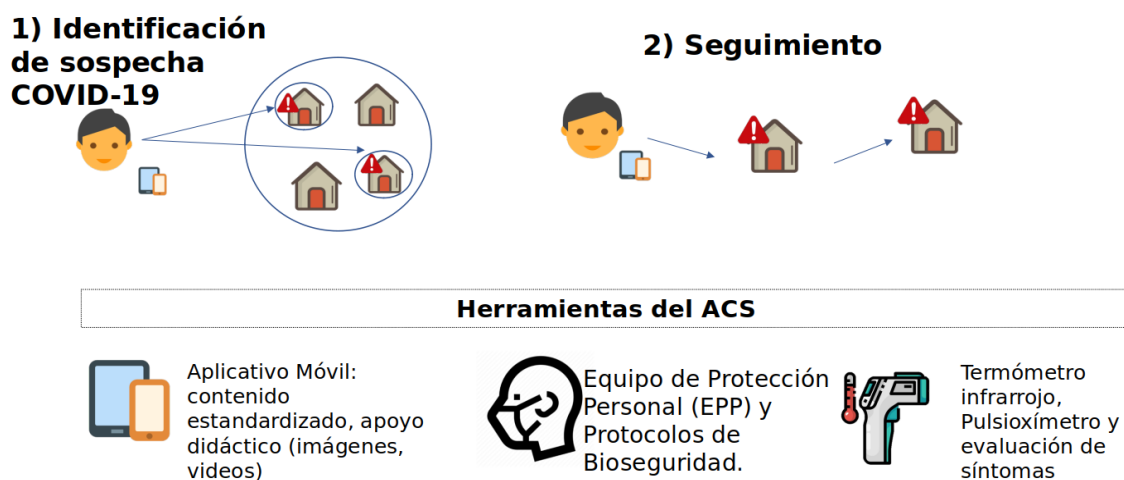


Figura 9.- Esquema del proyecto Agentes Frente al COVID

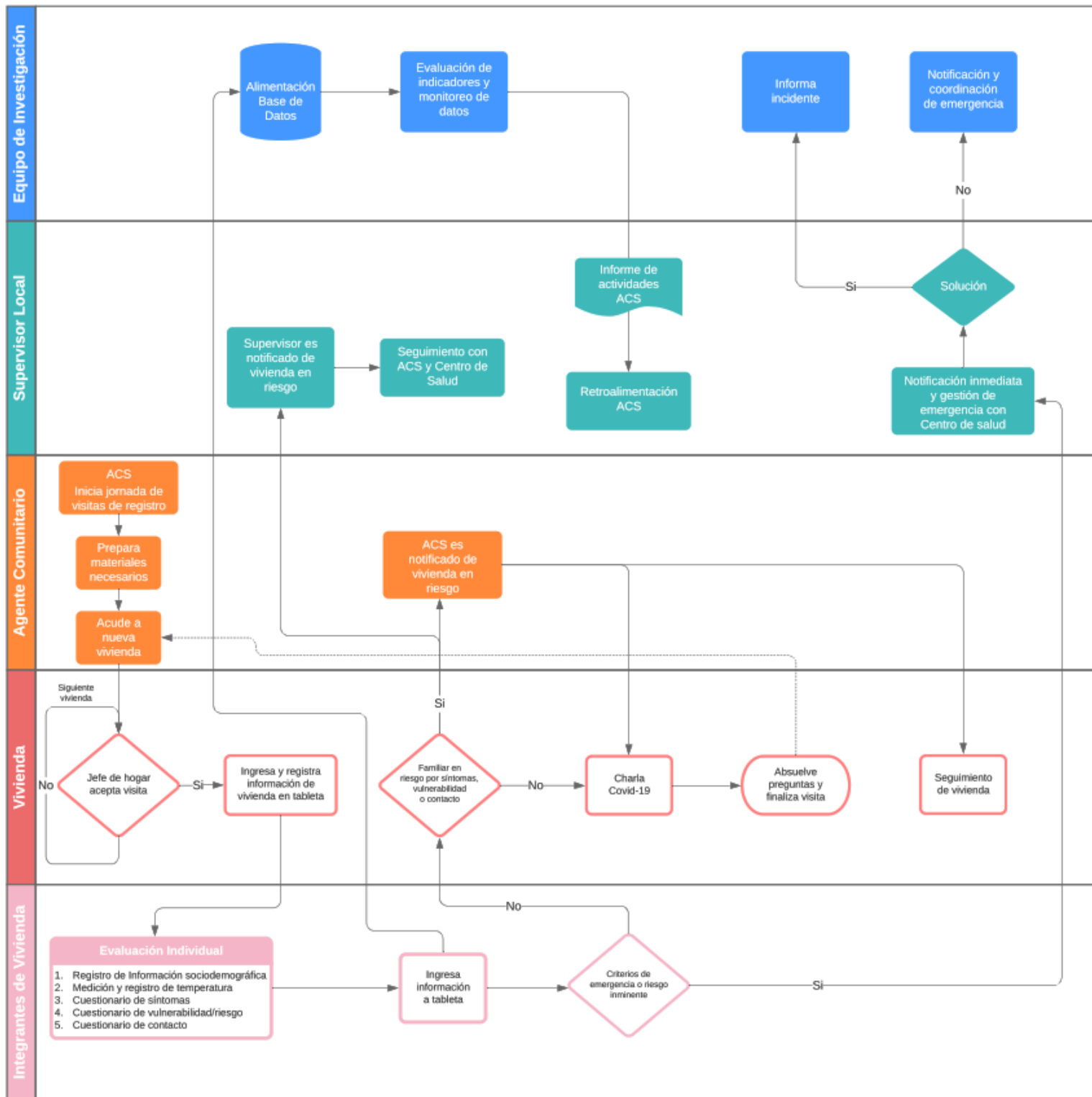


Figura 10.- Flujo de trabajo para el Registro de casos sospechosos del estudio.

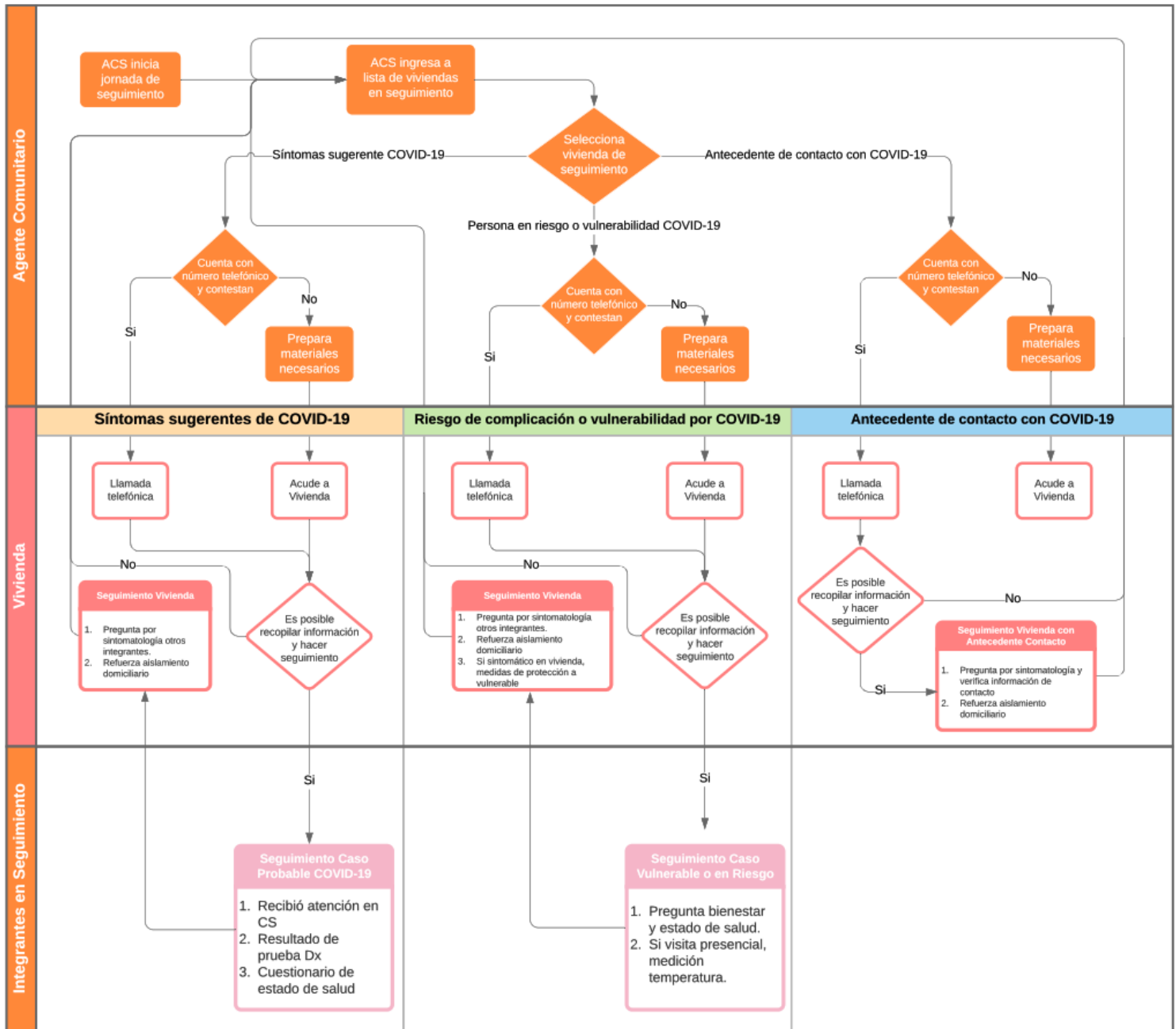


Figura 11.- Flujo de trabajo para el Seguimiento de casos sospechosos en el estudio.

6.2.1.5 Coordinaciones con entidades de Nauta

Se tuvo reuniones con la DIRESA Loreto, a fin de informar sobre nuestro estudio, además de solicitar permisos para uso de sus locales para poder realizar actividades como capacitación a los ACS y almacenamiento de nuestros materiales. Siguiendo con ello, se tuvo coordinaciones con la Red Nauta, con lo cual se pudo 1) Facilitar el reclutamiento de los ACS; 2) Brindar un espacio para el entrenamiento; 3) Facilitar el manejo de residuos biocontaminados y desinfección con cámaras de Ozono de los ACS; 4) Suministrar un ambiente de trabajo para el almacenamiento de equipos durante la intervención.

6.2.2 Desarrollo

6.2.2.1 Desarrollo del aplicativo móvil usando el Modelo-V

El desarrollo del aplicativo tuvo 2 etapas, en la cual se pudo recolectar las apreciaciones del aplicativo por parte de los Agentes Comunitarios, Supervisora y los investigadores del proyecto. La primera etapa se centró en la Rama 1 del Modelo-V y la segunda etapa se centró en la Rama 2 del Modelo-V. La descripción de cada etapa se muestra en la Figura 12.

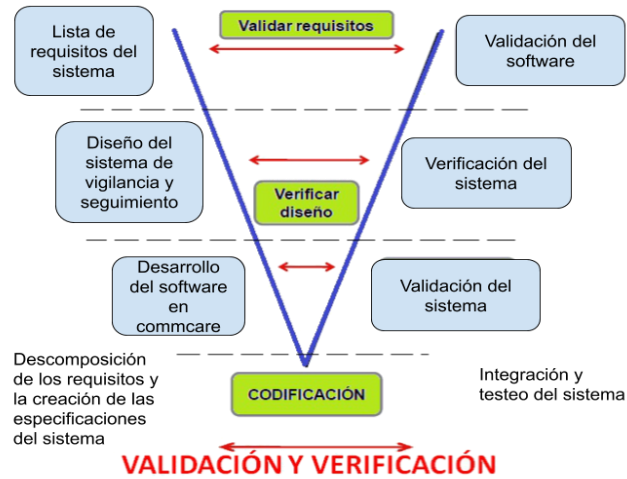


Figura 12.- Modelo de validación y verificación del software del proyecto planteadas.

6.2.1.1 Rama 1 del Modelo-V

La primera etapa se centró en el desarrollo del aplicativo acorde a las necesidades del proyecto. Para ello, se revisó literatura gris sobre seguimiento y vigilancia de casos sospechosos de otros proyectos. De esta manera se desarrolló la aplicación en base a las alertas epidemiológicas, normas técnicas y artículos científicos del tema.

Variables del software

Las variables del software fueron anexadas a los formularios de seguimiento y vigilancia de casos sospechosos de la aplicación. Se tomó como formulario modelo el Cuestionario F00 del MINSA, cuestionario que es usado para el tiraje diferenciado para identificar casos sospechosos. Este cuestionario está resumido en las **tablas 01** y **tabla 02**.

Tabla 1.- Cuestionario de Registro de Vivienda.

Descripción	Tipo	Observaciones
Número de Habitantes	numeric	0-20
Número de menores de 18	numeric	0-20
Número de mayores de 60 años	numeric	0-20
Número de Habitaciones	numeric	0-10
Coordenadas	coordenates	No pregunta, automático
Dirección de Vivienda	text	Calle, número, interior
Número de teléfono o Cel.	id/telephone	Lista, calle, número, interior
Nombre de jefe de vivienda	text	Nombres y Apellidos

Tabla 2.- Cuestionario de Registro Individual.

Sección	Descripción	Tipo
Datos Personales	Tipo Documento	singleselect
Datos Personales	Nacionalidad	singleselect
Datos Personales	Número de Documento	numeric
Datos Personales	Nombres	text
Datos Personales	Apellido Paterno	text
Datos Personales	Apellido Materno	text
Datos Personales	Fecha de Nacimiento	date
Datos Personales	Sexo	singleselect
Datos Personales	Tiene celular personal	singleselect
Datos Personales	Número Celular	id/telephone
Triaje Síntomas	Síntomas Autorreportados	multiselect
Triaje Síntomas	Temperatura corporal	numeric
Triaje Síntomas	Fecha inicio síntomas	date
Triaje Síntomas	Contacto con COVID-19	singleselect
Triaje Síntomas	Viaje últimos 14 días	singleselect
Triaje Síntomas	Lugar a donde viajó	text
Triaje Síntomas	Fecha de retorno	date
Triaje Síntomas	Desplazamiento fuera de N.	singleselect
Triaje Síntomas	Lugar a donde se desplazó	text
Triaje Síntomas	Caso Sospechosos	hidden_value
Factores de Riesgo	Mayor de 60 años	hidden_value
Factores de Riesgo	Peso (autorreportado)	numeric
Factores de Riesgo	Talla (autorreportado)	numeric
Factores de Riesgo	Índice de Masa corporal	hidden_value
Factores de Riesgo	Obesidad	hidden_value
Factores de Riesgo	Es personal de salud	singleselect
Factores de Riesgo	Está gestando	singleselect
Factores de Riesgo	Enf. preexistente	multiselect
Factores de Riesgo	Tiene Factores de riesgo	hidden_value
Signos de alarma	Signos de A. (autorrep.)	multiselect
Signos de alarma	Saturación de oxígeno	numeric
Signos de alarma	Tiene signos de alarma	hidden_value

6.2.1.2 Rama 2 del Modelo-V

La prueba de corrección de errores del aplicativo se basó en el manejo de riesgos del **MODELO-V**, en el cual el desarrollo tecnológico se mantiene progresivamente evaluando la aplicación en las etapas planteadas en el diagrama de modelo de la Figura 22. El desarrollo del aplicativo duró 3 semanas, luego de ello se procedió a probar el software y de encontrar errores se procedería a su corrección. Por ello se elaboró una hoja de recolección de errores del aplicativo, donde se listaron los errores encontrados y se clasificó según su urgencia como se muestra en la **Tabla 03**, luego se procedió a clasificar la ocurrencia de los errores. En esta etapa se consideró la participación de todos los integrantes del equipo a fin de tener mayor retroalimentación.

Tabla 3.- Hoja de recolección de errores del aplicativo Modelo-V.

Nº	*NOMBRE DE PREGUNTA	ERROR ENCONTRADO	SEVERIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
1				
2				
3				
4				

6.2.3 Implementación

En esta etapa, nuestro estudio utilizó los datos generados del desenvolvimiento de los ACS durante su actividad de visitas domiciliarias en el proyecto AFC. La factibilidad de uso se basó bajo los indicadores que desempeñaron los ACS en la semana que usaron la tablet.

6.2.3.1 Consideraciones de bioseguridad en las visitas a viviendas

Condiciones para el ingreso a la vivienda

Las condiciones de ingreso a la vivienda fue un criterio principal de los ACS, a fin de evitar el riesgo de contagio. Estas condiciones fueron las siguientes:

- El jefe de vivienda y los integrantes aceptan el ingreso del ACS.
- La vivienda cuenta con un ambiente ventilado donde se pueda mantener una distancia de por lo menos 3 metros de distancia entre todos los presentes.
- El ACS cuenta con el equipo de protección personal necesario (Mascarilla KN-95, guantes de barrera descartables, mandilón)
- Todos los integrantes deben utilizar mascarillas de barrera durante el tiempo que dure la visita, si no cuentan con estos implementos, se entregaron las unidades necesarias.



Figura 13.- ACS evaluando las condiciones de ingreso y anotándolas en su tablet.

6.2.3.2 Procedimientos de visita

El jornal del día empezaba a las 8 a.m. donde los ACS se reunían para el recojo de sus mochilas viajeras que contenía los materiales para su trabajo diario. El circuito de ingreso y salida se muestra en la **Figura 14**. El procedimiento de visita por parte del ACS una vez llegado a la vivienda se lista a continuación:

- El ACS se presenta y solicita al jefe de la vivienda permiso para ingresar y poder evaluar a los integrantes de la vivienda.
- El ACS pregunta si la vivienda cumple con los requisitos para poder continuar la visita (ambiente ventilado, distanciamiento social, mascarillas).
- Solo si se cumplen todas las condiciones para el ingreso a la vivienda, el ACS podía ingresar a uno de los ambientes de la vivienda para hacer la evaluación a los integrantes.

- El ACS mantiene en todo momento la distancia mínima de 3 metros de distancia, considerando que el ambiente es lo suficientemente amplio.
- El único momento en el que el ACS se acerca a los habitantes es durante la medición de temperatura con el termómetro infrarrojo, para lo cual el ACS se colocaba a aproximadamente 1.5 metros de distancia, estiraba el brazo y con el termómetro a 15 cm de la frente del habitante midió la temperatura sin necesidad de contacto. Finalizada la visita, el ACS aplicó los paños desinfectantes sobre la tablet, termómetro, lentes y todo el material reusable.
- El material descartable fue desechado.



Figura 14.- Circuito de ingreso y salida a campo del ACS en el C.S de Nauta

6.2.3.3 Seguimiento de los casos sospechosos

El ACS realizó seguimiento a las viviendas donde se ha encontrado por lo menos una persona con: 1) Sospecha de COVID-19 sin factores de riesgo y 2) Sospecha de COVID-19 con factores de riesgo. El seguimiento de las viviendas con personas sin factores de riesgo fue diario y se realizó vía telefónica. En base a la evaluación individual durante esta visita se plantean 4 escenarios que el aplicativo móvil podrá identificar mediante la introducción de información por el ACS:

- Persona no sospechosa: en este caso solo se registrará la información y no se hará un seguimiento posterior.
- Persona sospechosa: si cumplen con los criterios de sospecha de COVID-19 posterior a la evaluación, se indicará la necesidad de aislamiento domiciliario, y se informará que se realizará un seguimiento telefónico para controlar su estado.
- Persona sospechosa con factores de riesgo: en caso, además de ser sospechoso por sus síntomas, presente por lo menos un factor de riesgo para complicaciones por COVID-19. Se informará a la persona que debe permanecer en casa, que recibirá seguimiento telefónico. Se reforzará el reconocimiento de señales de peligro y cuándo deben acudir al centro de salud. Adicionalmente, el hallazgo de estos pacientes será notificado preferentemente por vía digital, así como consolidados diarios a la

IPRES de la jurisdicción responsable, dado el manejo prioritario que estos requieren.

- Persona con signos de alarma: Si al momento de la evaluación el ACS detecta alguna persona con signos de alarma, significa que es una emergencia y se debe derivar inmediatamente al centro de salud más cercano. Para esto el ACS se comunica con el o la supervisora quien notifica al centro de salud para el manejo y atención inmediata del paciente en riesgo.

Seguimiento de Vivienda con Caso Sospechoso de COVID-19 sin Factores de Riesgo consistió en llamadas de seguimiento fueron diarias a personas identificadas como casos sospechosos y que no tenían signos de alarma.

El seguimiento de Vivienda con Caso Sospechoso de COVID-19 con Factores de Riesgo consistió en llamadas de seguimiento diarias a personas identificadas como casos sospechosos y que tienen signos de alarma.

7. RESULTADOS

7.1 Caracterización de los ACS

Se recolectó información de 14 ACS que se caracterizaron mediante una encuesta sociodemográfica (Tabla 05). El resultado fue el siguiente: 50% del total de ACS fueron varones y 50% mujeres. La edad promedio fue de 23.14 ± 3.5 [19 - 30] años, solo 1 ACS reportó que sufría de hipertensión arterial como enfermedad preexistente. Todos habían estudiado en un instituto de la localidad. Los ACS solteros fueron 10 (71.43%, n=14) y 13 (92.86%) vivían acompañados, de los cuales 4 (30.77%, n=13) ACS vivían con personas mayores de 60 años.

Tabla 4.- Principales características de los ACS.

	n	%
Sexo		
Varón	7	50,0
Mujer	7	50,0
Edad		
Años (<i>Media \pm D.E; Min-Max</i>)	<i>(23.14 \pm 3.5; 19-30)</i>	
Grado de instrucción		
Primaria	0	0
Secundaria	0	0
Superior técnico	14	100
Superior universitario	0	0
Convive con personas mayores 60 años		
Si	4	28,57
No	10	71,43.
Total	14	100

D.E: Desviación estándar; Min: mínimo; Max: Máximo

7.2 Factibilidad del estudio

7.2.1 Factibilidad técnica

7.2.1.1 Rama 1 del Modelo-V

Esquema del aplicativo móvil inicial

La aplicación móvil de vigilancia y seguimiento de casos sospechosos de COVID-19, resulto estructurada en dos módulos de visualización principales en la app (Figura 15), según la siguiente forma:

- **Módulo de registro de vivienda:** En cada primera visita que realizaba el ACS, tenía que registrar la información de la vivienda, incluyendo las características de la misma. Dentro del registro de vivienda era posible registrar los integrantes de dicha vivienda, donde se podía tomar la siguiente información de cada miembro del hogar: temperatura corporal, síntomas sugerentes de COVID-19, criterios de persona de riesgo y rastreo de contactos. En caso el aplicativo detecte un caso sospechoso de COVID o persona en riesgo por contacto o características propias del individuo, esta unidad de vivienda sería marcada con una alerta y se notificaría automáticamente a la red de salud.
- **Módulo de seguimiento:** En este módulo se listaban todas las viviendas que hayan tenido algún criterio de peligro durante la visita de registro. Desde el mismo módulo se puede visualizar la información de la vivienda, la información registrada de sus integrantes y realizar llamadas de seguimiento a las viviendas que lo requerían.

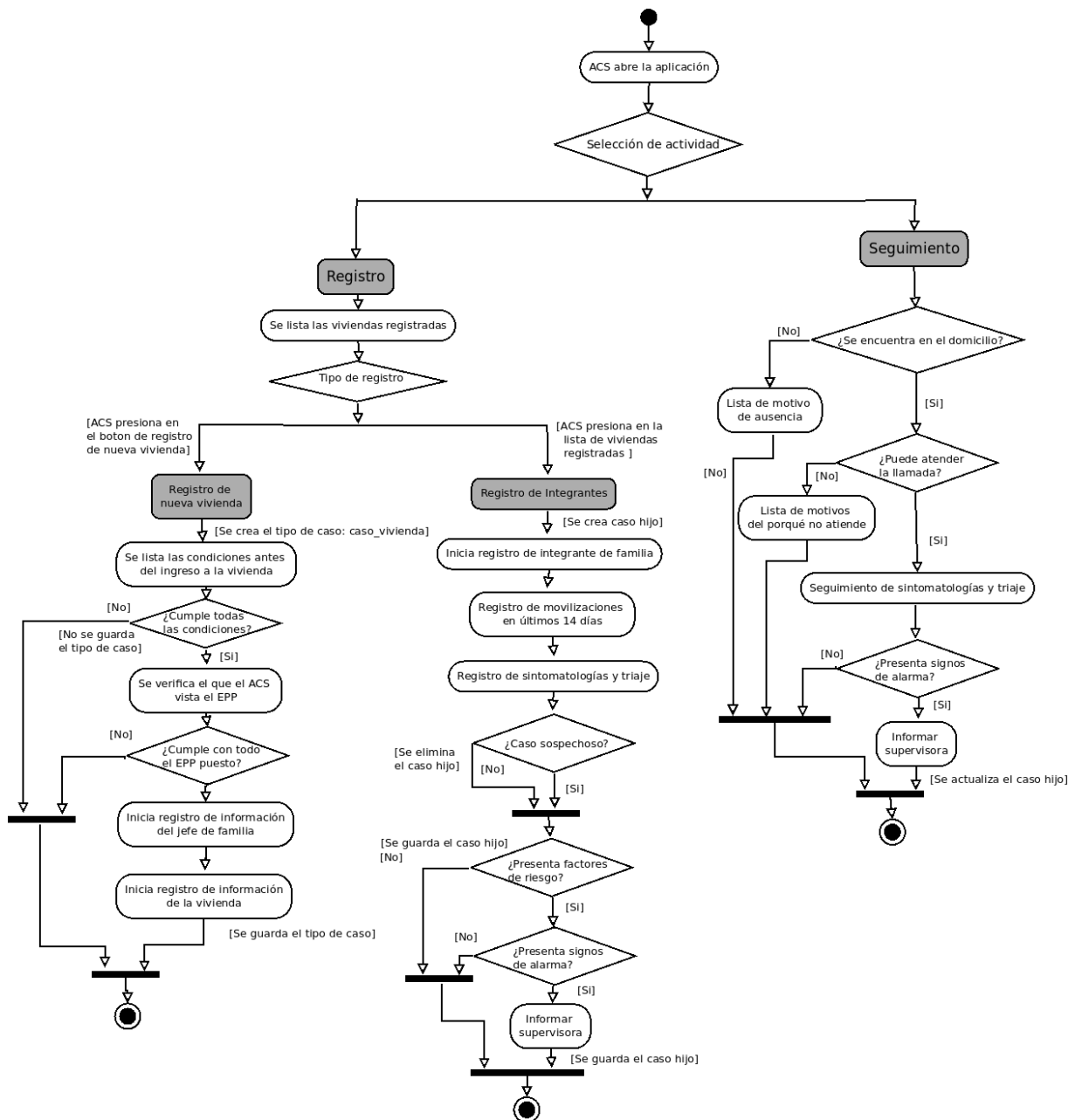
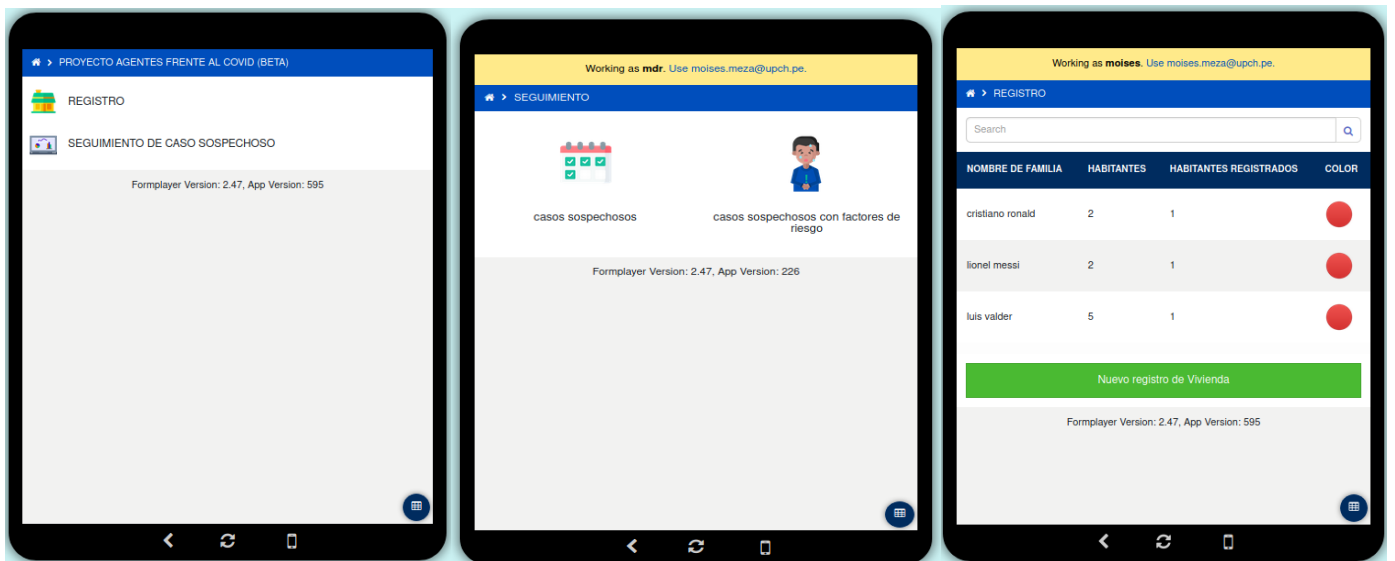


Figura 15.- Diagrama de flujo de los módulos del aplicativo.

Desarrollo del software en CommCare

Toda la información planteada se incluyó en el diseño del aplicativo, incluyendo las secciones e imágenes (Figura 16). Algunas vistas principales de los módulos se visualizan a continuación:



(A)

(B)

(C)

Figura 16.- (A) Módulos principales, (B) Área de registro, (C) Área de seguimiento.

7.2.1.2 Rama 2 del Modelo-V

Verificación del desarrollo del sistema

La segunda rama del Modelo en V se centró en la evaluación de errores y funcionalidad del mismo, en la cual se pudo recolectar todas las apreciaciones de los interesados en el proyecto, a fin de mejorar el contenido de textos, imágenes y videos de la aplicación desarrollada Figura 17. Se decidió incluir un módulo extra a los 2 módulos iniciales (registro de vivienda y seguimiento); este módulo adicional estuvo dedicado exclusivamente a supervisión de los agentes comunitarios. **Módulo de monitoreo:** En este módulo se incluyó el listado de todos los integrantes registrados por los agentes comunitarios, haciendo especial énfasis en casos con signos de alarma. Se agregó una opción para visualizar el estado del caso y sus signos de alarma, así como la opción de reportar el caso al Equipo de Respuesta Rápida del COVID-19 (ERR).

Correcciones del aplicativo

Cada avance en la implementación de los algoritmos puestos CommCare terminaba en una evaluación por parte de los integrantes del proyecto, en la cual basándose en la búsqueda de posibles errores testeaban el buen funcionamiento aplicación. Las correcciones fueron validadas en el aplicativo luego que se probara su funcionamiento; luego se diseñó una segunda versión del aplicativo móvil. En la nueva versión se incluyó más funciones que se detallan a continuación **Tabla 04**.

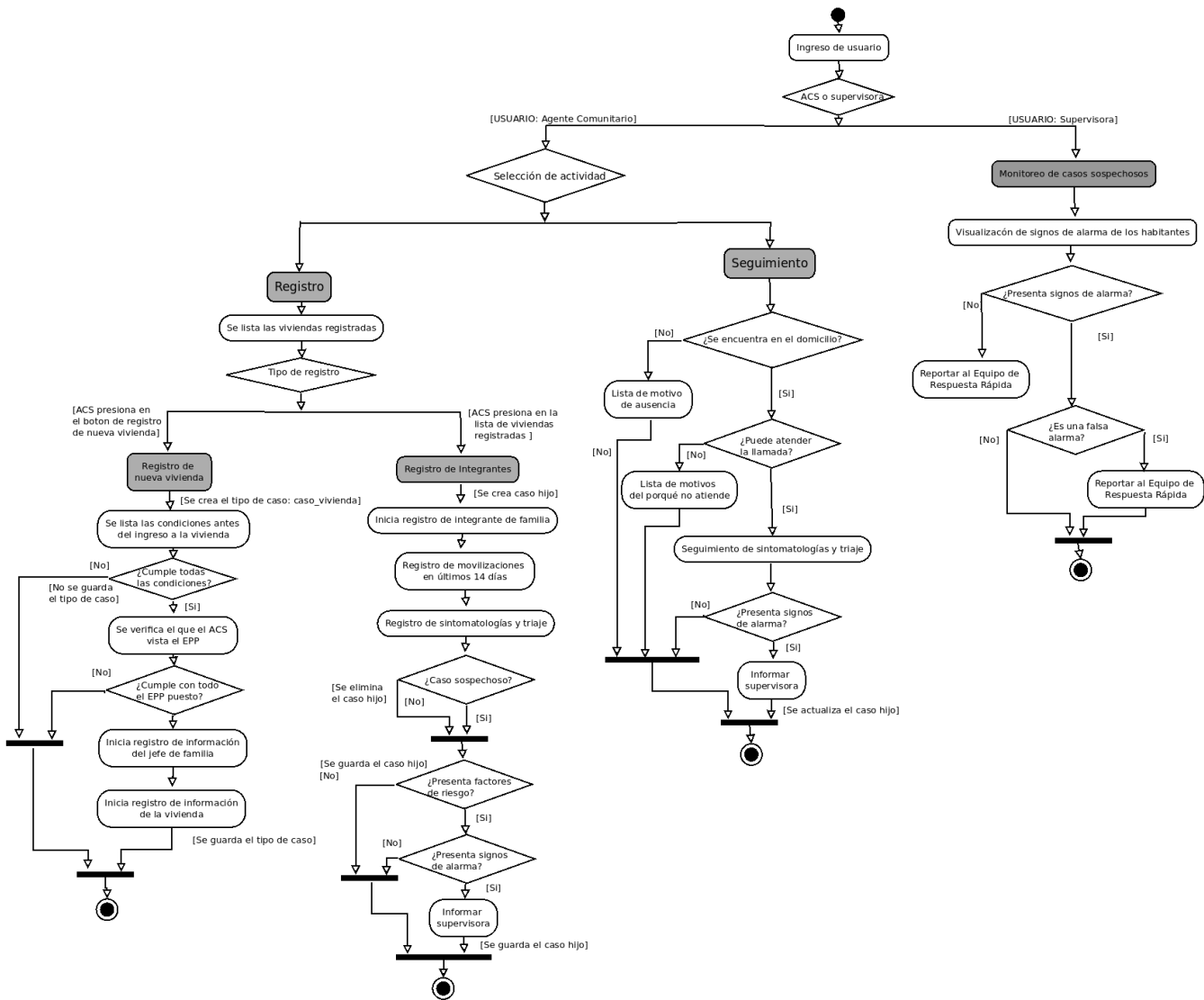
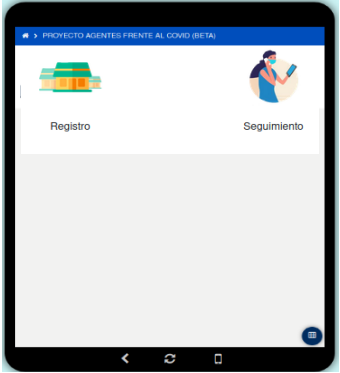



Figura 17.- Diagrama de flujo de los módulos del aplicativo mejorado.

Tabla 5.- Principales vistas del aplicativo.

Descripción de la vista del aplicativo	Vista del aplicativo
<p>Una vez iniciado el aplicativo podemos seleccionar dos módulos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Registro: Para registrar la vivienda y sus integrantes. ● Seguimiento: Para realizar llamadas del estado del habitante previamente registrado. 	
<p>En la pantalla de registro se agregó la opción para registrar a la vivienda y sus integrantes.</p>	 <p>Nombre de la vivienda</p> <p>Fecha de registro de la vivienda</p> <p>Color rojo: faltan completar</p> <p>Registrar habitantes.</p> <p>Opción de registro de una nueva vivienda.</p>

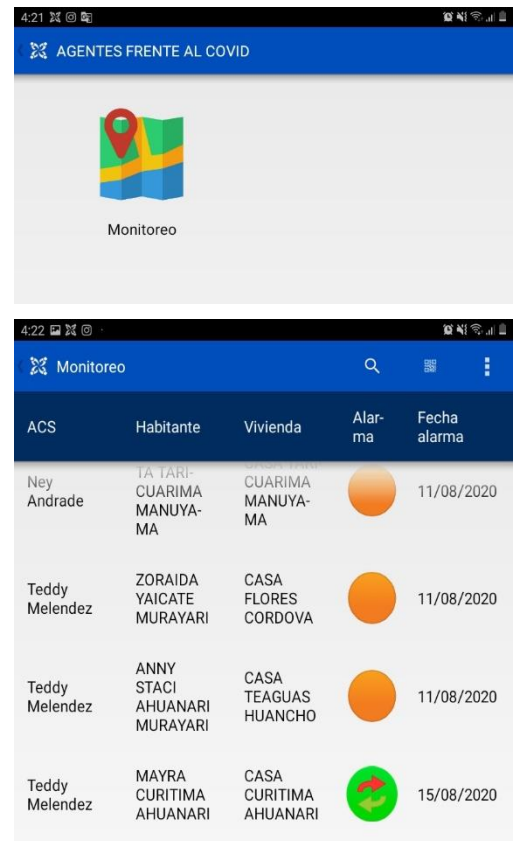
Opción para llamar a la supervisora y reportar los síntomas, factores de riesgo y signos encontrados en el habitante.



Una vez ingresado como supervisor, el aplicativo presentaba la siguiente interfaz.

En esta pantalla tenemos la posibilidad de sincronizar nuestro aplicativo con el servidor y poder enviar el detalle de los casos.

S
U
P
E
R
V
I
S
O
R
A



7.2.2 Resultados Operativos

Durante la ejecución del proyecto se registró que los ACS pudieron visitar a un total de 1290 habitantes durante los 7 días de intervención. Esto corresponde a 626 viviendas de la ciudad de Nauta. Del total de habitantes registrados se encontraron 72 habitantes con sospecha de COVID-19, de los cuales 48 tenían factores de riesgo. Se detectaron 65 viviendas con casos sospechosos según nuestra definición de caso. También, encontraron 501 personas con factores de riesgo para coronavirus de los cuales 48 tenían síntomas sospechosos a COVID-19 (Tabla 06). Además, se registraron 3 casos de signos de alarma que fueron atendidos oportunamente por el Equipo de Respuesta Rápida (ERR).

Tabla 6.- Indicadores de factibilidad del aplicativo.

Indicadores	Resultados
Viviendas registradas	626
Personas registradas	1290
Viviendas identificadas con al menos un miembro sospechoso	64 (10.2%, n=626)
Personas identificadas como casos sospechosos	72 (5.5%, n=1290)
Viviendas con al menos un miembro con factores de riesgo	345 (55.1%, n=626)
Personas identificadas con factores de riesgo	501 (38.8%, n=1290)
Seguimiento de viviendas (telefónico)	72 (5.6%, n=1290)
Personas con signos de alarma	35 (2.7%, n=1290)

Con respecto a la factibilidad operativa del uso del aplicativo, al finalizar la semana de intervención en promedio cada ACS registró aproximadamente 50 viviendas, detectó aproximadamente 5 casos sospechosos y cerca de 36 personas con factores de riesgo por vivienda. Las visitas de los ACS duraron en promedio 11 minutos por cada vivienda (Tabla 07).

Tabla 7.- Métricas de factibilidad del uso promedio del aplicativo AFC durante la semana de intervención realizado por los ACS.

	Media	DE	Min	Max
Viviendas	50.14	2.41	46	56
Habitantes	92.14	15.80	70	130
Viviendas sospechosas	4.64	1.78	1	7
Habitantes sospechosos	5.14	2.07	1	8
Viviendas en riesgo	26.64	5.43	14	37
Habitantes en riesgo	35.79	9.53	18	59
Tiempo de registro por habitante (min)	4.09	0.58	3.3	5.2
Tiempo de registro por vivienda (min)	11.38	1.63	9	14.7

D.E: Desviación estándar; Min: Mínimo; Max: Máximo, min: minutos

Se observó que 9 de los 14 ACS (64.29 %) registraron viviendas sospechosas superiores al porcentaje promedio (9.27 % de viviendas sospechosas respecto del total); mientras que 6 ACS (42.86 % del total) registraron porcentajes de viviendas con riesgo de contagio superiores a la media (53.19 % de viviendas con riesgo respecto del total). El porcentaje de habitantes sospechosos de COVID-19 respecto al total evaluado por cada ACS en promedio fue de 5.59 %; 8 de los 14 ACS (57.14 %) lograron registrar porcentajes mayores al promedio. El porcentaje de habitantes con factores de riesgo de COVID-19 fue

71.41. También se observó que el tiempo promedio de registro por habitante y por vivienda efectuado por los ACS fue de 4 y 11 minutos respectivamente; así mismo, la mitad (50 %) de los ACS logró un tiempo menor de registro de ambos parámetros, podría inferirse que la mitad de los ACS son más rápidos comparados con el tiempo promedio. El tiempo promedio de registro total por habitante y vivienda efectuado por cada ACS fue un aproximado de 11 minutos.

Los ACS fueron agrupados en pareja (1 hombre y 1 mujer) para luego ser dirigidos a un sector de Nauta (Figura 17). El grupo con mayor número de registro fue el grupo 1 (106 viviendas), el grupo 6 fue el que detecto mayores casos sospechosos en la localidad (Tabla 08). Mientras que el promedio de habitantes registrados por ACS fue de 92.14; donde 6 de 14 ACS (42.86 %) registraron un número mayor a la media.

Tabla 8.- Desempeño de ACS por grupo de trabajo.

Grupo	Nro Viviendas	Nro Habitantes	Nro Viviendas Sospechosas	Nro Habitantes Sospechosos	Nro Viviendas Riesgo	Nro Habitantes Riesgo	Dur. Registro por Habitante (Min)	Dur. Registro Habitantes (Min)	Dur. Registro Vivienda (Min)	Dur. Registro Total (Min)
1	106	236	10	11	68	101	7.3	16.1	6.1	22.4
2	98	168	11	11	48	59	8.2	14.2	9.2	23.4
3	102	193	12	14	55	74	10.2	19.3	8.1	27.4
4	95	163	9	10	63	84	8.7	14.9	9	23.9
5	98	165	5	5	38	49	8	13.5	7.8	21.3
6	99	190	12	15	52	67	7.2	13.8	6.5	20.3
7	104	175	6	6	49	67	7.7	12.2	8.4	20.6

Dur: Duración; Min: Mínimo.

7.3 Cierre de proyecto

Considerando que bajo el contrato del proyecto AFC, todos los materiales adquiridos al término del estudio pasaban a ser de la entidad solicitantes (UPCH). Debido a ello, al término del piloto todos los materiales fueron dados al programa Mamás del Río, programa anexo a la UPCH que trabaja en entornos muy similares al proyecto AFC.

Se tuvo una reunión con el director de DIRESA Loreto y las autoridades del Centro de Salud nauta respectivamente, en esta reunión expresamos nuestro agradecimiento por la colaboración del proyecto, además de mostrar el funcionamiento del aplicativo y del proyecto en general.

Finalmente, se elaboró un video en la cual se puede expresar en palabras breves el proyecto desarrollado en Nauta; este video representa el arduo trabajo empleado por el equipo de investigadores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia al proyecto AFC (85).

8. DISCUSIÓN

En la región Loreto, la crisis por el coronavirus generó el colapso de su sistema de Salud. En los meses iniciales de la pandemia (marzo, abril 2020), la región no contaba con suficiente instrumental médico para todos los enfermos por coronavirus (planta de oxígeno, ventiladores mecánicos) (86). En ese mismo sentido, la situación reflejaba también una escasez de profesionales de la salud, que hizo insostenible la atención en los establecimientos de salud, además de la imposibilidad de formar equipos de trabajo que puedan atender labores fuera de los centros de salud (visitas domiciliarias, seguimiento presencial, etc.) (87). Por otro lado, Loreto concentra la mayor población nativa o indígena peruana, lo que representa un especial interés en el área de salud ya que estas localidades se encuentran lejos de hospitales y centros de salud (88). Ante la situación por el coronavirus, la creación de ideas o marcos de trabajo, que puedan reducir la carga en el sector salud, era necesaria. En este sentido, el desarrollo y el diseño de tecnologías móviles que pueden adaptarse tanto en su concepción como en su desarrollo, cobró importancia en el contexto de la pandemia. La tecnología móvil nos da la ventaja de poder llegar a muchas personas, pero estos dependen de varios factores entre ellas la conectividad a una red celular o conectividad wifi que permita comunicarse al internet. Sin embargo, la capacidad de los aplicativos de poder trabajar de manera offline es una alternativa ante la ausencia de conectividad a internet o en casos en la cual la conectividad es lenta o de muy baja latencia. Estos dispositivos permiten el desempeño del aplicativo sin

conectividad para el almacenamiento de la información en estos dispositivos que derive en una posterior carga de información al internet.

Los aplicativos móviles pueden enfocarse en una detección temprana de síntomas, como lo planteó e implemento un estudio en Estados Unidos, donde el departamento de Salud Pública de Massachusetts desarrolló un aplicativo móvil que permitió que todos los trabajadores de la salud sean examinados diariamente para detectar síntomas de COVID antes de ingresar a sus centros de atención médica. El uso del aplicativo facilitó que para la primera semana del estudio de 25,000 empleados se pudieran detectar 1,865 personas sintomáticas, que de otro modo podrían haber ido a trabajar y poner en riesgo a los demás trabajadores (89). La idea central del proyecto fue tomada en cuenta para el desarrollo de nuestro aplicativo del proyecto AFC, donde nos centramos justamente en una identificación temprana de casos sospechosos.

En ese sentido, un estudio referente al COVID-19 en el Reino Unido, desarrolló un aplicativo para el conocimiento sobre factores de riesgo y síntomas de este virus. El aplicativo reportó 265,851 casos sospechosos de personas con sintomatología de COVID en 3 días desde su lanzamiento (90). El aplicativo fue de autoreporte, lo que explicaría la detección de la gran cantidad de casos sospechosos reportados (265,851) comparado con nuestro estudio, además del diferente contexto sociodemográfico. Sin embargo, esto nos muestra la posibilidad de abarcar una mayor población, que potenciaría los reportes hacia el Equipo de Respuesta Rápida de los establecimientos de salud.

Otro estudio se centró en la búsqueda de aplicativos relacionados a la COVID-19; se identificaron un total de 63 aplicaciones entre Google Play Store y Apple App Store. De los aplicativos móviles seleccionados: 25 fueron desarrollados en India, 19 aplicativos del Reino Unido y 19 aplicativos hechos en EE. UU. Entre estas 63 aplicaciones del estudio, se encontraron 18 aplicaciones enfocadas en compartir información actualizada sobre COVID-19, y 8 se usaron para rastrear contactos, mientras que 9 aplicaciones tuvieron ambos objetivos, los 28 restantes tenían diversos fines entre ellos entrenar a los prestadores de salud (91). Este último estudio mencionado, fue relevante en nuestro estudio, ya que permitió conocer el estado del arte de las aplicaciones relacionadas a la COVID-19, lo que nos motivó a hacer búsqueda de estudios que contengan desarrollos similares a los nuestros. En nuestra búsqueda en la Play-Store, pudimos apreciar que existen muchos aplicativos que buscan mitigar los efectos de la pandemia, estos desarrollos están generalmente enfocados en una perspectiva de auto-reporte de síntomas, considerado como un registro pasivo, ya que los investigadores del proyecto deben esperar hasta que la población ingrese los datos correspondientes, por lo que en nuestro estudio optamos por un registro activo con los ACS como los encargados de esta labor. Basado en ello, según nuestra búsqueda hecha, existía casi nula información de aplicativos orientados a una búsqueda activa de casos de COVID-19 que haya empleado a los Agentes Comunitarios como usuarios finales. Además, tampoco se encontraron intervenciones realizadas en ambientes rurales remotos.

Existe evidencia suficiente para considerar a los ACS como la opción más viable de colaboración entre la población y los Centros de Salud. En ese sentido Gahizi et al. (92) resalta la participación de ACS como nexo entre la población y los centros proveedores de salud, en nuestro proyecto consideramos que trabajar con ACS era la manera más viable de detección de casos sospechosos dado el contexto de salud en Loreto. James O'Donovan et al. (93) plantea los roles que deberían tener los ACS durante la pandemia por coronavirus, facilitando el almacenamiento de casos y seguimiento de estos, además, de la capacitación, entrenamiento y supervisión que deberían seguir y resalta además la facilidad de comunicación.

Referente a la parte tecnológica de proyectos, no existe un consenso sobre cuál es la mejor herramienta tecnológica para hacer aplicativos, a su vez tampoco existe un esquema universal para la creación de un marco de trabajo de un aplicativo, lo que se conoce es que el uso de modelos de desarrollo de software bien implementados puede ayudar a agilizar ciertos procesos del desarrollo del software de todo proyecto informático. Como menciona Orla McHugh et al. (94) el impacto del uso de modelos de desarrollo de software permite empoderar a todos los integrantes del equipo para generar mejores resultados en tiempos cortos, lo que también recalca Clark et al. (95) en un estudio en el que usaron un modelo ágil para el desarrollo del software de una Historia clínica electrónica, donde consideraron el software como aceptable, fácil de usar y mejoró la atención durante las pruebas piloto. Según lo define Shylesh (96) el modelo en forma

de V se usa para proyectos pequeños a medianos donde los requisitos están claramente definidos y fijos. En ese sentido, el presente estudio usó un modelo semi-ágil (Modelo-V), eficaz para equipos cuyo número de integrantes es pequeño, con lo cual se pudo completar las versiones del aplicativo durante la semana de capacitación de los ACS, se pudo corregir los errores rápidamente en 1 semana e incluso basado en los errores se agregó un módulo adicional dedicado a la supervisión de los ACS.

Sumado a lo anterior, nuestro contenido visual del aplicativo fue estrictamente elaborado considerando la alerta epidemiológica N° 16 y las normas técnicas vigentes, para un mejor entendimiento de los ACS. Los resultados obtenidos de la factibilidad, muestran que es posible el desarrollo de una intervención en un tiempo corto (1 semana) con un aproximado de 11 minutos de duración de registro por vivienda alcanzando una totalidad de 626 viviendas registradas. Estos resultados son respaldados por el estudio de Chacón (2019), en cuya investigación se centró en la evaluación de usabilidad y factibilidad de uso de un aplicativo móvil para el mejoramiento de la salud materno-neonatal, cuyo proyecto trabajó con agentes comunitarios en la amazonia de Loreto.

El presente estudio es pionero en su tipo al implementar un piloto en el cual se usó un aplicativo móvil de búsqueda activa de casos sospechosos de COVID-19, Incluyendo las recomendación del estado peruano y siguiendo un estricto protocolo de bioseguridad que se incluyó en el contenido del

aplicativo móvil, además de incluir criterios de monitoreo continuo a los ACS con la inclusión de un módulo orientado a la supervisión de los ACS y sumado a ello el soporte tecnológico usando modelos de desarrollo de software que agilizaron el desarrollo del aplicativo.

Entre las limitaciones encontradas en el proyecto consideramos:

- Se evitó en lo posible las visitas a viviendas con condiciones no adecuadas para el ingreso (por ejemplo: integrantes de la familia que no querían colocarse la mascarilla, lugares muy cerrados sin ventilación, entre otros), estas visitas hubiesen enriquecido los datos; sin embargo, por temas de seguridad no se procedió con la recolección de información de dichas viviendas.
- La duración del proyecto (2 meses para el diseño de la aplicación y una semana para el trabajo en campo donde paralelamente se recogieron los resultados) y el financiamiento, fueron cubiertos en su totalidad en el estudio; debido a ello, no se pudo realizar seguimiento de la población posteriormente al estudio. La accesibilidad para la adquisición del equipo de protección personal fue, en ciertos momentos, difícil por la zona donde se estaba aplicando el proyecto.
- Debido a celeridad del proyecto, no se tomaron métricas en las capacitaciones, ni se realizó un estudio cualitativo.

9. CONCLUSIÓN

- Se desarrolló un aplicativo móvil para la vigilancia comunitaria activa de COVID-19 facilitado por Agentes Comunitarios de Salud en la ciudad de Nauta-Loreto, donde se pudo reportar 3 viviendas cuyos integrantes presentaban signos de alarma, lo que permitió que el Equipo de Respuesta Rápida tenga conocimiento de los casos y visiten el domicilio.
- El aplicativo desarrollado para la vigilancia activa y seguimiento de casos sospechosos facilitó en gran medida el desempeño del ACS durante las visitas, tomando un promedio de 11 minutos por vivienda visitada.
- Con respecto a nuestro estudio, fue factible tanto técnica y operativamente realizar una intervención comunitaria con uso de aplicativos móviles en un contexto de pandemia, considerando seguir un estricto protocolo de bioseguridad desde la salida al campo y la visita domiciliaria.

10.RECOMENDACIONES

- Este proyecto sirve como guía para abarcar mayor área de intervención y un mayor tiempo de intervención.
- Es recomendable para futuras investigaciones, que se tomen en cuenta las visitas de noche (siguiendo los protocolos de bioseguridad adecuados), ya que, bajo nuestra experiencia en el periodo de implementación, es el horario donde mayormente se encontraba reunida toda la familia.,
- Es recomendable replicar el proyecto en otros ambientes y/o realidades, considerando otras características demográficas, que puedan reflejar las distintas realidades del territorio peruano, para ello se sugiere trabajar con métodos cualitativos que permitan enriquecer los detalles sobre el desarrollo y la implementación.

11. REFERENCIAS

1. Cucinotta D, Vanelli M. WHO Declares COVID-19 a Pandemic. *Acta Bio Medica Atenei Parmensis*. 2020 Mar 19;91(1):157–60.
2. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020 [Internet]. [cited 2020 Nov 9]. Available from: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
3. Rahman J, Muralidharan A, Quazi SJ, Saleem H, Khan S. Neurological and Psychological Effects of Coronavirus (COVID-19): An Overview of the Current Era Pandemic. *Cureus*. 2020 Jun 5;12(6):e8460.
4. Calisher C, Carroll D, Colwell R, Corley RB, Daszak P, Drosten C, et al. Statement in support of the scientists, public health professionals, and medical professionals of China combatting COVID-19. *Lancet*. 2020;395(10226):e42–3.
5. Cruz-Correa M, Díaz-Toro EC, Falcón JL, García-Rivera EJ, Guiot HM, Maldonado-Dávila WT, et al. Public Health Academic Alliance for COVID-19 Response: The Role of a National Medical Task Force in Puerto Rico. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020 Jan;17(13):4839.
6. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard [Internet]. [cited 2020 Nov 17]. Available from: <https://covid19.who.int>
7. Minsa: Casos confirmados por coronavirus Covid-19 ascienden a 414,735 en el Perú (Comunicado N° 192) [Internet]. [cited 2020 Nov 22]. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/232456-minsa-casos-confirmados-por-coronavirus-covid-19-ascienden-a-414-735-en-el-peru-comunicado-n-192>
8. 5 razones por las que Perú tiene la mayor tasa de mortalidad entre los países más afectados por el coronavirus. *BBC News Mundo* [Internet]. [cited 2020 Nov 22]; Available from: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-53940042>
9. Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19-DECRETO SUPREMO-N° 044-2020-PCM [Internet]. [cited 2020 Nov 17]. Available from: <http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-declara-estado-de-emergencia-nacional-po-decreto-supremo-n-044-2020-pcm-1864948-2/>

10. Alerta epidemiológica N° 16 - Coronavirus (COVID-19) [Internet]. [cited 2020 Nov 17]. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/544170-alerta-epidemiologica-n-16-coronavirus-covid-19>
11. Galán-Rodas E, Tarazona-Fernández A, Palacios-Celi M, Galán-Rodas E, Tarazona-Fernández A, Palacios-Celi M. Riesgo y muerte de los médicos a 100 días del estado de emergencia por el COVID-19 en Perú. *Acta Médica Peruana*. 2020 Apr;37(2):119–21.
12. CMP TRASLADA A LA CIUDAD DE LIMA A MÉDICOS CONTAGIADOS CON COVID -19 [Internet]. Colegio Médico del Perú - Consejo Nacional. 2020 [cited 2020 Nov 22]. Available from: <https://www.cmp.org.pe/cmp-traslada-a-la-ciudad-de-lima-a-medicos-contagiados-con-covid-19/>
13. Inga-Berrosipi F, Arosquipa Rodríguez C. Avances en el desarrollo de los recursos humanos en salud en el Perú y su importancia en la calidad de atención. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. 2019 Jun;36(2):312–8.
14. PERÚ EP de SESAE. Coronavirus: proyecto desarrolla aplicativo para reforzar monitoreo y tamizaje en Loreto [Internet]. [cited 2020 Jun 27]. Available from: <https://andina.pe/agencia/noticia-coronavirus-proyecto-desarrolla-aplicativo-para-reforzar-monitoreo-y-tamizaje-loreto-795314.aspx>
15. CMP ENVÍA CARTA A FISCAL DE LA NACIÓN PARA QUE SE EXIJA CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE EPP A MÉDICOS Y PERSONAL DE SALUD [Internet]. Colegio Médico del Perú - Consejo Nacional. 2020 [cited 2020 Nov 22]. Available from: <https://www.cmp.org.pe/cmp-envia-carta-a-fiscal-de-la-nacion-para-que-se-exija-cumplimiento-de-entrega-de-epp-a-medicos-y-personal-de-salud/>
16. COVID-19 DIGESA | DIGESA [Internet]. [cited 2020 Dec 9]. Available from: http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/Manejo_Cadaveres_Directiva_COVID-19.asp
17. Defensoría del Pueblo: son cuatro crematorios públicos y crematorios privados registran precios elevados [Internet]. Defensoría del Pueblo - Perú. [cited 2020 Dec 9]. Available from: <https://www.defensoria.gob.pe/defensoria-del-pueblo-son-cuatro-crematorios-publicos-y-crematorios-privados-registran-precios-elevados/>
18. Alvarado K, Alvarado S, Esenarro D, Rodríguez C, Iannacone J, Alvaríño L, et al. Estrategia nacional peruana contra la propagación de

la pandemia del coronavirus (COVID-19). Cátedra Villarreal [Internet]. 2020 Aug 17 [cited 2020 Nov 22];8(1). Available from: <http://revistas.unfv.edu.pe/index.php/RCV/article/view/767>

19. Población indígena de la Amazonía peruana supera los 330 mil habitantes [Internet]. [cited 2020 Nov 22]. Available from: <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/poblacion-indigena-de-la-amazonia-peruana-supera-los-330-mil-habitantes-9232/>
20. Morens DM, Folkers GK, Fauci AS. What Is a Pandemic? *The Journal of Infectious Diseases*. 2009 Oct 1;200(7):1018–21.
21. Carlos RC. Pandemic. *Journal of the American College of Radiology*. 2020 Jun 1;17(6):691–2.
22. About pandemic phases [Internet]. [cited 2021 May 1]. Available from: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/communicable-diseases/influenza/data-and-statistics/pandemic-influenza/about-pandemic-phases>
23. Information NC for B, Pike USNL of M 8600 R, MD B, Usa 20894. THE WHO PANDEMIC PHASES [Internet]. Pandemic Influenza Preparedness and Response: A WHO Guidance Document. World Health Organization; 2009 [cited 2021 May 1]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK143061/>
24. OMS [Internet]. [cited 2021 Jul 14]. Available from: <http://www.exteriores.gob.es/representacionespermanentes/oficinadelasnacionesunidas/es/quees2/paginas/organismos%20especializados/oms.aspx>
25. Yang Y, Peng F, Wang R, Guan K, Jiang T, Xu G, et al. The deadly coronaviruses: The 2003 SARS pandemic and the 2020 novel coronavirus epidemic in China. *J Autoimmun*. 2020 May;109:102434.
26. Tratner I. [SARS-CoV: 1. The virus]. *Med Sci (Paris)*. 2003 Sep;19(8–9):885–91.
27. Taguchi F. [SARS coronavirus]. *Uirusu*. 2003 Dec;53(2):201–9.
28. Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) [Internet]. [cited 2021 May 1]. Available from: <https://www.who.int/westernpacific/health-topics/severe-acute-respiratory-syndrome>
29. Fisman DN, Tuite AR. The epidemiology of MERS-CoV. *The Lancet Infectious Diseases*. 2014 Jan 1;14(1):6–7.
30. OMS | Coronavirus causante del Síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV) [Internet]. WHO. World Health Organization; [cited

2021 May 2]. Available from: <http://www.who.int/features/qa/mers-cov/es/>

31. Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) [Internet]. [cited 2021 May 2]. Available from: <https://www.who.int/westernpacific/health-topics/middle-east-respiratory-syndrome-coronavirus-mers>
32. Weston S, Frieman MB. COVID-19: Knowns, Unknowns, and Questions. *mSphere*. 2020 18;5(2).
33. Ge H, Wang X, Yuan X, Xiao G, Wang C, Deng T, et al. The epidemiology and clinical information about COVID-19. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2020 Jun;39(6):1011–9.
34. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *New England Journal of Medicine*. 2020 Apr 16;382(16):1564–7.
35. Hani C, Trieu NH, Saab I, Dangeard S, Bennani S, Chassagnon G, et al. COVID-19 pneumonia: A review of typical CT findings and differential diagnosis. *Diagn Interv Imaging*. 2020 May;101(5):263–8.
36. Selvaraj V, Herman K, Dapaah-Afriyie K. Severe, Symptomatic Reinfection in a Patient with COVID-19. *R I Med J (2013)*. 2020 Nov 9;103(10):24–6.
37. Orientaciones para el público [Internet]. [cited 2020 Nov 22]. Available from: <https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>
38. SAVE LIVES - Clean Your Hands campaign [Internet]. [cited 2021 May 2]. Available from: <https://www.who.int/campaigns/world-hand-hygiene-day>
39. Rundle CW, Presley CL, Militello M, Barber C, Powell DL, Jacob SE, et al. Hand hygiene during COVID-19: Recommendations from the American Contact Dermatitis Society. *J Am Acad Dermatol*. 2020 Dec;83(6):1730–7.
40. Show Me the Science - How to Wash Your Hands | Handwashing | CDC [Internet]. 2020 [cited 2021 May 2]. Available from: <https://www.cdc.gov/handwashing/show-me-the-science-handwashing.html>
41. Matuschek C, Moll F, Fangerau H, Fischer JC, Zänker K, van Griensven M, et al. The history and value of face masks. *Eur J Med Res [Internet]*. 2020 Jun 23 [cited 2021 May 2];25. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7309199/>

42. Ayenigbara IO, Adeleke OR, Ayenigbara GO, Adegboro JS, Olofintuyi OO. COVID-19 (SARS-CoV-2) pandemic: fears, facts and preventive measures. *Germs*. 2020 Sep;10(4):218–28.
43. When and how to use masks [Internet]. [cited 2021 May 2]. Available from: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/when-and-how-to-use-masks>
44. Sapoval M, Gaultier AL, Del Giudice C, Pellerin O, Kassis-Chikhani N, Lemarteleur V, et al. 3D-printed face protective shield in interventional radiology: Evaluation of an immediate solution in the era of COVID-19 pandemic. *Diagn Interv Imaging*. 2020 Jun;101(6):413–5.
45. Eames KTD, Keeling MJ. Contact tracing and disease control. *Proceedings of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences*. 2003 Dec 22;270(1533):2565–71.
46. CDC. COVID-19 and Your Health [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention. 2020 [cited 2021 May 2]. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/daily-life-coping/contact-tracing.html>
47. Parker MJ, Fraser C, Abeler-Dörner L, Bonsall D. Ethics of instantaneous contact tracing using mobile phone apps in the control of the COVID-19 pandemic. *J Med Ethics*. 2020 Jul;46(7):427–31.
48. Rebolledo-Nandi Z, Chávez-Olivera A, Cuevas-Valencia RE, Alarcón-Paredes A, Alonso GA. Design of a versatile low cost mobile health care monitoring system using an android application. In: 2015 Pan American Health Care Exchanges (PAHCE). 2015. p. 1–4.
49. Narzullaev A, Muminov Z, Narzullaev M. Contact Tracing of Infectious Diseases Using Wi-Fi Signals and Machine Learning Classification. In: 2020 IEEE 2nd International Conference on Artificial Intelligence in Engineering and Technology (IICAJET). 2020. p. 1–5.
50. Decreto Supremo N° 008-2020-SA [Internet]. [cited 2021 May 10]. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/483010-008-2020-sa>
51. La OMS caracteriza a COVID-19 como una pandemia - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. [cited 2021 May 10]. Available from: <https://www.paho.org/es/noticias/11-3-2020-oms-caracteriza-covid-19-como-pandemia>
52. Ansaar MZ, Hussain J, Bang J, Lee S, Shin KY, Young Woo K. The mHealth Applications Usability Evaluation Review. In: 2020 International Conference on Information Networking (ICOIN). 2020. p. 70–3.

53. Prevención, diagnóstico y tratamiento de personas afectadas por COVID-19 en el Perú [Internet]. [cited 2020 Nov 25]. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/473587-prevencion-diagnostico-y-tratamiento-de-personas-afectadas-por-covid-19-en-el-peru>
54. INEI - Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017 [Internet]. [cited 2021 May 2]. Available from: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
55. Brigadas de salud intercultural luchan contra la COVID-19 en comunidades indígenas de Loreto [Internet]. [cited 2021 May 2]. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/348087-brigadas-de-salud-intercultural-luchan-contra-la-covid-19-en-comunidades-indigenas-de-loreto>
56. Google Maps [Internet]. Google Maps. [cited 2021 May 10]. Available from: <https://www.google.com/maps/place/Nauta+16300/@-4.4767652,-73.6166779,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91c023a309fc7293:0xf54bc0b0ed0f1c6f!8m2!3d-4.5053588!4d-73.5809868>
57. Perry HB, Zulliger R, Rogers MM. Community health workers in low-, middle-, and high-income countries: an overview of their history, recent evolution, and current effectiveness. *Annu Rev Public Health*. 2014;35:399–421.
58. Más de 35 mil agentes comunitarios de salud apoyan la salud pública del país [Internet]. [cited 2021 May 14]. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/29083-mas-de-35-mil-agentes-comunitarios-de-salud-apoyan-la-salud-publica-del-pais>
59. Lewin S, Munabi-Babigumira S, Glenton C, Daniels K, Bosch-Capblanch X, van Wyk BE, et al. Lay health workers in primary and community health care for maternal and child health and the management of infectious diseases. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010 Mar 17;(3):CD004015.
60. Corburn J, Vlahov D, Mberu B, Riley L, Caiaffa WT, Rashid SF, et al. Slum Health: Arresting COVID-19 and Improving Well-Being in Urban Informal Settlements. *J Urban Health*. 2020;97(3):348–57.
61. Pérez YIV, Medlow S, Ho J, Steinbeck K. Mobile and Web-Based Apps That Support Self-Management and Transition in Young People With Chronic Illness: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*. 2019;21(11):e13579.

62. Ma R. Use of Mobile Health Applications and the Self- Management of Chronic Disease. *Diversity & Equality in Health and Care* [Internet]. 2018 Nov 14 [cited 2020 Nov 22];15(5). Available from: <https://diversityhealthcare.imedpub.com/abstract/use-of-mobile-health-applications-and-the-selfmanagement-of-chronic-disease-23633.html>
63. Ruiz E, Proaño Á, Ponce OJ, Curioso W. [Mobile health for public health in Peru: lessons learned]. *Revista peruana de medicina experimental y salud publica*. 2015;
64. Gagneja APS, Gagneja KK. Mobile health (mHealth) technologies. In: 2015 17th International Conference on E-health Networking, Application Services (HealthCom). 2015. p. 37–43.
65. Moss RJ, Süle A, Kohl S. eHealth and mHealth. *Eur J Hosp Pharm*. 2019 Jan 1;26(1):57–8.
66. Malvey D, Slovensky DJ. From Telemedicine to Telehealth to eHealth: Where Does mHealth Fit? In: Malvey D, Slovensky DJ, editors. *mHealth: Transforming Healthcare* [Internet]. Boston, MA: Springer US; 2014 [cited 2021 May 2]. p. 19–43. Available from: https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7457-0_2
67. Stoldt J-P, Weber JH. Safety Improvement for SMART on FHIR Apps with Data Quality by Contract. In: 2020 IEEE International Conference on Software Architecture Companion (ICSA-C). 2020. p. 192–5.
68. Fan X, Wong K. Migrating user interfaces in native mobile applications: android to iOS. In: *Proceedings of the International Conference on Mobile Software Engineering and Systems* [Internet]. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery; 2016 [cited 2020 Nov 22]. p. 210–3. (MOBILESoft '16). Available from: <https://doi.org/10.1145/2897073.2897101>
69. Khari M, Vaishali, Kumar P. Embedding security in Software Development Life Cycle (SDLC). In: 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom). 2016. p. 2182–6.
70. Khan PM, Beg MMSS. Extended Decision Support Matrix for Selection of SDLC-Models on Traditional and Agile Software Development Projects. In: 2013 Third International Conference on Advanced Computing and Communication Technologies (ACCT). 2013. p. 8–15.
71. Schumann J, Goseva-Popstojanova K. Verification and Validation Approaches for Model-Based Software Engineering. In: 2019 ACM/IEEE 22nd International Conference on Model Driven

- Engineering Languages and Systems Companion (MODELS-C). 2019. p. 514–8.
72. Liu B, Zhang H, Zhu S. An Incremental V-Model Process for Automotive Development. In: 2016 23rd Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC). 2016. p. 225–32.
 73. CommCare Data Export Tool - CommCare Public - Dimagi Confluence [Internet]. [cited 2020 Nov 22]. Available from: <https://confluence.dimagi.com/display/commcarepublic/CommCare+Data+Export+Tool>
 74. Maru S, Nirola I, Thapa A, Thapa P, Kunwar L, Wu W-J, et al. An integrated community health worker intervention in rural Nepal: a type 2 hybrid effectiveness-implementation study protocol. *Implementation Sci.* 2018 Mar 29;13(1):53.
 75. Chhetri A, Iversen M, Kaasbøll J, Kanjo C. Evaluating mHealth Apps Using Affordances: Case of CommCare Versus DHIS2 Tracker. In: Nielsen P, Kimaro HC, editors. *Information and Communication Technologies for Development Strengthening Southern-Driven Cooperation as a Catalyst for ICT4D*. Cham: Springer International Publishing; 2019. p. 619–32. (IFIP Advances in Information and Communication Technology).
 76. Beginner Tutorial Part 2 - Navigating and Preparing the Application Builder - CommCare Public - Dimagi Confluence [Internet]. [cited 2020 Dec 9]. Available from: <https://confluence.dimagi.com/display/commcarepublic/Beginner+Tutorial+Part+2+-+Navigating+and+Preparing+the+Application+Builder>
 77. Nabutovsky I, Ashri S, Nachshon A, Tesler R, Shapiro Y, Wright E, et al. Feasibility, Safety, and Effectiveness of a Mobile Application in Cardiac Rehabilitation. *Isr Med Assoc J.* 2020;22(6):357–63.
 78. Dicianno BE, Fairman AD, McCue M, Parmanto B, Yih E, McCoy A, et al. Feasibility of Using Mobile Health to Promote Self-Management in Spina Bifida. *Am J Phys Med Rehabil.* 2016;95(6):425–37.
 79. Vallejos L, Marcelolazo.cbs@gmail.com MA-. Sistema de administración web que apoye la gestión en el corretaje de propiedades para la Empresa Miriam Ortiz Propiedades. 2013 [cited 2020 Nov 26]; Available from: <http://repopib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/2433>
 80. Xuejun Xu, Song Sang. Technical and economic feasibility analysis of constructing offshore wind farms in Bohai Sea. In: 2011 International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering. 2011. p. 6417–20.

81. Alvarado Rivas ME, Cerritos Alfaro LM, Fuentes Romero CE, Guzmán Rivera LR. Sistema informático para la gestión de bodega y transporte de la Oficina General de Administración del Ministerio de Agricultura y Ganadería [Internet] [bachelor]. Universidad de El Salvador; 2010 [cited 2020 Nov 26]. Available from: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/11052/>
82. Reyes Perfecto H. Reciclaje de envases de tetra pak : su factibilidad técnica y económica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos [Internet]. 2007 [cited 2021 May 12]; Available from: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/841>
83. Amaya Roncancio AJ, Guerrero Camacho JJ. Propuesta metodológica para la integración de algunas áreas del conocimiento del PMBOK®, como base para la toma de decisiones de viabilidad y factibilidad en los proyectos de construcción. 2020 [cited 2021 May 12]; Available from: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24633>
84. Camacho Cantos MS, Coronel Martínez AL. Estudio de factibilidad operativa en la adquisición de un software en Leutzi S.A. 2018 [cited 2021 May 12]; Available from: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/37552>
85. Tiempo de Juego COPE. Agentes frente al covid (versión corta) [Internet]. 2020 [cited 2021 May 25]. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=PcJ2H8FNoRU>
86. Fraser B. COVID-19 strains remote regions of Peru. *The Lancet*. 2020 May 30;395(10238):1684.
87. Gonzales-Tamayo L, Arevalo-Oropeza M, Yanez JA. COVID-19 Physician Deaths in Peru: A Result of An Underfunded and Fragmented Healthcare System [Internet]. Rochester, NY: Social Science Research Network; 2020 Aug [cited 2020 Dec 19]. Report No.: ID 3676849. Available from: <https://papers.ssrn.com/abstract=3676849>
88. Yanez JA, Chung SA, Inga-Berrosapi F, Mejia C. Demographic and Geographic COVID-19 Death Risk Factors in Peru. A Nationwide Analysis [Internet]. Rochester, NY: Social Science Research Network; 2020 Jul [cited 2020 Dec 19]. Report No.: ID 3648543. Available from: <https://papers.ssrn.com/abstract=3648543>
89. Zhang H, Dimitrov D, Simpson L, Plaks N, Singh B, Penney S, et al. A Web-Based, Mobile-Responsive Application to Screen Health Care Workers for COVID-19 Symptoms: Rapid Design, Deployment, and Usage. *JMIR Form Res*. 2020 Oct 8;4(10):e19533.

90. Rapid implementation of mobile technology for real-time epidemiology of COVID-19 | Science [Internet]. [cited 2020 Dec 3]. Available from: <https://science.sciencemag.org/content/368/6497/1362>
91. Davalbhakta S, Advani S, Kumar S, Agarwal V, Bhoyar S, Fedirko E, et al. A Systematic Review of Smartphone Applications Available for Corona Virus Disease 2019 (COVID19) and the Assessment of their Quality Using the Mobile Application Rating Scale (MARS). *J Med Syst*. 2020 Aug 10;44(9):164.
92. Emmanuel G. A Mobile Application System for Community Health Workers: A Review. *Global Journal of Research and Review* [Internet]. 2018 Dec 28 [cited 2020 Dec 3];5(2). Available from: <https://www.imedpub.com/abstract/a-mobile-application-system-for-community-health-workers-a-review-23760.html>
93. O'Donovan J, Hamala R, Nalubwama M, Ameniko M, Govina G, Gray N, et al. Roles for mHealth to support Community Health Workers addressing COVID-19. *Global Health Promotion*. 2020 Nov 13;
94. McHugh O, Conboy K, Lang M. Agile Practices: The Impact on Trust in Software Project Teams. *IEEE Software*. 2012 May;29(3):71–6.
95. Translating Research into Agile Development (TRIAD): Development of Electronic Health Record Tools for Primary Care Settings - PubMed [Internet]. [cited 2020 Dec 3]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31277082/>
96. A Study of Software Development Life Cycle Process Models by Shylesh S :: SSRN [Internet]. [cited 2020 Dec 3]. Available from: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2988291

12. ANEXOS

ANEXO 01.- INSTRUMENTO DE FACTIBILIDAD

SECCIÓN 1: DATOS GENERALES		
#	Registro	Valor
1.	Fecha de llenado	_ _ Día _ _ Mes _ _ _ _ Año
2.	Código del Investigador	_ _ código
3.	Código QR del ACS	[]

SECCIÓN 2: ACTIVIDAD Y REGISTRO ACS (FUENTE: APLICACIÓN)		
#	Descripción de actividad o registro	Valor
4.	Visitas domiciliarias realizadas	Número de visitas..... _ _ _
5.	Personas registradas durante visitas domiciliarias	Número de personas..... _ _ _
6.	Viviendas identificadas con al menos un miembro con síntomas sugerentes de Covid-19	Número de viviendas..... _ _ _
7.	Personas identificadas con síntomas sugerentes de Covid-19	Número de personas..... _ _ _
8.	Viviendas identificadas con al menos un miembro con riesgo de complicaciones por Covid-19	Número de viviendas..... _ _ _
9.	Personas identificadas con riesgo de complicaciones por Covid-19	Número de personas..... _ _ _
10.	Duración promedio de visita (Desde registro vivienda hasta registro de último integrante de familia)	Tiempo en minutos..... _ _ _
11.	Duración promedio de registro individual durante visita domiciliaria	Tiempo en minutos..... _ _ _

12.	Seguimiento de viviendas con miembros con síntomas sugerentes de Covid-19 (telefónico)	Número de llamadas..... _ _ _
13.	Duración promedio de seguimiento telefónico	Tiempo en minutos..... _ _ _
14.	Seguimiento de viviendas con miembro con síntomas sugerentes de Covid-19 (presencial)	Número de visitas de seguimiento..... _ _ _
15.	Duración promedio de seguimiento presencial	Tiempo en minutos..... _ _ _
17.	Viviendas con por lo menos un miembro con confirmación de Covid-19 según seguimiento	Número de viviendas..... _ _ _
18.	Personas con confirmación de Covid-19 según seguimiento	Número de personas..... _ _ _

SECCIÓN 3: INFORMACIÓN EXTERNA (FUENTE: INEI, DIRESA)

#	Descripción de información externa	Valor
19.	Viviendas en área designada a ACS (Fuente: INEI)	Número de viviendas..... _ _ _
20.	Población en área designada a ACS (Fuente: INEI)	Número de personas..... _ _ _
21.	Personas con diagnóstico serológico de Covid-19 (Fuente: DIRESA)	Número de personas..... _ _ _
21.	Personas con diagnóstico molecular de Covid-19 (Fuente: DIRESA)	Número de personas..... _ _ _

ANEXO 02.- PRESUPUESTO DESTINADO AL PROYECTO AFC

Categoría	Descripción	Pago	Cantidad	Total
Recursos Humanos	Pago ACS	s/ 200.00	14.00	s/ 2,800.00
Equipo de protección personal	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mandil descartable ○ Respirador N-95 ○ Mascarillas simples ○ Guantes de barrera ○ Lentes de protección ○ Paños descartables desinfectantes 	s/ 15,018.00		s/ 15,018.00
Equipos y bienes	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tabletas ○ Accesorios (case + mica) ○ Laptop para desarrollo 	s/ 42,000.00		s/ 42,000.00
Terceros	<ul style="list-style-type: none"> ○ Material para entrenamiento ○ Datos para celulares ○ Transporte aéreo ○ Transporte local ○ Alojamiento ○ Gastos operativos de entrenamiento ○ Per Diem 	s/ 22,140.00		s/ 22,140.00
TOTAL				s/ 81,958.00