

AYLLU: HERRAMIENTA DE APOYO PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN
DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL QHAPAQ ÑAN SISTEMA VIAL
ANDINO PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD (COLOMBIA)

CARLOS STEVEN HURTADO RIVERA
EDWIN YOVANY ORBES VILLACORTE

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
SAN JUAN DE PASTO
2018

AYLLU: HERRAMIENTA DE APOYO PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN
DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL QHAPAQ ÑAN SISTEMA VIAL
ANDINO PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD (COLOMBIA)

CARLOS STEVEN HURTADO RIVERA
EDWIN YOVANY ORBES VILLACORTE.

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero de Sistemas

Asesor:
Ing M.G SANDRA MARLENI VALLEJO CHAMORRO
Co Asesor:
Ing. M.G. NELSON ANTONIO JARAMILLO ENRIQUEZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
SAN JUAN DE PASTO
2018

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas aportadas en el Trabajo de Grado son responsabilidad exclusiva de los autores, artículo 1° acuerdo # 324 del 11 de Octubre de 1966 del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13, Acuerdo N. 005 de 2010 emanado del Honorable Consejo Académico.

NOTA DE ACEPTACIÓN:

Firma del Presidente de Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Octubre de 2017

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad de Nariño, por habernos acogido y permitido terminar nuestros estudios de pregrado.

A los ingenieros Nelson Jaramillo y Sandra Vallejo Chamorro, por habernos prestado la asesoría necesaria durante la ejecución de este proyecto.

A la profesora Claudia Afanador y Gerardo Sánchez, como representantes de Qhapaq Ñan Colombia por haber participado activamente en la realización de este trabajo.

Y a todos nuestros compañeros y amigos, que nos apoyaron y participaron en el desarrollo y culminación de este Trabajo de Grado.

¡Gracias a Ustedes!

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres, Miguel Jesús Orbes Romo y Mercedes Alicia Villacorte Moreno, quienes representan todo en mi vida, acompañándome en este arduo, largo y gratificante proceso de formación. Presentes en todo momento, corrigiendo mis fallas, apoyándome en los momentos más difíciles y celebrando mis logros. Guías incondicionales y artífices de mi ser. A mis hermanas, Adriana Elizabeth, Yolanda Marcela y Natalia Katherine, por su apoyo incondicional, por compartir los buenos y malos momentos, aconsejándome y demostrándome que puedo lograr todas las metas que me proponga. A todas aquellas personas que me impulsaron a lograr esta meta, de las que aprendí que en los pequeños detalles de la vida, está la verdadera felicidad.

Edwin Yovany Orbes Villacorte

DEDICATORIA

A mi hija Sophia.

Quien ha sido mi motivación, inspiración y felicidad, además es la razón principal por la cual luchar y la causante de que pueda culminar mi trabajo de grado.

A mi madre Rosa.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor, comprensión y paciencia.

A mi padre Carlos.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi hermana Erika.

Por estar siempre presente, acompañándome y constantemente alentándome.

A mis amigos.

Mil gracias a todos por los momentos que pasamos juntos y por qué han estado conmigo siempre, aunque sea solo para dar la lata y molestar, son geniales.

Finalmente, a los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración del trabajo de grado.

“Pon tu futuro en buenas manos, las tuyas.”

Autor desconocido.

Carlos Steven Hurtado Rivera

RESUMEN

Ayllu es una aplicación móvil que tiene como objetivo ser una herramienta de apoyo para la gestión de la información del estado de conservación del QHAPAQ ÑAN, ofreciéndoles la posibilidad de monitorear puntos de difícil acceso, con baja cobertura a redes móviles de una manera sencilla y cómoda para los monitores encargados, utilizando para ello, la aplicación móvil como herramienta para la recolección de información en campo, además permite analizar información recolectada y visualizarla en gráficos estadísticos para una mayor facilidad de entendimiento y una toma de decisiones oportunas.

El administrador tendrá la posibilidad de registrar personal nuevo al equipo de monitores, además de actualizar información de ellos y tiene la posibilidad de deshabilitar a monitores que por algún u otro motivo ya no estén relacionados con este proyecto.

PALABRAS CLAVE: Qhapaq Ñan, Afectación, Patrimonio cultural de la humanidad, Respuesta Institucional, Tramo, Subtramo, Sección, Propiedad nominada, Monitoreo.

ABSTRACT

Ayllu is a mobile application that aims at a support tool for information management of the conservation status of the QHAPAQ ÑAN, offering the possibility of monitoring difficult access points, with low coverage of mobile networks in a simple and comfortable way. For the monitors in charge, the use of the tool for the collection of information in the field also allows the analysis of collected information and display in statistical graphs for greater ease of understanding and timely decision making.

The administrator has the possibility of new personal computer monitor recorder, in addition to updating the information of them and has the possibility to disable a monitors that for some other reason and there are no related to this project.

KEYWORDS: Qhapaq Ñan, affectation, Cultural heritage of Humanity, section, subsection, segment, nominated property, monitoring

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	18
1. ANTECEDENTES	25
2. MARCO TEÓRICO.....	29
3. METODOLOGIA.....	40
3.1 FASE 1: FASE DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.2 FASE 3: FASE DE DESARROLLO DE LA APLICACIÓN.....	41
3.3 FASE 4: FASE DE IMPLEMENTACIÓN Y CAPACITACIÓN DE LA APLICACIÓN	45
4. RESULTADOS	46
4.1. ENTREVISTAS.....	46
4.2. ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN	47
4.3. ACTORES DEL SISTEMA.....	54
4.4. HISTORIAS DE USUARIO	55
4.5. CASOS DE USO	56
4.6. CASOS DE PRUEBA	66
5. RESULTADOS OBTENIDOS	70
5.1. MÓDULO REGISTRAR O MONITOREAR UNA AFECTACIÓN.	72
5.2. MÓDULO RESPUESTA INSTITUCIONAL.....	77
5.3. MÓDULO GRÁFICAS ESTADÍSTICAS.....	80
5.3.1. Submódulo gráficas estadísticas generales.	81
5.3.2. Submódulo gráficas estadísticas específicas.	84
5.4. MÓDULO CONFIGURA TU APLICACIÓN.....	87
5.5. MÓDULO ADMINISTRADOR.....	90
CONCLUSIONES.....	93

RECOMENDACIONES	94
BIBLIOGRAFÍA.....	95
ANEXOS.....	98

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Definición de roles.	42
Tabla 2: Etapas de desarrollo.	43
Tabla 3: Definición del actor monitor.....	54
Tabla 4: Definición del actor administrador.....	55
Tabla 5: Historias de usuario	55
Tabla 6: Caso de prueba iniciar sesión.....	66
Tabla 7: Caso de prueba registrar una afectación	66
Tabla 8: Caso de prueba registrar un monitoreo.....	67
Tabla 9: Caso de prueba registrar una afectación sin conexión a internet	67
Tabla 10: Caso de prueba registrar un monitoreo sin conexión a internet.....	67
Tabla 11: Caso de prueba registrar respuesta institucional	67
Tabla 12: Caso de prueba generar reporte.....	67
Tabla 13: Caso de prueba generar gráficas estadísticas generales	68
Tabla 14: Caso de prueba generar gráficas estadísticas específicas.....	68
Tabla 15: Caso de prueba descargar gráficas estadísticas	68
Tabla 16: Caso de prueba registrar monitor	68
Tabla 17: Caso de prueba editar monitor.....	69
Tabla 18: Caso de prueba deshabilitar monitor	69
Tabla 19: Caso de prueba habilitar monitor	69
Tabla 20: Caso de prueba ofrecer soporte al idioma de ingles.....	69
Tabla 21: Interpretación del color.....	84

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Ilustración 1: Mapa del Qhapaq Ñan.....	31
Ilustración 2: Estructura de PostgreSQL.....	37
Ilustración 3: Arquitectura Ayllu.....	48
Ilustración 4: Componentes de controlador de API Ayllu	50
Ilustración 5: Elementos de controlador aplicación móvil Ayllu	50
Ilustración 6: Elementos de modelo API Ayllu.....	51
Ilustración 7: Elementos de modelo aplicación móvil Ayllu	52
Ilustración 8: Elementos de vista API Ayllu	53
Ilustración 9: Elementos de vista aplicación móvil Ayllu	54
Ilustración 10: Caso de uso general.....	57
Ilustración 11: Caso de uso Iniciar sesión.....	58
Ilustración 12: Casos de uso Registro de una afectación.	58
Ilustración 13: Caso de uso Registrar un monitoreo.	59
Ilustración 14: Caso de uso Registrar una afectación sin conexión a internet.	59
Ilustración 15: Caso de uso Registrar un monitoreo sin conexión a internet.	60
Ilustración 16: Caso de uso Registro de respuesta institución.....	60
Ilustración 17: Caso de uso Generar reporte.	61
Ilustración 18: Caso de uso Generar gráficas estadísticas generales.	61
Ilustración 19: Caso de uso Generar gráficas estadísticas específicas.	62
Ilustración 20: Caso de uso Descargar gráfico estadística.	62
Ilustración 21: Caso de uso Registro de monitor.	63
Ilustración 22: Caso de uso Editar monitor.	64
Ilustración 23: Caso de uso Deshabilitar monitor.....	65
Ilustración 24: Caso de uso Habilitar monitor.	65

Ilustración 25: Caso de uso Ofrecer soporte a idioma inglés.	66
Ilustración 26: Pantalla inicial o Splash Screen	70
Ilustración 27: Inicio de sesión.	71
Ilustración 28: Módulo registrar o monitorear una afectación.	72
Ilustración 29: Listado de afectaciones.	73
Ilustración 30: Formulario de registro.....	74
Ilustración 31: Registro de monitoreo o afectación sin internet.....	75
Ilustración 32: Registro de un paquete de monitoreos o afectaciones.....	76
Ilustración 33: Módulo respuesta institucional.....	77
Ilustración 34: Listado de afectaciones.	78
Ilustración 35: Formulario de calificación de la respuesta institucional.	79
Ilustración 36: Módulo gráficas estadísticas generales.....	80
Ilustración 37: Gráficas estadística de factores.....	81
Ilustración 38: Gráfica estadística de variable.	82
Ilustración 39: Gráfica estadística de variable sobre el tiempo.	83
Ilustración 40: Listado de monitoreos, con indicadores de color.....	84
Ilustración 41: Gráfica estadística de porcentaje de aparición-frecuencia de aparición.	85
Ilustración 42: Gráfica estadística respuesta institucional.....	86
Ilustración 43: Módulo configura tu aplicación.	87
Ilustración 44: Descarga de afectaciones.	88
Ilustración 45: Generar reporte.	89
Ilustración 46: Registrar monitor.	90
Ilustración 47: Listado monitores habilitados.	91
Ilustración 48: Editar monitor.	92

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Evidencia fotográfica capacitación.	99
Anexo B. Evidencia fotográfica de la realización de pruebas.	100
Anexo C: Descripción casos de uso.	101
Anexo D: Descripción detallada del desarrollo de la solución software.	102
Anexo E. El Manual de usuario.....	103
Anexo F. El manual técnico de instalación.	104
Anexo G. EL código fuente de la aplicación.	105

GLOSARIO

BIBLIOTECA: Una biblioteca (del inglés library) es un conjunto de implementaciones funcionales, codificadas en un lenguaje de programación, que ofrece una interfaz bien definida para la funcionalidad que se invoca.

GESTOR DE BASE DE DATOS: Programa que proporciona almacenamiento de información de una base de datos, además de permitir la modificación y extracción de esta. Contiene herramienta las cuales nos ofrecen tareas muy importantes en la administración de una base de datos, como añadir, borrar, modificar y analizar datos. Los usuarios pueden acceder a la información utilizando herramientas específicas de interrogación y generación de informes.

LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN: Es un lenguaje formal diseñado para expresar procesos que pueden ser llevados a cabo por máquinas como las computadoras. Pueden usarse para crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina, para expresar algoritmos con precisión.

METODOLOGÍA: Es un conjunto de mecanismos y procedimientos los cuales son empleados para el logro de un objetivo u objetivos, permite abordar de manera uniforme y abierta a cada una de las etapas del ciclo de vida del desarrollo de un proyecto, para optimizar recursos y lograr la culminación de este proyecto de manera adecuada.

MÓDULO: Es una porción de un programa de ordenador. De las varias tareas que debe realizar un programa para cumplir con su función u objetivos, un módulo realizará, comúnmente, una de dichas tareas (o varias, en algún caso).

SERVICIO WEB: Es un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones. Distintas aplicaciones de software desarrolladas en lenguajes de programación diferentes, y ejecutadas sobre cualquier plataforma, pueden utilizar los servicios web para intercambiar datos en redes de ordenadores como internet.

SERVIDOR: Es un programa de computadora en ejecución, encargada de recibir peticiones de otros programas o clientes y enviar una respuesta de acuerdo a la petición de dicho cliente. Además de tiene la posibilidad de compartir datos e información a clientes que requieran de estos servicios. Un servidor puede ejecutarse en cualquier tipo de computadora que forma parte de una red.

SOFTWARE: Es un componente lógico que contiene un conjunto de instrucciones o reglas informáticas que hacen posible la realización de tareas específicas en una computadora.

INTRODUCCIÓN

El sistema de monitoreo del estado de conservación del Qhapaq Ñan Sistema Vial Andino patrimonio cultural de la humanidad, con base en la preservación del medio ambiente y los recursos naturales, ha permitido la construcción de bitácoras con información prioritaria de los diferentes factores, positivos y negativos que afectan cada una de las zonas reconocidas como Áreas de máxima Protección, información que ha pasado por un largo y arduo proceso de refinamiento pero que debido al manejo manual en archivos físicos, ha concebido el origen de nuevos problemas para gestionar la información, por lo cual es de suma importancia el desarrollo e implementación de una herramienta que ayude en este proceso.

El proyecto de investigación plantea utilizar técnicas de ingeniería de software sobre los conocimientos proporcionados por el ente encargado de gestionar el patrimonio cultural, para la construcción de una herramienta que permita registrar, modificar y analizar en todo momento el estado de conservación de una o varias áreas geográficas pertenecientes a la Red caminera del Tahuantinsuyo en la sección colombiana, además de realizar un trabajo en conjunto con sus representantes para el desarrollo de un producto de alta calidad.

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

TÍTULO

Ayllu, herramienta de apoyo para la gestión de la información del estado de conservación del QHAPAQ ÑAN sistema vial andino patrimonio cultural de la humanidad (Colombia).

MODALIDAD

Este trabajo de grado se enmarca en la modalidad de Trabajo de investigación, ya que se hace necesario una previa investigación para conocer la matriz de monitoreo, sus diferentes factores y variables y la manera como se almacena y se procesa la información.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La línea de investigación en las que se enmarca este trabajo de grado es la correspondiente a la Línea Software y manejo de Información, definida por el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño y aprobadas mediante acuerdo 045 de 2002 del Consejo de Facultad de Ingeniería. La cual tiene como objetivo, planificar, analizar, diseñar, implantar, administrar sistemas complejos de información y de conocimiento.

ALCANCE Y DELIMITACIÓN

Se desarrollará un software dirigido a plataformas móviles basadas en el sistema operativo Android bajo el rango de versiones del API superior a 4.4 (KitKat). El software se encargará de capturar, procesar y administrar todos los datos provenientes del Monitoreo de las diferentes zonas del Qhapaq Ñan Sistema Vial Andino (Colombia), suministrando así una serie de información estadística que permitan conocer el estado actual de conservación y facilitar la toma de decisiones para el ente encargado.

Dentro del software se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Una base de datos basada en la Matriz de Monitoreo que permita almacenar la información capturada de un punto geográfico.
- Funcionalidades:
- Capturar la Información producto del Monitoreo de un punto geográfico.
- Validar la Información ingresada, siguiendo los estándares establecidos por la Matriz de Monitoreo.
- Almacenar la Información registrada en una base de datos de manera local o remota según las limitaciones del área geográfica.
- Visualizar todos los puntos geográficos registrados en la base de datos.
- Generar consultas sobre uno o varios puntos geográficos que se encuentren registrados en la base de datos.
- Generar mapas estadísticos de uno o varios puntos geográficos, con base en las variables definidas por la Matriz de Monitoreo.
- Los resultados deberán tener información detallada y de fácil interpretación para los usuarios.
- Presentar una guía de usuario inmerso en la aplicación que permita solucionar posibles dudas en su uso.
- Las pruebas serán desarrolladas por un grupo de monitores provenientes del Qhapaq Ñan (Colombia) y por sus desarrolladores.
- El desarrollo de la aplicación se hará bajo tecnologías libres y de pago.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Planteamiento del Problema: La gestión de la información, es un proceso fundamental para cualquier organización que desee llevar un buen funcionamiento, exigiéndole al interesado una constante acción, decisión y evaluación de la información obtenida, procesada y resultante, todo con el fin de facilitar la toma de decisiones, permitiéndole así a la entidad que domine estas

actividades la consecución de sus objetivos a futuro. Actualmente, los seis países adscritos al Qhapaq Ñan Sistema vial andino patrimonio cultural de la humanidad, realizan una serie de actividades vinculadas a diferentes etapas (**Etapa preliminar de gabinete, Etapa de campo y Etapa final de gabinete**) con el objetivo de velar por el estado de conservación de las áreas (Tramos, Sub-tramos y Secciones) pertenecientes a la Red caminera del Tahuantinsuyo.

Etapas que aún no se han desarrollado en su totalidad, debido a que cada uno de los países ha iniciado con las dos primeras etapas que involucran una serie de actividades, planificación y salidas de campo, desarrolladas durante un año y se dividen con base en las decisiones de cada país respecto al porcentaje del Sistema Vial Andino que poseen, dichas actividades van encaminadas a la recolección de datos, para ello se ha hecho uso de la **Matriz de monitoreo**, hoja de cálculo en la que se especifican a detalle cada uno de los factores y variables que pueden afectar directa e indirectamente este extenso y a veces remoto bien seriado, reflejando así el grado de conservación del mismo.

La gran diversidad geográfica que posee cada uno de los países, representa una gran variedad de escenarios a la que los monitores están expuestos, en su gran mayoría de difícil acceso, circunstancia en la que el objeto de estudio *Qhapaq Ñan* (Colombia) descartó el uso de dispositivos electrónicos como computadores por su difícil manejo en dichas zonas y celulares por su complejidad al manejar la matriz de monitoreo, con una interfaz táctil, debido a esto se optó por recolectar la información en un medio físico como lo es el papel, una vez terminada la actividad, los monitores proceden a transcribir la información a un medio electrónico (Matriz de Monitoreo) para finalmente enviarla al administrador del bien del país correspondiente, quien la almacena en medios electrónicos locales, todo este proceso permite que la información este expuesta a hurtos, perdidas, alteraciones y errores de transcripción que ponen en duda su veracidad, la información a su vez está disponible solo para cada uno de los países, para tener acceso se debe realizar una solicitud entre administradores, esta situación dificulta aún más el flujo de los datos y genera una serie de copias digitales en la internet.

Qhapaq Ñan (Colombia) realiza dos salidas de campo en el año, la información recolectada es almacenada y trabajan conjuntamente con las organizaciones públicas del estado, que representan a cada una de las zonas por las cuales el sistema vial andino se extiende, dicho trabajo permite que las entidades públicas

conozcan la información recolectada y actúen sobre cada uno de los puntos críticos mitigándolos en cierto porcentaje o en su totalidad, debido a que la información no está completa, ya que faltan ítems claves como lo son las coordenadas y evidencias fotográficas del registro, el trabajo se ha dificultado para que cada una de las partes lleven a cabo sus objetivos.

Debido a las dificultades presentadas en la primera etapa y a tiempos de ejecución, no abordados aun en el cronograma, *Qhapaq Ñan* (Colombia) no ha llevado acabo la segunda etapa denominada (Etapa final de gabinete) en la que los representantes administrativos de la zona Colombiana, analizaran la información recolectada, procesándola en fichas que permitan mejorar el análisis e interpretación de los datos y así a través de herramientas ofimáticas generar gráficos estadísticos que describan la realidad del estado de conservación del *Qhapaq Ñan*, todo este proceso implicaría grandes cantidades de tiempo, debido a la gran cantidad de información que actualmente se recolecta, tiempo que es un factor crucial a la hora de velar por este bien.

La información es fuente vital para cualquier organización y al no ser procesada correctamente implica diversos problemas que impiden a la misma conseguir sus objetivos a corto, mediano o largo plazo, la organización *Qhapaq Ñan* (Colombia) tiene un objetivo claro, que es velar por el estado de conservación de este extenso patrimonio cultural, pero el actual proceso que lleva a cabo para conseguirlo no es el más óptimo, debido a que el flujo de la información durante todo su procesamiento está expuesto a alteraciones, perdidas y hurtos lo cual genera desconfianza y poca transparencia a la hora de representar un índice del estado de conservación, el uso de medios digitales locales, datos faltantes (Coordenadas y evidencias fotográficas) impiden a la organización enfrentar problemas fronterizos de manera oportuna y en equipo, difícil ubicación de la información ya registrada por los monitores, impidiendo a las instituciones públicas realizar la respectiva respuesta.

El crecimiento gradual de la información, es un factor clave a tener en cuenta en dicho proceso, generando un histórico del comportamiento de las zonas monitoreadas y un valor agregado al analizar dicha información, al no poseer una estructura clara de la información, sin un estándar para su registro, monitoreo, almacenamiento, seguridad y acceso, al final la organización *Qhapaq Ñan*

(Colombia) encontrará una gran pila de datos de la cual no podrán generara ningún valor agregado, impidiendo así conseguir su objetivo

OBJETIVOS

Objetivo general. Desarrollar una herramienta de apoyo para gestionar la información proveniente del monitoreo del estado de conservación del Qhapaq Ñan Sistema Vial Andino patrimonio cultural de la humanidad (Colombia).

Objetivos específicos

- Desarrollar una aplicación ágil y funcional aplicando conocimientos de gestión y desarrollo de software, adquiridos en el transcurso de la carrera de ingeniería de sistemas
- Proporcionar la información necesaria para los usuarios e interesados en el proyecto comprendan su funcionamiento, dividiéndola en diferentes áreas, documentación de desarrollo (procesos detallados de ingeniera de software) y documentación de ayuda (información interactiva inmersa en la aplicación)
- Entregar una aplicación que se adapte a la mayoría de dispositivos móviles bajo el sistema operativo android.

JUSTIFICACIÓN

Toda entidad que busque tomar las mejores decisiones a nivel organizacional, decisiones que pueden convertirse en factores determinantes que incentivan el crecimiento y alcance de sus objetivos, contemplan en la información la clave para lograrlo, representa el bien máspreciado y dependiendo de su manipulación garantiza la prosperidad o decadencia de quien lo utilice, *Qhapaq Ñan* al ser una organización que se encarga de velar por el estado de conservación del Sistema Vial Andino, reconocido por la UNESCO como patrimonio cultural de la humanidad tiene clara dicha observación, pero el medio por el cual quieren llegar a dicho fin no es el más óptimo y eficiente.

La creación de una herramienta que acompañe el proceso de gestión de la información , desde su recolección, procesamiento y su salida como producto útil para la organización, representaría la clave para agilizar y optimizar dicho proceso, una herramienta que sea portable, con excelente usabilidad, control de acceso, seguridad, alta disponibilidad entre otras características que beneficiarían

considerablemente el grado de calidad de la información, respaldada por un hospedaje en la nube bajo una estructura de servicios, que garantice su preservación en el tiempo y disponibilidad para migrar a otras entidades generando así trabajos colaborativos en pro de la conservación de este extenso y a veces remoto bien seriado.

Una solución que incluya y manipule ítems importantes como las evidencias fotográficas y el posicionamiento global a través de coordenadas, que garantice la creación de un histórico de toda la información recolectada y posteriormente analizar y procesar dicha información, representaría una gran utilidad para los encargados de velar por el patrimonio cultural.

Una herramienta así implica un desarrollo de software para tecnologías que reflejan portabilidad, integración con otras plataformas y facilidad de uso (Dispositivos móviles) en este caso bajo el sistema operativo Android, todo un proceso de desarrollo que implica el uso de saberes adquiridos por los investigadores del proyecto y garantizan la experiencia adquirida de camino a futuros proyectos en los que se vean implicados, un desarrollo completo del proyecto que garantiza a la organización *Organización Qhapaq Ñan* (Colombia) el uso de dicho material para futuros desarrollos e implementaciones en el actual territorio o en colaboración con los demás países pertenecientes al *Qhapaq Ñan* (Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador y Perú). *QHAPAQ ÑAN* no solo obtendrá una aplicación con diversas funcionalidades de gestión de la información, sino que ganará una herramienta imprescindible. El vínculo clave entre la gran biodiversidad de nuestro entorno y el saber humano.

1. ANTECEDENTES

En la actualidad el uso de servicios de monitoreo y georreferenciación a través de dispositivos móviles es de gran importancia, debido a que la información se actualiza constantemente, brindándole al usuario mayor efectividad a la hora de tomar decisiones. Según un estudio realizado por IMS (Internet Media Services) en Latinoamérica, “9 de cada 10 latinoamericanos poseen o usan un dispositivo móvil de forma regular y de ellos un 99% tienen aplicaciones descargadas en sus dispositivos” [1]. Por lo cual, debido a la gran demanda evidenciada es primordial el desarrollo de aplicaciones móviles que incluyan los servicios mencionados. Actualmente, en el mercado se ofrecen algunas aplicaciones de tipo pago o gratuitas, las cuales proporcionan los servicios de monitoreo y georreferenciación, enfocadas en diferentes áreas como: el área comercial, recreacional, de aprendizaje, etc. Entre las aplicaciones que cumplen con lo mencionado están:

VÍA PECUARIA

“Proyecto desarrollado en Madrid-España en el cual establecen las vías pecuarias que se definen como las rutas o itinerarios por donde discurre o ha venido transcurriendo tradicionalmente el tránsito ganadero, para aprovechar los pastos en las dehesas de verano o de invierno. Asimismo pueden destinarse a otros usos compatibles y complementarios, dando prioridad al tránsito ganadero y otros usos rurales, e inspirándose en el desarrollo sostenible y de respeto al medio ambiente, al paisaje y al patrimonio natural y cultural”. [2]

“A partir de este proyecto se desarrolló una aplicación móvil llamada ORNIVIAS que consiste en un pequeño programa basado en tecnología de Realidad Aumentada que permite la Señalización Virtual de 28 Rutas Ornitológicas diseñadas sobre la Red de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid, permitiendo al usuario realizar las rutas autónomamente y de forma segura, sencilla e intuitiva.

Este producto combina por primera vez Birdwatching con Realidad Aumentada sin necesidad de conexión permanente a Internet, gracias a su desarrollo sobre la plataforma i-Cairn, que ofrece asimismo una calidad insuperable en los mapas, que emplean cartografía de ESRI

Sobre estas rutas se han recogido puntos de interés del territorio, de patrimonio, etnográfico, paisajístico, de flora, fauna, núcleos de población, señales, etc.

Además de poder realizar las Rutas Ornitológicas, existe la posibilidad de crear y compartir rutas diseñadas por los propios usuarios, a través de las redes sociales.

Otras funcionalidades son la existencia de una Credencial, similar a un Geocaching digital (mediante el cual el usuario puede ir obteniendo sellos digitales según vaya pasando por puntos singulares), la posibilidad de registrar nuestros avistamientos en un Cuaderno de Campo y el acceso a contenido multimedia".[3]

ITINER@

Proyecto desarrollado en Barcelona-España, el cual pretende construir una aplicación móvil que asume el rol de un Agente Turístico, integrando una serie de funcionalidades que hacen de Itiner@ una aplicación completa a la hora de viajar.

*"El proyecto Itiner@, en su fase actual de prototipo, da respuesta" a varias limitaciones de las **Apps SIG** "mediante la concreción, implementación y desarrollo de las diversas técnicas apuntadas ya en las V Jornadas de SIG libre:*

- 1. Almacena en el móvil la información cartográfica imprescindible para funcionar, extraída de **Open Street Maps**.*
- 2. Dispone de información sobre las preferencias de los usuarios mediante la integración de ontologías y SIG.*
- 3. Permite recalcular las rutas directamente en el móvil.*
- 4. Ofrece al usuario una ruta adaptada a sus preferencias, teniendo en cuenta también su situación personal (viaja en pareja, con niños, etc.), el entorno (hora del día, horarios de los visitables, etc.) y los puntos de interés preferidos. Todo ello sin necesidad de conexión a Internet.*

El resultado es una gestión eficiente de las expectativas y una experiencia de usuario mucho más satisfactoria" [4].

APLICACIÓN A LOS RECORRIDOS DE LOS BUSES DE LA UTPL

Proyecto desarrollado en Loja-Ecuador como proyecto de grado en el programa de ingeniería de sistemas informáticos y computacionales, el cual plantea construir dos aplicaciones, cliente para el servicio de puntos de interés de la UTPL (Universidad Técnica Particular de Loja).

- 1. Construir un cliente web que hace el consumo de información de manera dual entre el Store Virtuoso y una base de datos relacional MySQL,**

2. Construir también un cliente móvil desarrollado nativamente para la plataforma Android.

“Lo que se logra con estas aplicaciones es difundir la información de la UTPL de los recorridos de los Buses de transporte estudiantil, logrando a su vez una mejor forma de acceso a la información para los estudiantes y personal que labora en la institución, a su vez brindar a los administradores del servicio una herramienta que permita evaluar la densidad de estudiantes por sectores dentro de la ciudad de Loja, para que se tomen decisiones en cuanto a nuevos recorridos que se podrían brindar actualmente el transporte universitario.” [5]

PROYECTO ADIENC [6]

Es un proyecto financiado por SODERCAN (Sociedad para el desarrollo regional de cantabria). ADIenC es un desarrollo innovador en un marco multiplataforma y para dispositivos móviles que cumplan con unos mínimos de conectividad y navegación en internet.

Ofrece la posibilidad de gestionar e interactuar de manera global vía web, información de naturaleza geográfica y geolocalizada sobre dispositivos móviles, con independencia de la fuente de datos.

De este modo, ADIenC ha de servir, entre otros puntos, como piloto, demostrador y catalizador para:

- Explotar y desarrollar novedosas e innovadoras herramientas y servicios Web de naturaleza Geoespacial.
- Establecer una infraestructura interoperable de información georreferenciada para las diferentes AAPP locales y comunitarias.

APLICACIÓN MÓVIL PARA LA CREACIÓN DE RUTAS TURÍSTICAS

Proyecto realizado en la universidad politécnica de valencia que tiene por objetivo realizar una aplicación que permita crear rutas turísticas a los usuarios. Con este objetivo, la aplicación móvil integra varias tecnologías: geolocalización, redes sociales y servicios web.

“En la aplicación el usuario obtiene su localización mediante la geolocalización, esta localización es transmitida a la red social Foursquare para obtener todos los lugares y establecimientos cercanos. Con esta información, el usuario puede

añadir estos puntos a su ruta turística. Posteriormente, cuando la ruta se finaliza, se publica a través de un servicio Web almacenándose en un servidor Web para que otros usuarios puedan acceder a ella.” [7]

2. MARCO TEÓRICO

QHAPAQ ÑAN.

Para entender mejor lo que significa el Qhapaq Ñan y la importancia que tiene a lo largo de los seis países adscritos a este (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú) se citan las siguientes definiciones.

“El Qhapaq Ñan también conocido como El Camino Principal Andino, fue la columna vertebral del poder político y económico del Imperio Inca. La red de caminos de más de 23000 km de largo conectaba varios centros de producción, administrativos y ceremoniales construidos en más de 2000 años de cultura andina pre-inca.

El eje principal del camino, también conocido como el Camino Real en la calzada que corre a lo largo de las cumbres andinas y es el más visible entre Quito y Mendoza. Se suman a esta columna vertebral sobre las cimas más altas de la cordillera, otras rutas que corren de norte a sur a lo largo de la costa del Pacífico. El Imperio Inca organizó su red caminera en una escala continental; sus caminos son una expresión invaluable del espíritu de organización y planificación de la mano de obra disponible y constituyó un instrumento clave en la unificación del Imperio, física y organizacionalmente.

Esta ruta es la demostración de un valor universal a gran escala. Reuniones de expertos han sido realizadas para identificar la significación cultural y el valor unitario de la red completa con la perspectiva de considerar opciones para su inclusión en la Lista de Patrimonio Mundial a través de varias formas de cooperación técnica.

Los Incas del Cuzco lograron la construcción de esta infraestructura con un carácter unitario en menos de un siglo, haciéndolo coherente funcionalmente y estableciendo centros adicionales de comercio, intercambio, producción y culto, adaptando los sectores de producción a la topografía y el clima en cada piso ecológico que se encuentra a lo largo del Camino. El Camino también expresaba su armoniosa relación con su gente y su adaptación al complejo paisaje andino. Hoy en día, el paisaje cultural del Qhapaq Ñan forma un excepcional telón de fondo, en donde las culturas andinas continúan transmitiendo un mensaje universal: la habilidad humana para convertir uno de los escenarios geográficos más duros del continente americano en un entorno habitable.”[8]

Según la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) encargada de orientar a una gestión más eficaz de su propio desarrollo, a través de los recursos naturales y los valores culturales.

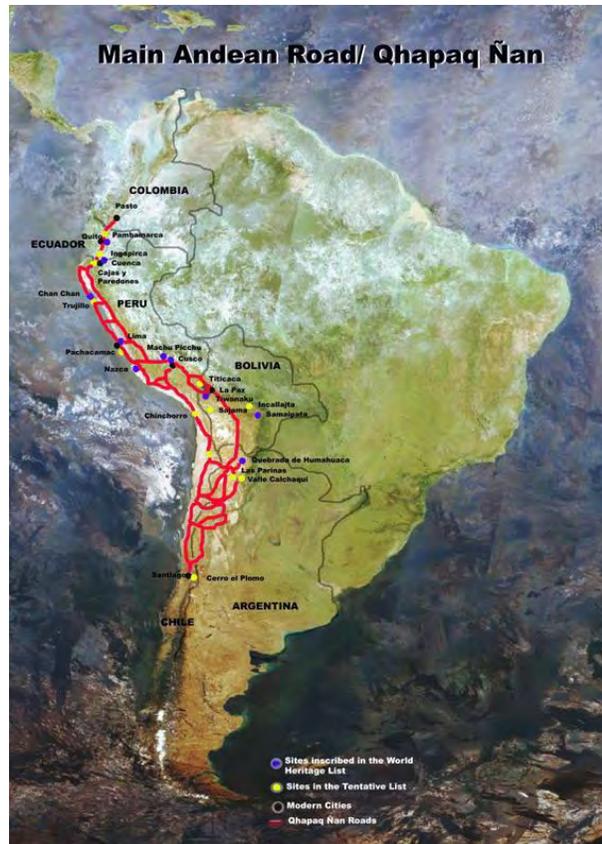
“Se trata de una vasta red viaria de unos 30.000 kilómetros construida a lo largo de varios siglos por los incas –aprovechando en parte infraestructuras preincaicas ya existentes– con vistas a facilitar las comunicaciones, los transportes y el comercio, y también con fines defensivos. Este extraordinario sistema de caminos se extiende por una de las zonas geográficas del mundo de mayores contrastes, desde las cumbres nevadas de los Andes que se yerguen a más de 6.000 metros de altitud hasta la costa del Pacífico, pasando por bosques tropicales húmedos, valles fértiles y desiertos de aridez absoluta. La red viaria alcanzó su máxima expansión en el siglo XV, llegando a extenderse por todo lo largo y ancho de la cordillera andina. El nuevo sitio del patrimonio mundial, que consta de 274 componentes y se extiende a lo largo de más de 5.000 kilómetros. Los componentes se han seleccionado para poner de relieve la importante función social y política de la red viaria; las obras maestras de arquitectura e ingeniería y las infraestructuras conexas dedicadas a las actividades mercantiles, el alojamiento y el almacenamiento de mercancías; y los sitios con un significado religioso.” [9]

Con base en las anteriores definiciones, se identifica que estas tienen algo en común. Y es que el Qhapaq Ñan es una red extensa de caminos construida por los incas para facilitar el transporte y comercio entre ellos.

Ahora bien, es importante resaltar la importancia que esta red caminera sobre la cultura en dichas regiones que abarcan estos caminos, que además fue declarado patrimonio mundial de la humanidad, lo cual compromete a los organismos encargados de estas zonas tener un mayor control para garantizar la conservación de estos bienes.

En la ilustración 1, se puede observar los caminos pertenecientes al Qhapaq Ñan sistema vial andino.

Ilustración 1: Mapa del Qhapaq Ñan



Fuente: Qhapaq Ñan - Sistema vial andino - UNESCO. [8]

Tramo: según la antropóloga Claudia Afanador secretaria técnica del Qhapaq Ñan-Colombia, el tramo es un segmento del camino comprendido entre 100 o más kilómetros de longitud, puede contener uno o más subtramos.

Subtramo: segmento del camino comprendido entre 11 kilómetros hasta 100 kilómetros de longitud, puede contener 1 o más secciones, información obtenida de la secretaria técnica del Qhapaq Ñan - Colombia, Claudia Afanador.

Sección: según la antropóloga Claudia Afanador secretaria técnica del Qhapaq Ñan -Colombia la sección es un segmento del camino comprendido entre 1 kilómetro hasta 10 kilómetros de longitud.

Propiedad nominada: después de un análisis de la Matriz de Monitoreo y documentos con información respectiva a los (Tramos, Subtramos y Secciones) para crear una estructura sólida para almacenar la información, se contempló definir un nuevo tipo de zona denominado Propiedad nominada termino obtenido

del documento Executive Summary en el que se detallan todos los elementos del sistema vial andino; por lo cual se define como la unidad de medida a nivel de zonas más pequeña y la cual se vincula directamente con la afectación registrada o monitoreada, existen tres tipos entre los cuales encontramos:

Camino: “toda vía de comunicación terrestre, acuática o de otro tipo, físicamente determinada y caracterizada por poseer su propia y específica dinámica y funcionalidad histórica al servicio de un fin concreto y determinado”. [10]

Sitio: para la antropóloga Claudia Afanador secretaria técnica del Qhapaq Ñan - Colombia el sitio se considera como el área delimitada que contienen evidencias arqueológicas de los lugares asociados al Qhapaq Ñan, los cuales reúnen características de valor universal excepcional, de autenticidad e integridad.

Camino/Sitio: área delimitada que contiene evidencia arqueológica del Qhapaq Ñan y de los lugares asociados al Sistema vial andino, los cuales reúnen características de valor universal excepcional, de autenticidad e integridad. Información obtenida de la secretaria técnica del Qhapaq Ñan - Colombia, Claudia Afanador.

Monitoreo: para hablar de monitoreo se acude a la siguiente definición:

“Proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa en pos de la consecución de sus objetivos, y para guiar las decisiones de gestión. El monitoreo generalmente se dirige a los procesos en lo que respecta a cómo, cuándo y dónde tienen lugar las actividades, quién las ejecuta y a cuántas personas o entidades beneficia.” [11]

El monitoreo es la función principal por lo cual el desarrollo del proyecto, es la manera más adecuada para llevar un seguimiento a la red caminera, el monitoreo se realiza de manera constante sobre estas zonas y la información recolectada es analizada para realizar toma de decisiones oportunas y necesarias lo cual influye directamente en la conservación del Sistema Vial Andino.

Patrimonio cultural: según la UNESCO (La organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura).

“El Patrimonio Cultural de un pueblo comprende las obras de sus artistas, arquitectos, músicos, escritores y sabios, así como las creaciones anónimas, surgidas del alma popular, y el conjunto de valores que dan sentido a la vida, es decir, las obras materiales y no materiales que expresan la creatividad de ese pueblo; la lengua, los ritos, las creencias, los lugares y monumentos históricos, la literatura, las obras de arte y los archivos y bibliotecas” [12].

De aquí la preocupación de los integrantes del Qhapaq Ñan, por mantener estas zonas en perfecto estado, para motivar a los turistas visitar estas áreas con una

riqueza infinita de cultura e historia, y que además el impacto económico se incrementara por estas actividades, y beneficiaran a familias enteras de escasos recursos que están junto a los caminos a lo largo de toda la red caminera.

Porcentaje de aparición: es la evaluación y cuantificación espacial de la presencia del factor/variable de deterioro en el área total o parcial determinada del bien patrimonial. Información obtenida del Coordinador del Área de Conservación del Qhapaq Ñan – Colombia, Gerardo Sánchez.

De aquí la preocupación de los integrantes del Qhapaq Ñan, por mantener estas zonas en perfecto estado, para motivar a los turistas visitar estas áreas con una riqueza infinita de cultura e historia, y que además el impacto económico se incrementara por estas actividades, y beneficiaran a familias enteras de escasos recursos que están junto a los caminos a lo largo de toda la red caminera.

Frecuencia de aparición: para el arquitecto Gerardo Sánchez coordinador del Área de Conservación del Qhapaq Ñan – Colombia la frecuencia de aparición es la evaluación y cuantificación temporal en razón de la recurrencia en la presencia del factor/variable de deterioro en el bien patrimonial.

La frecuencia de aparición es una característica de calificación de una afectación, la cual se utiliza para representar de manera cualitativa que tan a menudo se presenta o se presentó dicha afectación.

Factor: son las condiciones externas al bien patrimonial, de origen natural o antrópico que inciden en las condiciones de conservación del mismo. Información obtenida del Coordinador del Área de Conservación del Qhapaq Ñan – Colombia, Gerardo Sánchez.

El factor es el agrupamiento de variables según el tipo de afectación presentada en la zona, luego de reuniones entre miembros del Qhapaq Ñan se llegó a determinar 14 tipos de factores.

Variable: para el arquitecto Gerardo Sánchez, coordinador del Área de Conservación del Qhapaq Ñan – Colombia, la variable es considerada como las diferentes posibilidades de factores de deterioro en razón de su agente o iniciativa de deterioro.

La variable es la descripción de la afectación presenta en la zona, para la realización de recolección de información en campo se tienen en cuenta 77

variables que fueron determinadas luego de reuniones entre miembros del Qhapaq Ñan.

Afectación: término definido y utilizado por los investigadores del proyecto, en relación a la ausencia de un término que definiera los datos que se registraban sobre un punto de coordenadas, estableciendo que una afectación es una serie de circunstancias determinadas por los factores y variables que ocurren sobre el Sistema Vial Andino patrimonio cultural de la humanidad y afectan considerablemente su conservación a largo plazo.

Metodología: el proyecto de investigación hará uso del marco de trabajo SCRUM en combinación con la metodología XP (Extreme Programming) Programación Extrema, los cuales permitirán a los investigadores del proyecto, un desarrollo ágil de la herramienta software.

Scrum permite el trabajo colaborativo haciendo uso de buenas prácticas que están vinculadas entre sí para generar equipos altamente productivos, incluye la participación del dueño del producto en todo momento, permitiendo una constante retroalimentación y verificación del rumbo del proyecto, “está especialmente indicado para proyectos en entornos complejos, donde se necesita obtener resultados pronto, donde los requisitos son cambiantes o poco definidos, donde la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la productividad son fundamentales” [13].

La integración de XP en el proyecto se hará abordando algunos componentes claves de la metodología como lo son la aplicación de **TDD (Test Driven Development) Desarrollo Guiado por Pruebas** y la **Programación en Parejas**, componentes que en combinación con el marco de trabajo brindan una metodología sólida para el desarrollo de la herramienta.

Scrum y XP abordan una serie de etapas que hacen parte a su vez de diferentes actividades descritas en la **Tabla 1**, etapas entre las cuales encontramos las siguientes:

Planificación de la iteración: etapa en la que tanto el dueño del producto como el grupo de investigación encargado del desarrollo determinan lo más conveniente a abordar en cada una de las iteraciones del ciclo de vida del producto software.

Ejecución de la iteración: etapa en la cual se construirá una versión entregable para el dueño de producto que contenga todas las funcionalidades que se eligieron en la anterior etapa, aquí se aplicaran TDD para brindar un producto más estable y programación en parejas para agilizar la ejecución.

Inspección y adaptación: actividad en la cual se procede a entregar una versión estable al dueño del producto de los componentes elegidos en la primera etapa para la respectiva iteración, además de un proceso de retroalimentación del equipo de desarrollo con respecto a las falencias y virtudes identificadas durante el transcurso de la iteración.

Cada una de estas etapas se repetirá constantemente hasta abordar todas las funcionalidades referentes a lo requerido por el dueño del producto, una vez terminado el desarrollo de la herramienta software se procederá a capacitar al personal encargado de su uso y finalmente realizar la transición de toda la información a la respectiva herramienta con el debido soporte técnico en caso de fallos.

Herramientas utilizadas

Android Studio: “Android Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android y se basa en IntelliJ IDEA . Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ, Android Studio ofrece aún más funciones que aumentan tu productividad durante la compilación de apps para Android, como las siguientes:

- Sistema de compilación flexible basado en Gradle.
- Un emulador rápido con varias funciones.
- Un entorno unificado en el que puedes realizar desarrollos para todos los dispositivos Android.
- Instant Run, para aplicar cambios mientras la app se ejecuta sin la necesidad de compilar un nuevo APK.
- Integración de plantillas de código y GitHub, para ayudar a compilar funciones comunes de las apps e importar ejemplos de código.
- Gran cantidad de herramientas y frameworks de prueba.
- Herramientas Lint para detectar problemas de rendimiento, uso, compatibilidad de versión, etc.
- Compatibilidad con C++ y NDK
- Soporte integrado para Google Cloud Platform, que facilita la integración de Google Cloud Messaging y App Engine.”[14]

Esta herramienta se eligió para la codificación de la aplicación por que organiza el software en una arquitectura MVC (Modelo- Vista-Controlador) que facilita el entendimiento del código, además por que se desarrollan aplicaciones nativas para sistema operativo Android lo que optimiza el rendimiento de estas cuando los usuarios finales las utilicen. Es una herramienta gratuita con gran soporte a nivel mundial.

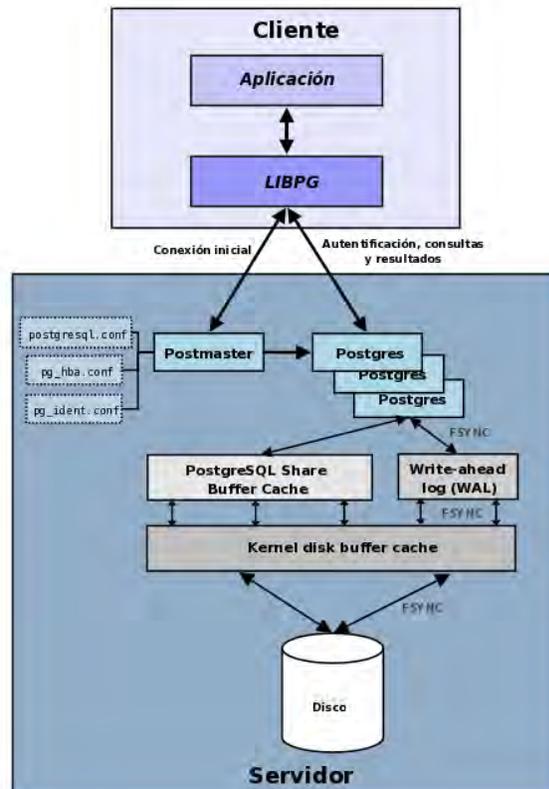
PostgreSQL: “PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional, distribuido bajo licencia BSD y con su código fuente disponible libremente. Es el sistema de gestión de bases de datos de código abierto más potente del mercado y en sus últimas versiones no tiene nada que envidiar a otras bases de datos comerciales.

PostgreSQL, utiliza un modelo cliente/servidor y usa multiprocesos en vez de multihilos para garantizar la estabilidad del sistema. Un fallo en uno de los procesos no afectará el resto y el sistema continuará funcionando” [15].

Esta herramienta es la encargada de organizar toda la información del sistema de información, que es recolectada a lo largo del tiempo, para tenerla disponible cuando el usuario así lo requiera. Además de ser un sistema libre lo que significa que no tiene ningún costo la utilización de este y cuenta con un gran soporte técnico gracias a su amplia comunidad que hace de este sistema sea uno de los más usados a nivel mundial.

En la ilustración 2, se puede observar la arquitectura del sistema gestor de base de datos PostgreSQL.

Ilustración 2: Estructura de PostgreSQL.



Fuente: GUIA BÁSICA DE POSTGRES PARA DEBIAN Y WINDOWS [16]

PHP: “PHP (acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML.

Lo que distingue a PHP de algo del lado del cliente como Javascript es que el código es ejecutado en el servidor, generando HTML y enviándolo al cliente. El cliente recibirá el resultado de ejecutar el script, aunque no se sabrá el código subyacente que era. El servidor web puede ser configurado incluso para que procese todos los ficheros HTML con PHP, por lo que no hay manera de que los usuarios puedan saber qué se tiene debajo” [17].

En el desarrollo del proyecto este lenguaje de programación fue utilizado para la programación de los servicios que serán consumidos por parte de la aplicación

para mejorar el rendimiento de esta. Estos servicios están alojados en el servidor y son los encargados de recibir y también de enviar datos desde el sistema gestor de base de datos y la aplicación móvil.

GitHub: “GitHub es una plataforma de desarrollo colaborativo de software para alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones Git.”

GitHub aloja repositorios de código y brinda herramientas muy útiles para el trabajo en equipo, dentro de un proyecto. Además de eso, se puede contribuir a mejorar el software de los demás. Para poder alcanzar esta meta, GitHub provee de funcionalidades para hacer un fork y solicitar pulls.

Realizar un fork es simplemente clonar un repositorio ajeno (genera una copia en la cuenta del usuario), para eliminar algún bug o modificar cosas de él. Una vez realizadas las modificaciones puedes enviar un pull al dueño del proyecto. Éste podrá analizar los cambios que se han realizado fácilmente, y si considera interesante la contribución, adjuntarlo con el repositorio original.

En la actualidad, GitHub es mucho más que un servicio de alojamiento de código. Además de éste, se ofrecen varias herramientas útiles para el trabajo en equipo. Entre ellas, cabe destacar:

- Una wiki para el mantenimiento de las distintas versiones de las páginas.
- Un sistema de seguimiento de problemas que permiten a los miembros del equipo detallar un problema con el software o una sugerencia que deseen hacer.
- Una herramienta de revisión de código, donde se pueden añadir anotaciones en cualquier punto de un fichero y debatir sobre determinados cambios realizados en un commit específico.
- Un visor de ramas donde se pueden comparar los progresos realizados en las distintas ramas del repositorio” [18].

Esta plataforma fue de gran ayuda para la culminación de manera exitosa del proyecto, permitió organizar de manera óptima el código del proyecto y poder trabajar de manera colaborativa la programación de la aplicación.

Retrofit: “Retrofit es un cliente REST para Android y Java desarrollado por Square. Hace relativamente fácil recuperar y cargar JSON (u otros datos estructurados) a través de un servicio web basado en REST. En Retrofit se configura qué convertidor se utiliza para la serialización de datos. Normalmente, para JSON se utiliza GSON, pero puede agregar conversores personalizados para procesar XML u otros protocolos. Retrofit utiliza la biblioteca OkHttp para las peticiones HTTP” [19].

Picasso: Picasso es una biblioteca Android para cargar imágenes en aplicaciones móviles, de manera fácil y segura. Gestiona una gran cantidad de errores que son habituales en la carga de imágenes. Utiliza un mínimo de memoria en transformaciones de imágenes. Soporta mostrar ambos tipos de imágenes, las que se muestran antes de que se descargue la imagen real, o la que se mostraría en caso de no poder descargarse.

MPAndroidChart: “es una biblioteca de gráficos para Android poderosa y fácil de usar, esta soportada para la versión de API 8 en adelante. Como una de sus características, la librería permite cruzar plataformas de desarrollo entre Android y iOS. Está disponible una versión de esta librería para iOS.”[20]. Permite trabajar gráficos estadísticos de manera interactiva, y con un diseño muy minimalista y profesional.

Apache Poi: es una biblioteca para generar archivos ofimáticos basados en el estándar Office Open XML (OOXML) y Microsoft's OLE 2, que permite pasar una gran cantidad de datos desde lenguaje Java y convertirlos en documentos editables bajo diferentes formatos como lo son XLS, DOC and PPT, al ser documentos editables permite al ente administrativo, manipular y procesar los datos con otras herramientas que trabajan con dichos formatos.

3. METODOLOGIA

La metodología para el desarrollo de la aplicación Ayllu se divide en tres fases que ayudan a comprender mejor la naturaleza de esta con el fin de cumplir con los objetivos planteados en este trabajo.

3.1 FASE 1: FASE DE INVESTIGACIÓN.

Se aplicaron una serie de entrevistas, dirigidas a los Secretarios Técnicos y los Coordinadores de Conservación del *Qhapaq Ñan* Colombia, a partir de estas actividades se analizó a detalle los procesos de recolección, almacenamiento e interpretación de la información, que la organización *Qhapaq Ñan* utilizaba para el monitoreo del estado de conservación del Sistema Vial Andino.

El análisis permitió identificar varias debilidades en cada uno de los procesos aplicados por la organización, las cuales representan el porqué del desarrollo del trabajo de grado, además de diversas fortalezas, las cuales crearon una base significativa para iniciar con el proceso de desarrollo de una solución Software.

Herramientas como la **Matriz de Monitoreo**, establecieron la organización y comportamiento de los datos.

Un papel muy importante es esta fase fue, de comprender el uso y la importancia de la matriz de monitoreo, la cual ayudó a la comprensión de conceptos básicos para realizar el proceso de monitoreo tales como:

- Monitoreo
- Monitores
- Factores
- Variables
- Tramo
- Subtramos
- Secciones

Para finalizar se establecieron las fuentes principales de información, las cuales serían las encargadas de proporcionar lo necesario para el desarrollo e implementación de la aplicación Ayllu. Se determinó que las personas adecuadas para brindar esta información debían ser Gerardo Sánchez, decano facultad de Artes, quien además está vinculado al proyecto con el rol de Coordinador del Área de Conservación del *Qhapaq Ñan* – Colombia y Claudia Afanador, antropóloga,

docente tiempo completo adscrita al departamento de Ciencias Sociales, Facultad Ciencias Humanas de la Universidad de Nariño, quien además cumple con la función de secretaria técnica QHAPAQ ÑAN - Colombia.

3.2 FASE 3: FASE DE DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

El área de conocimiento del proceso de ingeniería de software se ocupa de la definición, implementación, aseguramiento, medida, administración, cambios y mejoras del proceso de ingeniería de software *per-sé*. De las diferentes metodologías para la construcción del software, se ha optado por apropiar y adaptar el marco de trabajo **SCRUM** que se complementara con el uso de técnicas de diseño e implementación de software como lo es **TDD (Test Driven Development – Desarrollo Dirigido por Pruebas)** que se caracterizan por ser:

- Metodología Ágil.
- Iterativo e Incremental.
- Adaptativo y Flexible.
- Comunicación directa con el Cliente o *Product Owner*.
- Evita escribir código innecesario.

Scrum al ser un marco de trabajo que se adapta a cualquier ambiente de desarrollo, principalmente aquellos en el que los requisitos por parte del dueño del producto son cambiantes y además permite la inclusión de diferentes técnicas de ingeniería de software, permitió a los investigadores del proyecto aplicar cada una de las técnicas en el desarrollo y construcción de la solución software para el problema propuesto por la organización Qhapaq Ñan, a continuación se describen cada una de las etapas realizadas para la consecución del proyecto.

Definición de roles: antes de abordar cada una de las etapas del proyecto se contempló la actividad de definir los roles, determinados por el marco de trabajo **SCRUM**, para ello se analizaron cada uno de los participantes del proyecto para determinar el rol que cumplirían y por tanto las responsabilidades que asumirían una vez iniciado el proyecto, a continuación, se presenta una tabla de roles, como resultado del proyecto.

Esta fase de desarrollo se puede ver más a detalle en el anexo Descripción detallada del desarrollo de la solución software, que se encuentra adjunto a este CD en el directorio Documentos. Puedes verse desde aquí.

Tabla 1: Definición de roles.

ROL	DESCRIPCIÓN	PERSONA A CARGO
<i>Product Owner</i>	<i>Product Owner PO.</i> (Dueño de producto) es la(s) personas que representan los intereses directos de la organización que necesitan de una solución para su problemática, en este caso la representación de Qhapaq Ñan en Colombia, el PO. Asume la responsabilidad de estar presente y participar activamente en todo el desarrollo y construcción del software.	<ul style="list-style-type: none"> • Dec. Gerardo Hernando Sánchez Delgado. • Claudia Afanador
<i>Scrum Master</i>	Persona encargada de liderar al <i>Team</i> (Equipo) y trabajar directamente con el PO. Para maximizar el flujo de trabajo, evitando posibles contratiempos.	<ul style="list-style-type: none"> • Sandra Marleni Vallejo Chamorro • Edwin Yovany Orbes Villacorte
<i>Team</i>	<i>Team</i> (Equipo), representan al grupo encargado de la construcción de la solución software, trabajan directamente con el <i>Scrum Master</i> transformando cada una de las Historias de usuario a través de los <i>Sprints</i> en un insumo para el producto <i>Software</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Edwin Yovany Orbes Villacorte. • Carlos Steven Hurtado Rivera.

Etapas de Desarrollo

A continuación, se describen cada una de las etapas que se abordaron para la construcción de la herramienta Ayllu.

Tabla 2: Etapas de desarrollo.

N°	ETAPA
1	Recolección y análisis de requisitos
2	Diseño y estructuración de la base de datos
3	Diseño de la estructura software
4	Implementación de la base de datos
5	Codificación de la herramienta Ayllu
6	Implementación de la herramienta Ayllu

Recolección y análisis de requisitos: esta es la primera etapa del desarrollo de la aplicación, aunque *SCRUM* sugiere iniciar con la planificación del *Sprint*, para el trabajo se decidió abordar, dicha etapa para establecer un contexto claro del problema a solucionar, para ello se construyeron e implementaron una serie de entrevistas dirigidas al *Product Owner*, entrevistas realizadas con base en el primer material que se entregó al *Team* y *Scrum Master* (Plantilla Matriz de Monitoreo, Presentación Sistema de Monitoreo Cusco MARZO 26 2015, PLAN DE TRABAJO “MONITOREO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL SISTEMA VIAL ANDINO QHAPAQ ÑAN”, MANUAL DE MONITOREO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL SISTEMA VIAL ANDINO QHAPAQ ÑAN), se realizaron en total tres entrevistas, la metodología escogida nos permitió recolectar y analizar requisitos en siguientes etapas con lo cual se solventaron dudas que de no aclararse, afectarían el producto final del proyecto.

Diseño y estructuración de la base de datos: una vez la información fue recolectada, el *Team* analizó y procesó esta información y se decidió construir una estructura central que almacenaría los datos producidos por la herramienta software, esta estructura es la base de cualquier aplicación, y en su construcción se identificaron las entidades más relevantes del sistema, sus respectivas relaciones y propiedades.

Diseño de la estructura software: etapa en la que el *Scrum Master* y el *Team* a partir de la información procesada, aplicaron técnicas de arquitectura y diseño de software para construir esquemas que representarían la guía para las siguientes etapas, en Scrum el único instrumento que permite reflejar la perspectiva de todo lo que se quiere hacer es el *Product Backlog* (Pila de producto), para el desarrollo del proyecto se decidió complementar este esquema con otros más, como los son, los Diagramas de casos de uso y los *Wireflows*, de esta manera permitió a

todas las partes interesadas en el proyecto realizar un trabajo continuo, en seguida se describen cada uno los esquemas utilizados.

Product Backlog (Pila de Producto): es una lista priorizada de historias de usuario que permite tener una perspectiva clara de lo que se quiere hacer, tanto para el *Product Owner*, determinando el orden de la lista con base en sus intereses, como para el *Team* y el *Scrum Master* los cuales asumirán la responsabilidad de lo que se desarrollará en cada *Sprint* con base en la lista, este esquema se abordará durante todo el desarrollo de la aplicación y será susceptible a cambios.

Diagramas de casos de uso: reflejan una serie de esquemas que permiten al *Scrum Master* y al *Team*, visualizar de forma clara y ordenada el comportamiento del sistema, como también los actores que interactúan en él.

Wireflows: esquemas que permiten visualizar el comportamiento de la aplicación, con la diferencia sobre los casos de uso, de que es un instrumento para interactuar con el *Product Owner*, ya que la descripción es más detallada y se apoya en material gráfico, como lo son los *Wireframes* (Esqueleto visual de la aplicación). Reflejando una idea más clara para el cliente de lo que se construyó.

Implementación de la base de datos: etapa en la que a partir del diagrama de la base datos, se trasladó dicho esquema a un lenguaje de consulta como lo es SQL (Structured Query Language / Lenguaje de Consulta Estructurado) bajo un motor de base de datos en este caso PostgreSQL, además de configurar el escenario de trabajo, en este caso un servidor de pruebas y el equipo de trabajo utilizado por el *Team* para el desarrollo de la aplicación (IDEs (Entornos de Desarrollo Integrados), editores de texto, emuladores, dispositivos móviles, Terminal de comandos, entre otros).

Codificación de la herramienta Ayllu: siguiendo el marco de trabajo SCRUM, se realizaron una serie de actividades, que permitieron a los integrantes del *Team* construir la herramienta software de nombre Ayllu que solucionara los problemas planteados por el *Product Owner*, para ello se hizo uso de cada uno de los esquemas que se realizaron en etapas anteriores, esquemas que revelaron la estructura inicial del software, pero que fueron modificados con el transcurso de las siguientes actividades bajo la supervisión del *Scrum Master* logrando así seguir el rumbo propuesto, adquiriendo nuevos cambios que mejoraron la herramienta software y dejando atrás cambios que pudieron afectar el desarrollo de la misma.

Planificación del Sprint: actividad que se realizó de manera iterativa durante toda la codificación de la herramienta ayllu, en la cual se desarrollaron reuniones con todos los interesados en el proyecto (*Product Owner*, *Scrum Master* y el *Team*), para analizar la meta del Sprint que se iba a desarrollar en cada iteración,

aquí entraron en juego diferentes variables como lo son el alcance y la importancia, determinadas por el *Product Owner* y la estimación determinada por el *Scrum* y el *Team*, el principal recurso para lograr un mayor entendimiento entre las dos partes se dio gracias a los *Wireflows*, esquemas que ayudaron al *Product Owner*, a comprender mejor lo que el *Team* desarrollaría en las siguientes actividades, al final de cada reunión se obtuvo una hoja de ruta a seguir para el alcance de dicha meta.

Desarrollo del Sprint: haciendo uso del *Product Backlog* y los Diagramas de casos de uso referentes a la meta alcanzar, el *Team* trabajó en una solución software, sub-actividades como el *Daily Scrum*, apoyados en herramientas de gestión de proyectos como GitHub (Plataforma de desarrollo colaborativo) permitieron analizar el flujo de trabajo de cada uno de los integrantes del *Team*, llevando el concepto de equipos auto dirigidos de SCRUM a la práctica.

Demo del Sprint: una vez terminado el trabajo realizado por el *Team*, se llevaron a cabo reuniones con el *Product Owner* para presentar una demo de la solución software que respondía a la meta planteada en actividades previas, si no se cumplía la meta el *Scrum Master* y el *Team* analizaban el flujo de trabajo basados en la herramienta GitHub y se hacían las correcciones correspondientes para que no volviera a pasar.

Cada una de estas actividades, se desarrollaron durante la codificación de la herramienta software Ayllu de manera iterativa siguiendo los lineamientos de SCRUM, para mayor información de la aplicación de la metodología utilizada, revisar el apartado de anexos descripción detalla de desarrollo de la solución software. Al final se logró la construcción de una herramienta que cumplía con todos los requerimientos expuestos por el *Product Owner*. Herramienta lista para ser abordada en la siguiente fase (Implementación y Capacitación de la aplicación).

3.3 FASE 4: FASE DE IMPLEMENTACIÓN Y CAPACITACIÓN DE LA APLICACIÓN

En esta fase se realizó la publicación de la aplicación en la tienda de google (Play Store), y se realizó la capacitación con personal de los seis países adscritos al QHANPAQ ÑAN, donde se dio a conocer la funcionalidad de la aplicación, cuáles son sus ventajas y la facilidad que esta tendrá en la recolección de la información.

4. RESULTADOS

4.1. ENTREVISTAS

Entrevistas realizadas al *Product Owner* en la primera etapa del desarrollo de la herramienta software.

Resumen entrevista N° 1:

Qhapaq Ñan al ser un Patrimonio de la humanidad (Reunión en Qatar-Emiratos Arabes Decisión 38 8B43) tiene la obligatoriedad de ser monitoreado para evidenciar el estado de conservación del mismo. Dentro de la Declaratoria del año 2014 se dan una serie de recomendaciones entre ellas se encuentra la 4B (Implementación de un Sistema de Monitoreo) para ello los seis países involucrados en el proyecto decidieron implementar una metodología establecida en el Centro del patrimonio Mundial logrando así la creación de un instrumento (Matriz de Monitoreo de Conservación).

Matriz de monitoreo de conservación.

Es un Documento en formato Excel compuesto por 3 hojas de Cálculo organizadas de la siguiente manera:

- **Hoja N°1**
Lista las 77 Variables dispuestas en cada uno de los 14 Factores, permitiendo evaluar las repercusiones (positivas, negativas, actuales y potenciales) como también el origen (interno y externo) y las coordenadas del punto exacto en el cual se evidencio el Suceso.
- **Hoja N°2**
Se identifica de manera más precisa el factor negativo. Evidenciando la Presencia de Aparición (%) [1-4] y la Frecuencia de Aparición [1-3].
- **Hoja N°3**
Se evalúa la respuesta de los Administradores sobre la repercusión negativa [1-4] y la respectiva repercusión [1-3].

Clasificación de las zonas

- Tramo ($D > 100\text{km}$).
- Sub-Tramo ($10\text{km} > D < 100\text{km}$).
- Sección ($1\text{km} > D < 10\text{km}$).

Prioridades para la organización *Qhapaq Ñan*

- Captura de Datos (Repercusión, Coordenadas, Fotografías)
- Análisis de Datos.

RESUMEN ENTREVISTA N°2

La entrevista se centró en establecer si la información respecto a la clasificación de las zonas permanecería inalterable en el transcurso del tiempo, estructura que afectaría de manera directa el desarrollo de una solución software, además se analizó el proceso de registro y procesamiento de la información desarrollado por la organización hasta el momento, lo cual permitió a los investigadores del proyecto identificar sus respectivas fallas, la respuesta institucional al ser un proceso complementario al registro de afectaciones, aun no era tenido en cuenta por los investigadores, así que se analizó dicho proceso y la importancia del mismo y finalmente se determinó la importancia de la generación de un historial con todos los registros realizados por los monitores del bien.

RESUMEN ENTREVISTA N°3

La última entrevista permitió solventar una serie de dudas, que se habían generado hasta el momento, de igual forma se determinó que la información recolectada hasta el momento, era suficiente para iniciar con el proceso de desarrollo de una solución software, al utilizar una metodología como SCRUM, el proceso de recolección y análisis de requisitos se desarrollaría durante su transcurso.

4.2. ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN

La arquitectura de la aplicación Ayllu se basó en el patrón MVC (modelo-vista-controlador), el cual fue adaptado de modo que se diseñara de tal manera que cuente con un servidor web liviano ocupado en realizar consultas a la base de datos y pasarlos al cliente en formato JSON y un cliente que es el encargado de realizar la creación de vistas para el usuario. Esta arquitectura se puede ver en la siguiente ilustración 4.

a internet en la que existe comunicación directa con el API AYLLU y sin conexión a internet en la que el dispositivo llevara toda la carga de almacenamiento, características que hacen de Ayllu, la herramienta ideal para velar por el estado de conservación de este extenso y a veces remoto bien seriado.

SGDB PostgreSQL: sistema Gestor de Bases de Datos encargado del almacenamiento de toda la información producida por los usuarios de la aplicación Ayllu.

SQLITE: sistema Gestor de Bases de Datos encargado del almacenamiento de la información primordial para que la aplicación sea utilizable e información temporal producto de ambientes sin conexión a internet donde se requiere que la información permanezca en el dispositivo, hasta encontrar conexión a internet momento en el cual la información migra a la base de datos PostgreSQL del servidor.

MVC (Model Vista Controlador): patrón de arquitectura software encargado de separar los datos y la lógica de negocios de la interfaz de usuario, permitiendo a los componentes del software no ser afectados ante posibles cambios en otras secciones del código, además de tener un orden en la estructura de los proyectos y permitir ser comprensible ante otros desarrolladores que conozcan sobre MVC.

- **Modelo:** encargado de los datos y todas las solicitudes que se realicen sobre ellos (INSERT, UPDATE, DELETE, SELECT).
- **Vista:** encargada de la visualización de los datos ante el usuario en el caso del Api Ayllu la presentación está establecida por el formato de texto JSON (JavaScript Object Notation), que permite la comunicación directa con otras aplicaciones, en el caso de Ayllu para dispositivos móviles la presentación está establecida por la interfaz de usuario.
- **Controlador:** encargado de controlar todas las peticiones, procesarlas y solicitarlas al modelo para finalmente retornar la información solicitada a la vista.

En la ilustración 5, se muestra los elementos que componen los controladores de la API Ayllu.

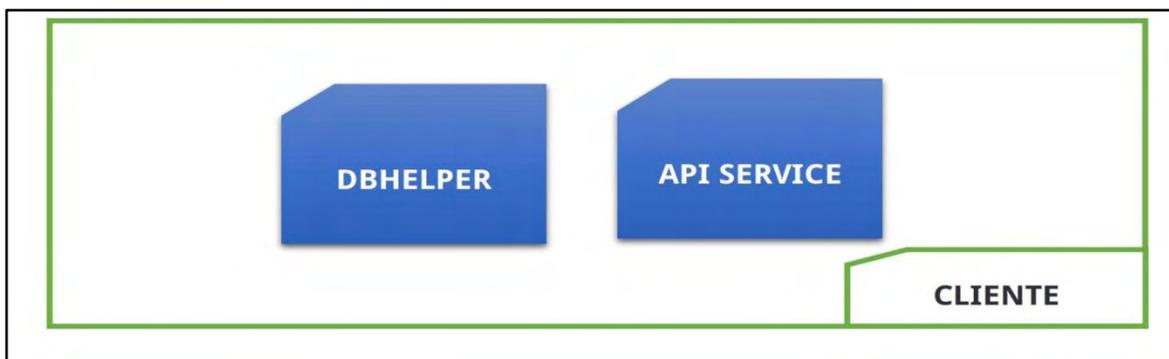
Ilustración 4: Componentes de controlador de API Ayllu



CONTROLLER: componente encargado de procesar las peticiones emitidas por los usuarios a través de la aplicación Ayllu, solicitar la información al modelo y enviar los datos a la vista.

En la ilustración 6, se muestra los elementos que componen los controladores de la aplicación móvil Ayllu.

Ilustración 5: Elementos de controlador aplicación móvil Ayllu

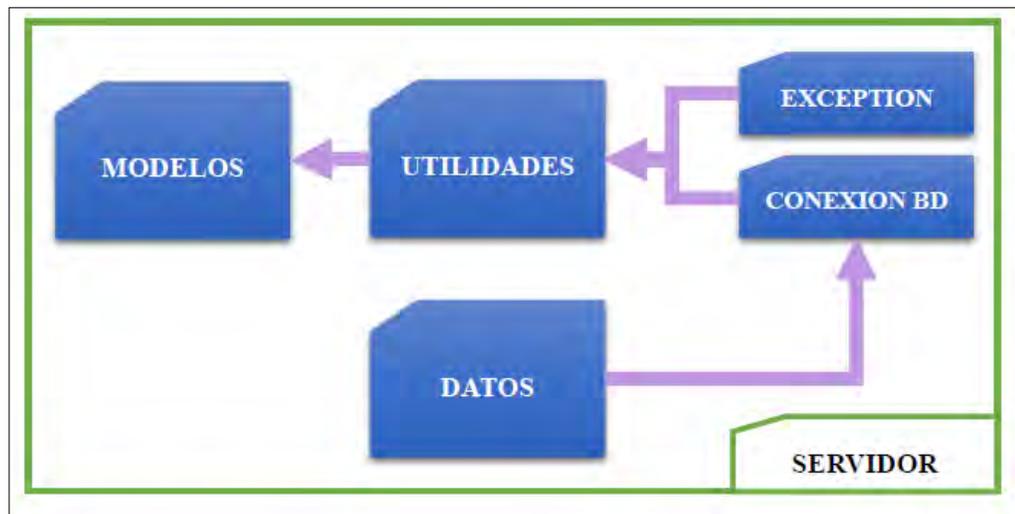


API SERVICE: componente encargado de procesar cada una de las solicitudes emitidas por el usuario hacia el servidor.

DBHELPER: componente encargado de procesar cada una de las solicitudes emitidas por el usuario hacia la base de datos local del dispositivo móvil.

En la ilustración 7, se muestra los elementos que componen el modelo de la API Ayllu.

Ilustración 6: Elementos de modelo API Ayllu



MODELOS: componente encargado de contener todas las clases que representan la lógica de negocios de la aplicación, aquí se procesan todos los servicios prestados por el Api Ayllu estableciendo una constante comunicación con la base de datos y el controlador.

UTILIDADES: componente encargado de las utilidades, como lo son el control de excepciones y la conexión con la base de datos, utilidades indispensables para el funcionamiento del Modelo.

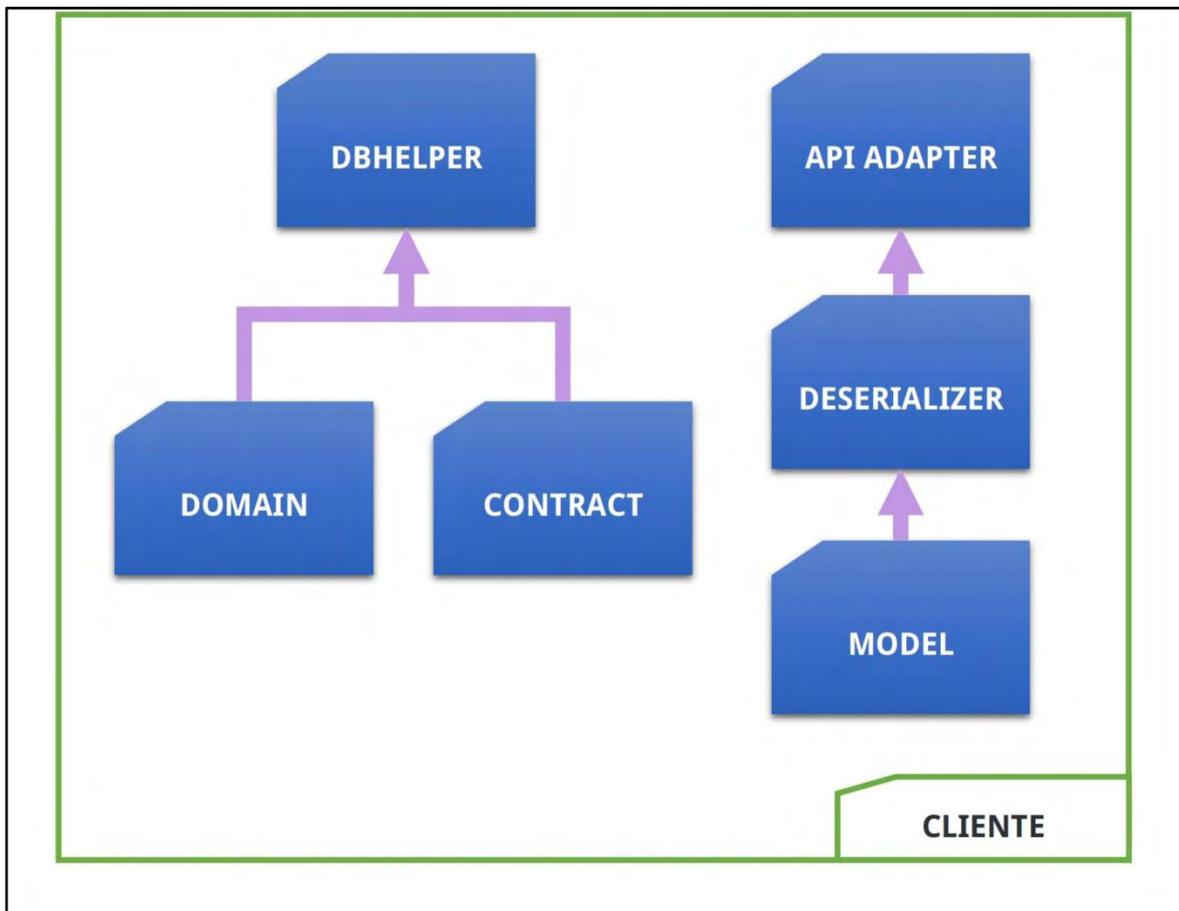
EXCEPTION API: componente encargado de procesar errores y presentarlos al usuario de forma amigable.

CONEXION BD: componente que permite una comunicación directa con la base de datos.

DATOS: componente que permite almacenar las credenciales de acceso a la base de datos.

En la ilustración 8, se muestra los elementos que componen el modelo de la aplicación móvil Ayllu.

Ilustración 7: Elementos de modelo aplicación móvil Ayllu



MODEL: componente encargado de establecer el formato de salida de la información una vez procesada y adaptada.

DESERIALIZER: componente encargado de descomponer la información en formato JSON.

API ADAPTER: componente encargado de adaptar la información en formato JSON proveniente del Servidor a un formato establecido por el DOMAIN.

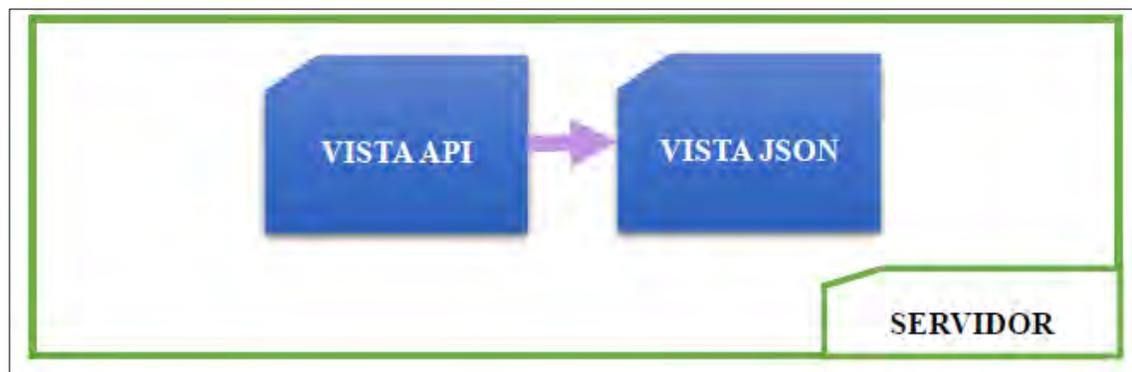
DOMAIN: componente encargado de contener las clases y POJOS (Plain Old Java Object) para desempeñar el papel de contenedor temporal de los datos provenientes del servidor o del centro de datos del dispositivo móvil.

CONTRACT: componente encargado de establecer los elementos de la estructura que se guardara en el dispositivo.

DBHELPER: componente encargado de establecer la estructura de la información que se guardara en el dispositivo y cada una de las peticiones SQL (Structure Query Language) que se harán a la base de datos del dispositivo móvil (INSERT, SELECT, UPDATE, DELETE).

En la ilustración 9, se muestra los elementos que componen la vista de la API Ayllu.

Ilustración 8: Elementos de vista API Ayllu

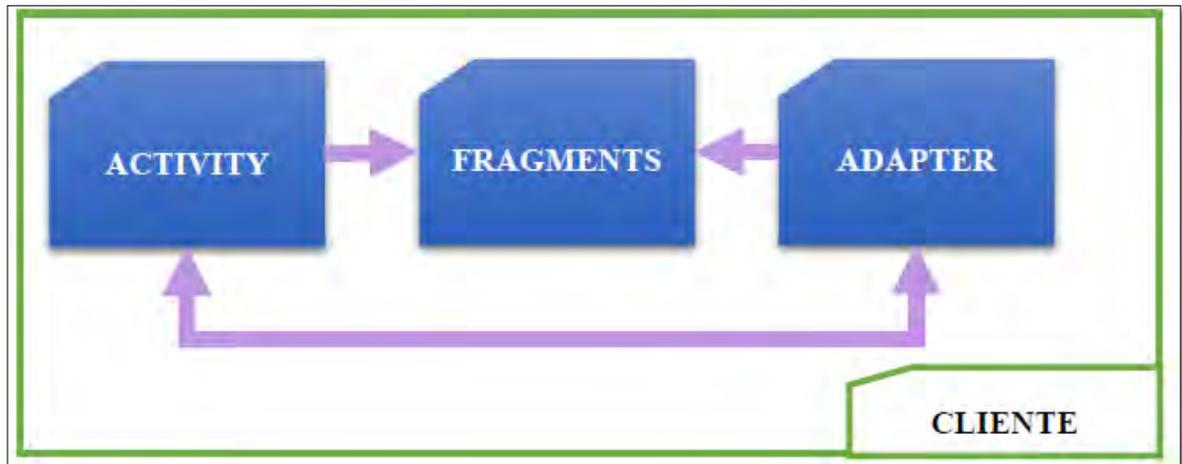


VISTA API: clase principal que contiene la estructura para las respuestas emitidas por el servidor ante una posible petición emitida por la aplicación Ayllu para móviles.

VISTA JSON: clase encargada de emitir los mensajes de respuesta por parte del servidor al usuario, heredando de la clase principal VISTA API la estructura del mensaje y agregándole los componentes de una respuesta tipo JSON.

En la ilustración 10, se muestra los elementos que componen la vista de la aplicación móvil Ayllu.

Ilustración 9: Elementos de vista aplicación móvil Ayllu



ACTIVITY: clases principales involucradas directamente en el ciclo de vida de la aplicación, representando diferentes segmentos de la aplicación en la cual se realizan diferentes acciones por parte del usuario, pueden representar una sola vista de usuario o incluir una pila de vistas (fragmentos).

FRAGMENTS: clases que se encargan de presentar una vista al usuario de un determinado componente, se encuentra alojadas en sus respectivas actividades siendo totalmente dependientes de las mismas.

ADAPTER: componente encargado de representar un puente entre la información que proviene del servidor y la interfaz del usuario, adaptando ya sea la totalidad o no de la información recibida en los elementos visuales para el usuario.

4.3. ACTORES DEL SISTEMA

Los actores del sistema son los usuarios que interactúan con la aplicación. Cada uno de ellos tendrá roles bien definidos que les permitirá realizar diferentes interacciones.

Los actores de Ayllu son:

Tabla 3: Definición del actor monitor

ACT-01	Monitor
Versión	04 de septiembre de 2017
Autores	Investigadores del proyecto
Fuente	Claudia Afanador – Secretaria técnica Qhapaq Ñan – Colombia. Gerardo Sánchez – Coordinador de área de conservación Qhapaq Ñan - Colombia

Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza el registro de afectaciones. • Realiza el monitoreo de afectaciones. • Realiza el registro de la evaluación de respuesta institucional. • Visualización y descarga de gráficas estadísticas. • Descarga de los reportes de las afectaciones.
Comentarios	

Tabla 4: Definición del actor administrador

ACT-02	Administrador
Versión	04 de septiembre de 2017
Autores	Investigadores del proyecto
Fuente	Claudia Afanador – Secretaria técnica Qhapaq Ñan – Colombia. Gerardo Sánchez – Coordinador de área de conservación Qhapaq Ñan - Colombia
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza el registro de monitores. • Realiza la edición de monitores. • Realiza la habilitación y deshabilitación monitores.
Comentarios	También puede cumplir con las funciones del actor monitor.

4.4. HISTORIAS DE USUARIO

Las historias de usuario permiten conocer los principales requisitos de la aplicación, que se encuentra relacionados en la tabla 5.

Tabla 5: Historias de usuario

ID	Nombre	Imp	Como probarlo	Rol
US-001	Iniciar sesión.	200	Abrir la aplicación, iniciar sesión, verificar que muestra las opciones dependiendo el usuario que inicie sesión.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor • Administrador
US-002	Registro de una afectación.	180	Abrir aplicación, entrar a "REGISTRA UN MONITOREO", realizar un registro de una afectación, comprobar el mensaje de registro exitoso.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor • Administrador
US-003	Registrar un monitoreo.	160	Entrar a la opción "REGISTRA UN MONITOREO", realizar una búsqueda de una afectación, registrar un monitoreo de esta afectación, comprobar el mensaje de registro exitoso.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor • Administrador
US-004	Registro de una afectación sin conexión a internet.	140	Desactivar conexión a internet, abrir aplicación y entrar "REGISTRA UN MONITOREO", realizar un registro de una afectación, comprobar el mensaje de registro sin conexión a internet.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor • Administrador

US-005	Registro de una monitoreo sin acceso a internet.	120	Desactivar conexión a internet, abrir aplicación y entrar "REGISTRA UN MONITOREO", realizar una búsqueda de una afectación, registrar un monitoreo de esta afectación, comprobar el mensaje de conexión sin internet.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor • Administrador
US-006	Registrar respuesta institucional.	100	Abrir la aplicación, entrar a la opción "RESPUESTA INSTITUCIONAL", la búsqueda de una afectación, realizar la evaluación de esta afectación, comprobar el mensaje de registro exitoso.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor • Administrador
US-007	Generar reporte.	80	Abrir la aplicación, entrar a la opción "CONFIGURA TU APLICACIÓN", seleccionar "Elije los puntos a reportar", realizar el filtro necesario y generar el reporte, comprobar que se descargó el reporte dentro de la carpeta Reportes que se encuentra dentro de la carpeta Ayllu.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor • Administrador
US-008	Generar gráficas estadísticas generales.	60	Abrir la aplicación, entrar a la opción "GRÁFICOS ESTADÍSTICOS", elegir "Elegir gráficos estadísticos generales", realizar una búsqueda el tramo al que quiere analizar, verificar que la gráfica estadísticas se generó.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor • Administrador
US-009	Generar gráficas estadísticas específicas.	40	Abrir la aplicación, entrar a la opción "GRÁFICOS ESTADÍSTICOS", elegir "Elegir gráficos estadísticos específicos", realizar un filtro de afectaciones, seleccionar afectación y realizar el gráfico por la opción "GRÁFICA RESPUESTA" y "GRÁFICA PORCENTAJE-FRECUENCIA", verificar que la gráfica estadística se genero	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor • Administrador
US-010	Descarga de gráficas estadísticas.	30	Generar cualquier gráfica estadística, seleccionar la opción de descarga, comprobar que la gráfica se descarga en la carpeta Gráficas que está dentro de la carpeta Ayllu.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor • Administrador
US-011	Registrar monitor.	25	Abrir la aplicación, entrar a la opción registrar monitor, realizar el registro de un monitor, comprobar el mensaje de registro exitoso.	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador
US-012	Editar monitor.	20	Abrir la aplicación, entrar a la opción de monitores habilitados, identificar un monitor y realizar la edición del monitor, comprobar el mensaje de monitor editado.	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador
US-013	Deshabilitar monitor.	15	Abrir la aplicación, entrar a la opción de monitores habilitados, identificar un monitor y deshabilitarlo, comprobar el mensaje de monitor deshabilitado.	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador
US-014	Habilitar monitor	10	Abrir la aplicación, entrar a la opción de monitores deshabilitados, identificar un monitor y habilitarlo, comprobar el mensaje de monitor habilitado.	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador
US-015	Ofrecer soporte al idioma inglés.	5	Cambiar el idioma del Smartphone a inglés, entrar a la aplicación, comprobar que la aplicación este traducida al inglés.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor • Administrador

4.5. CASOS DE USO

A partir de las historias de usuario se crearon los casos de uso para la aplicación, cada uno de ellos se describe a continuación.

Ilustración 10: Caso de uso general.

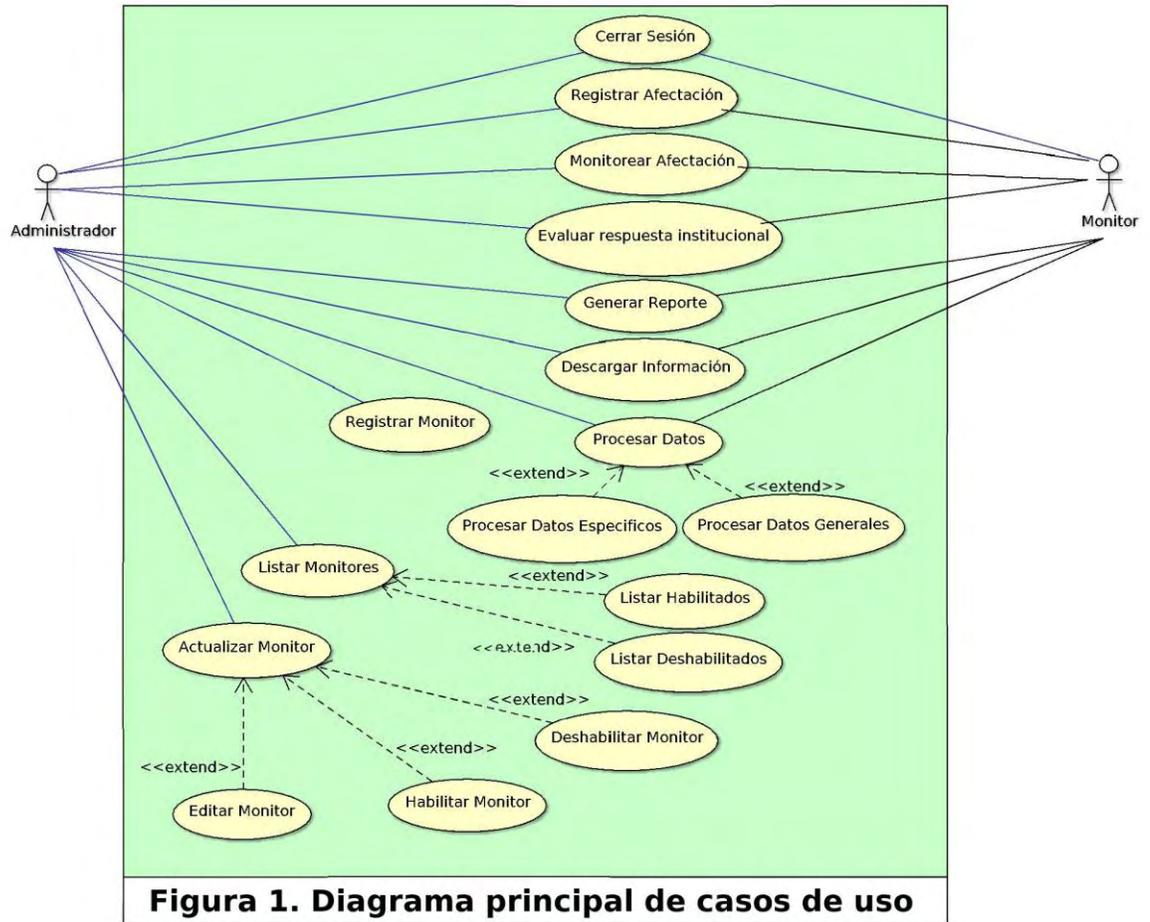


Ilustración 11: Caso de uso Iniciar sesión.

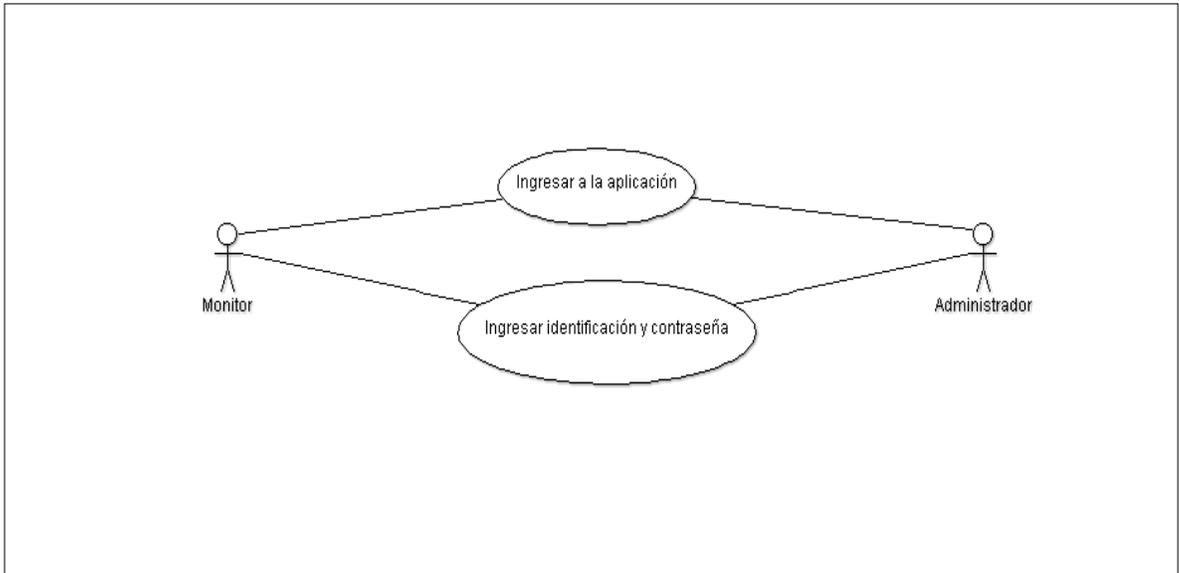


Ilustración 12: Casos de uso Registro de una afectación.

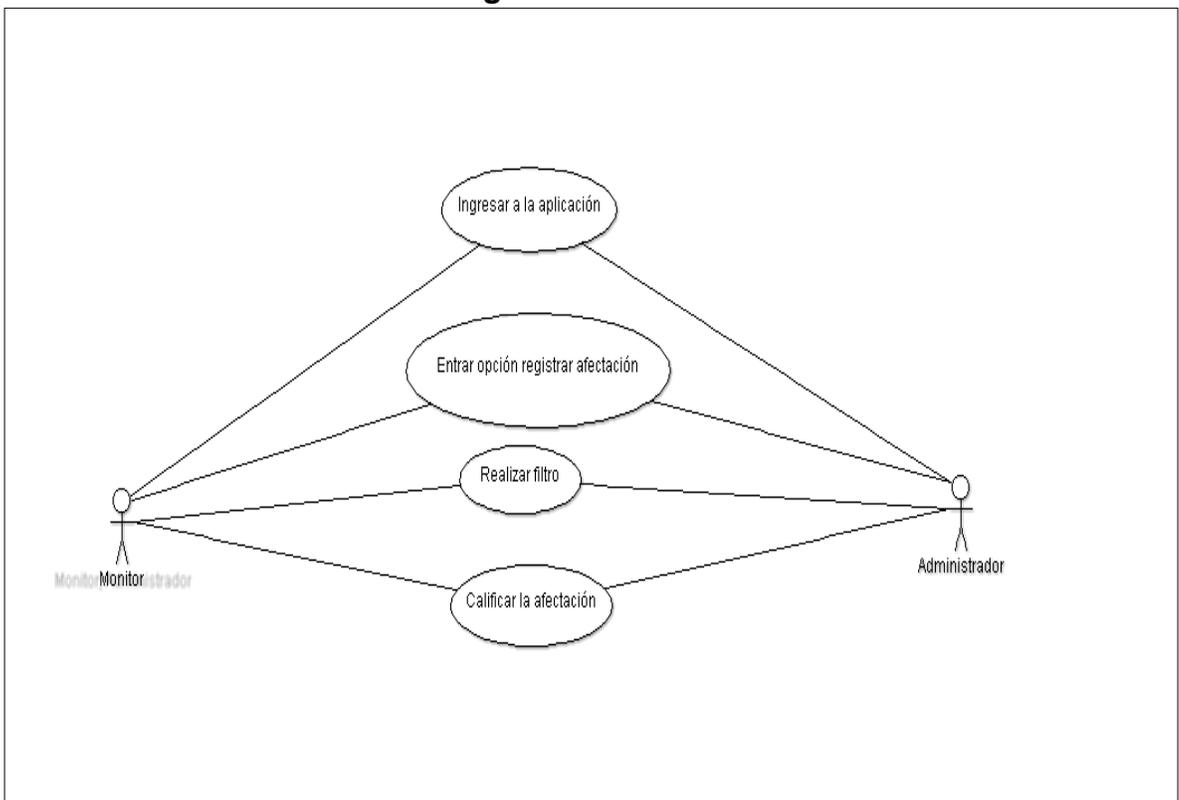


Ilustración 13: Caso de uso Registrar un monitoreo.

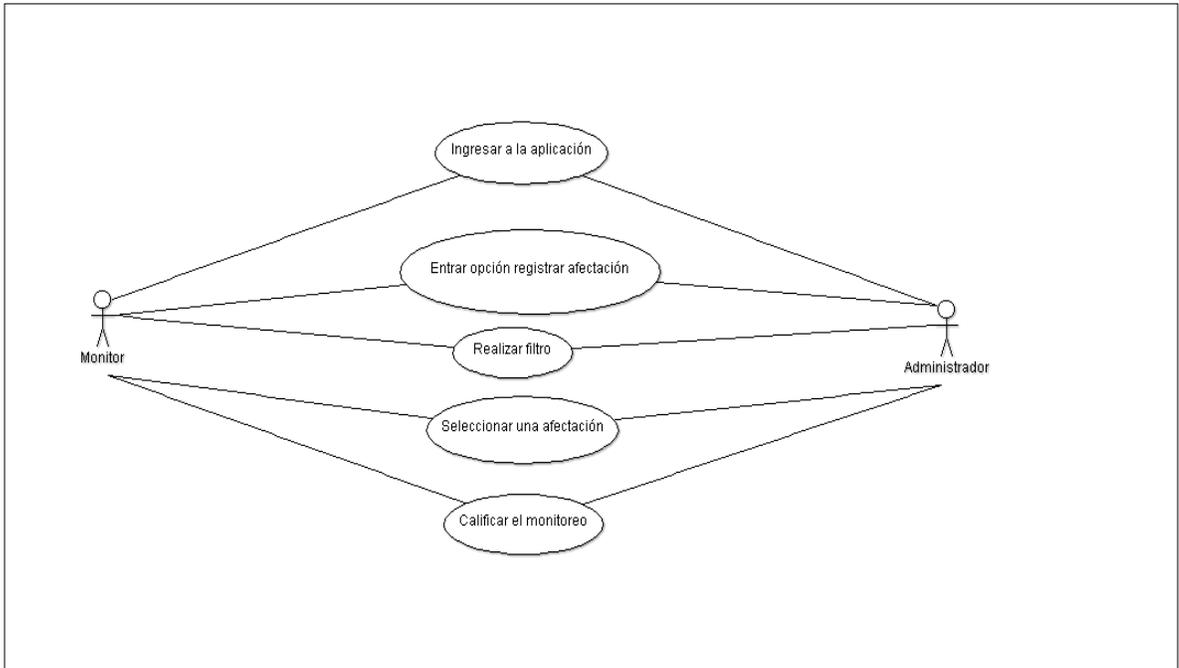


Ilustración 14: Caso de uso Registrar una afectación sin conexión a internet.

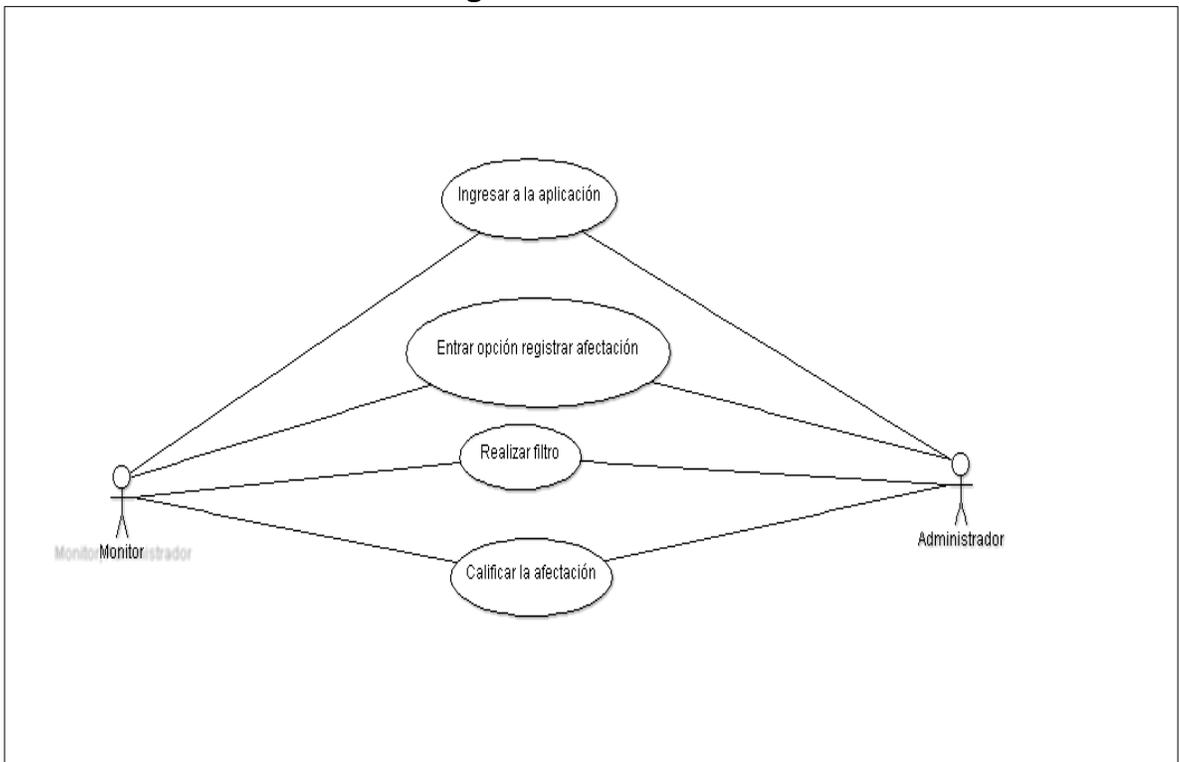


Ilustración 15: Caso de uso Registrar un monitoreo sin conexión a internet.

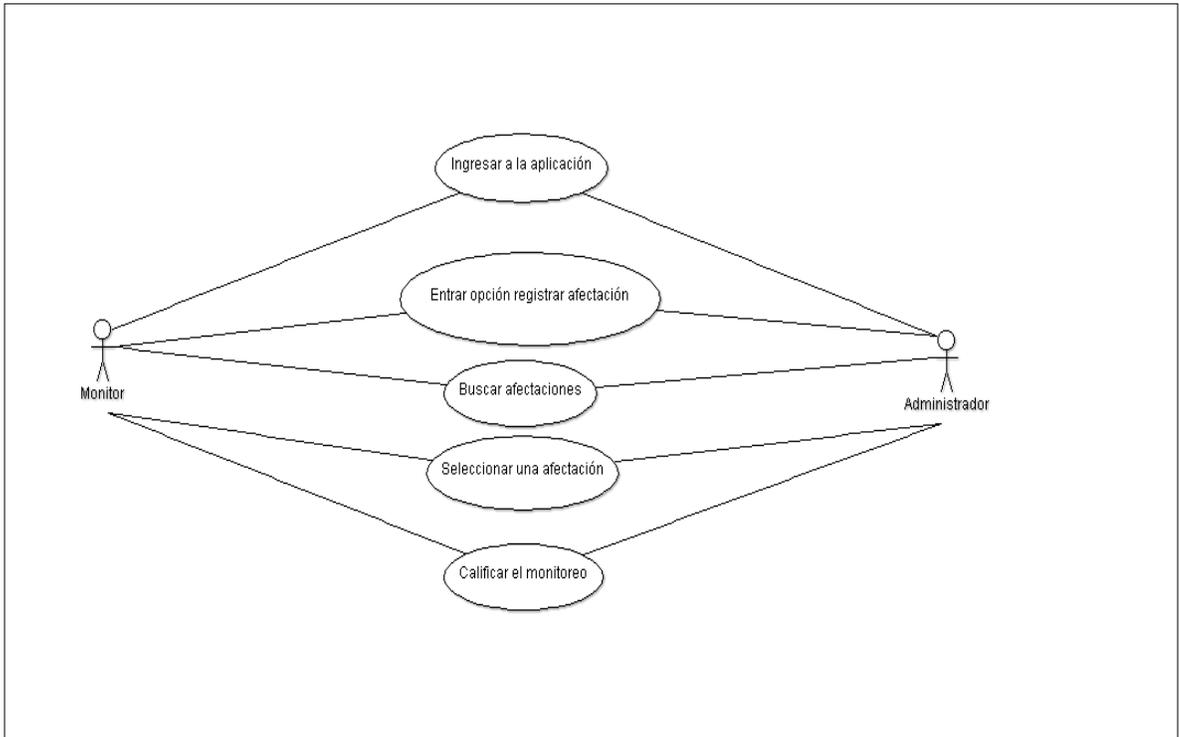


Ilustración 16: Caso de uso Registro de respuesta institución.

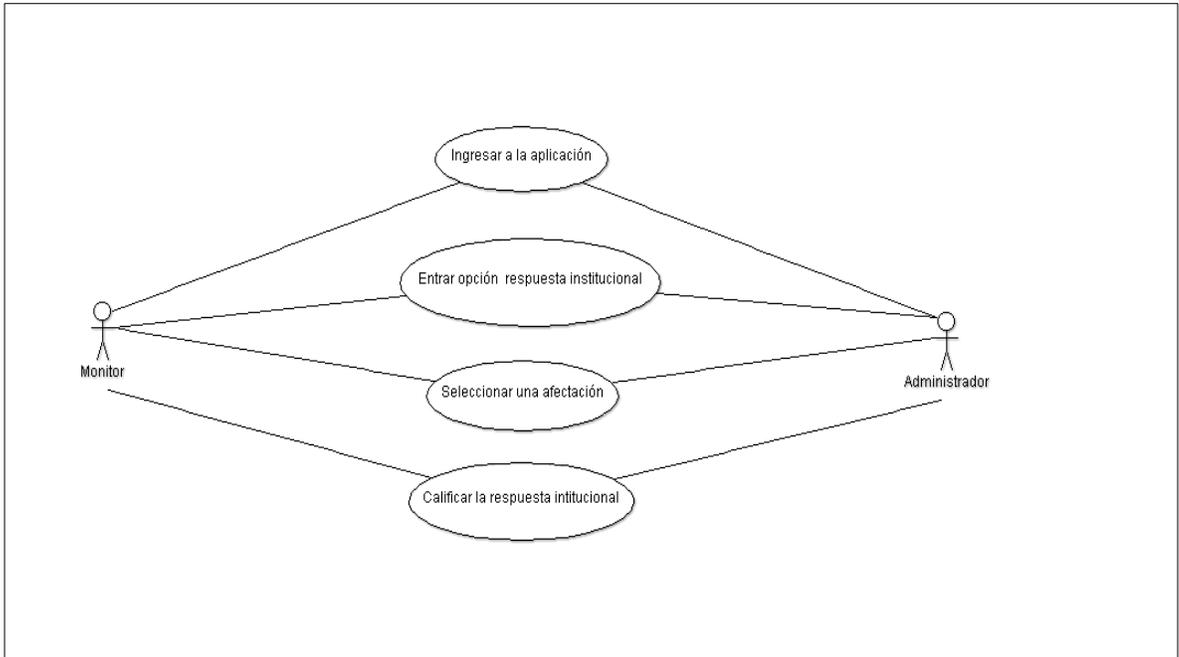


Ilustración 17: Caso de uso Generar reporte.

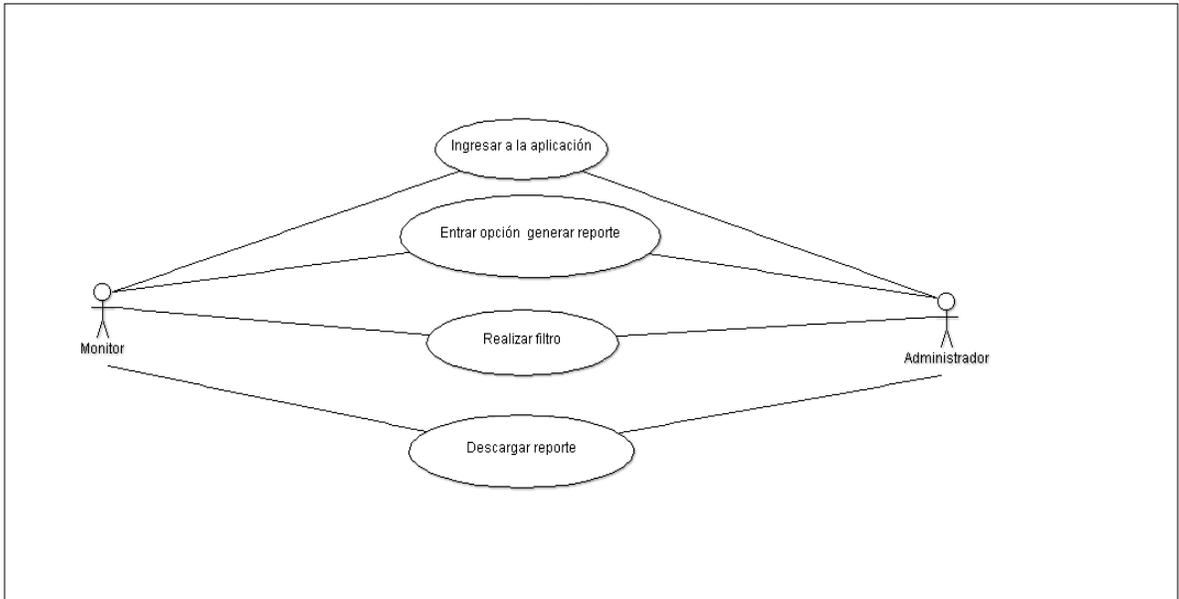


Ilustración 18: Caso de uso Generar gráficas estadísticas generales.

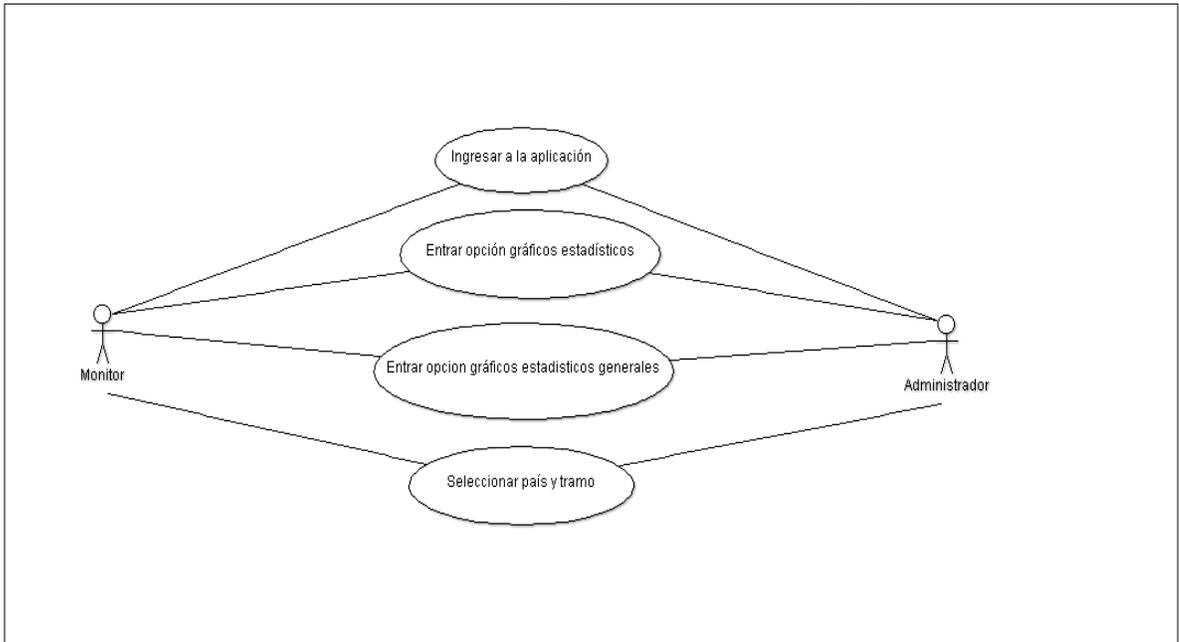


Ilustración 19: Caso de uso Generar gráficos estadísticas específicas.



Ilustración 20: Caso de uso Descargar gráfico estadística.

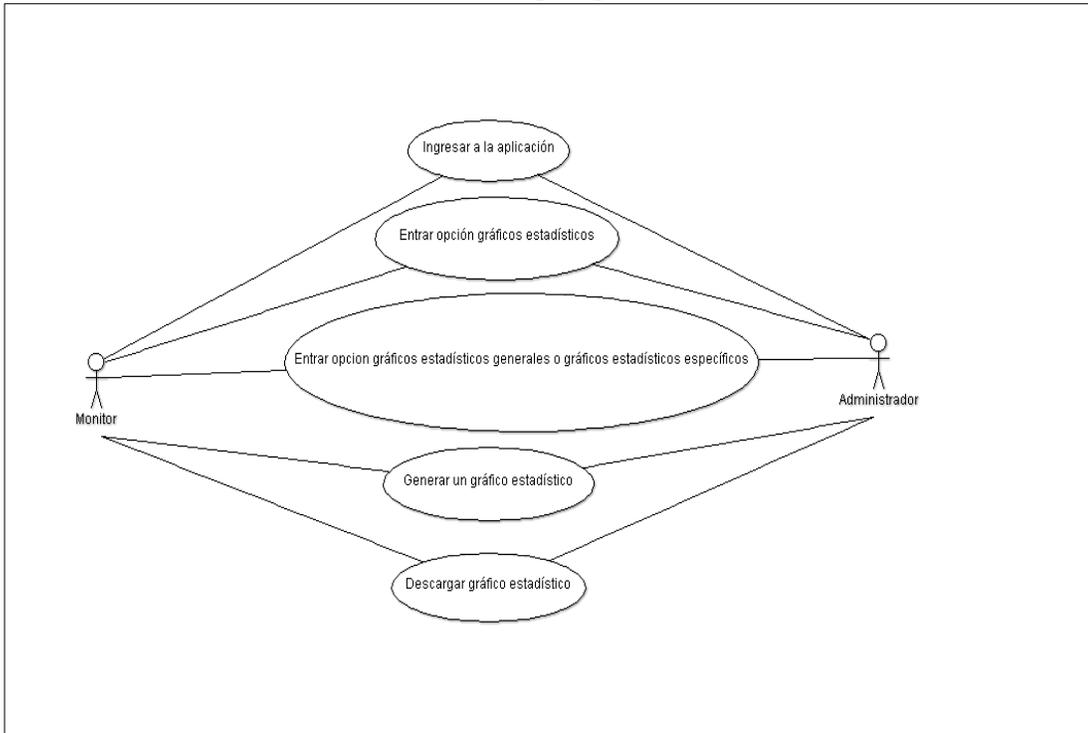


Ilustración 21: Caso de uso Registro de monitor.

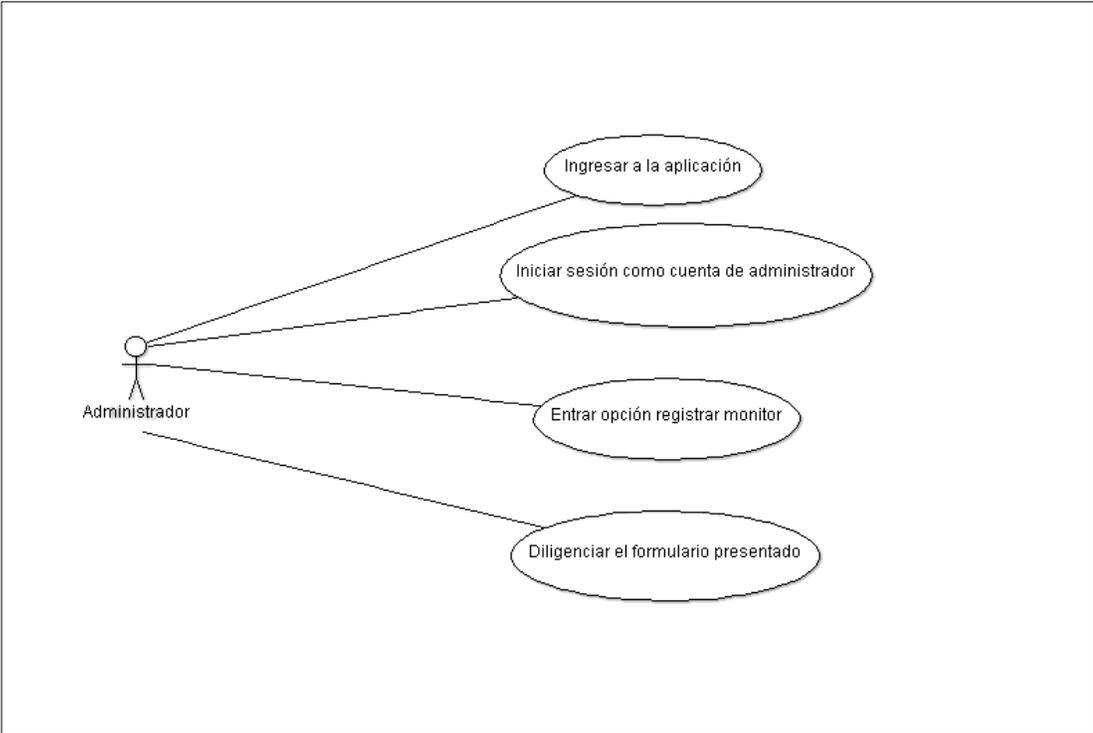


Ilustración 22: Caso de uso Editar monitor.

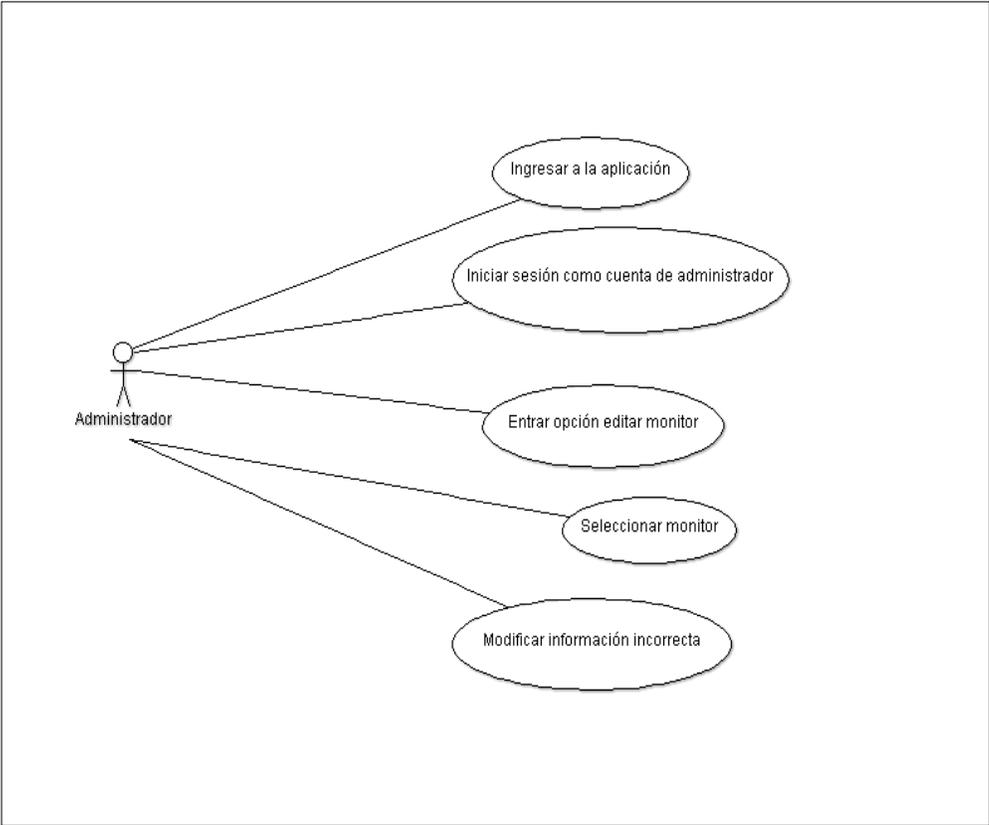


Ilustración 23: Caso de uso Deshabilitar monitor.

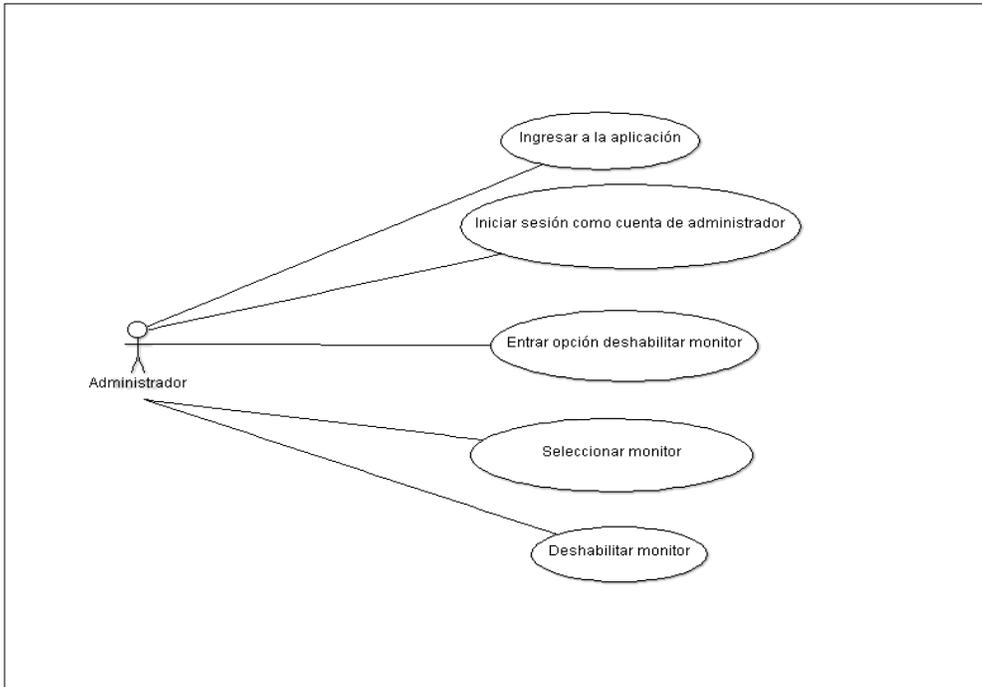


Ilustración 24: Caso de uso Habilitar monitor.

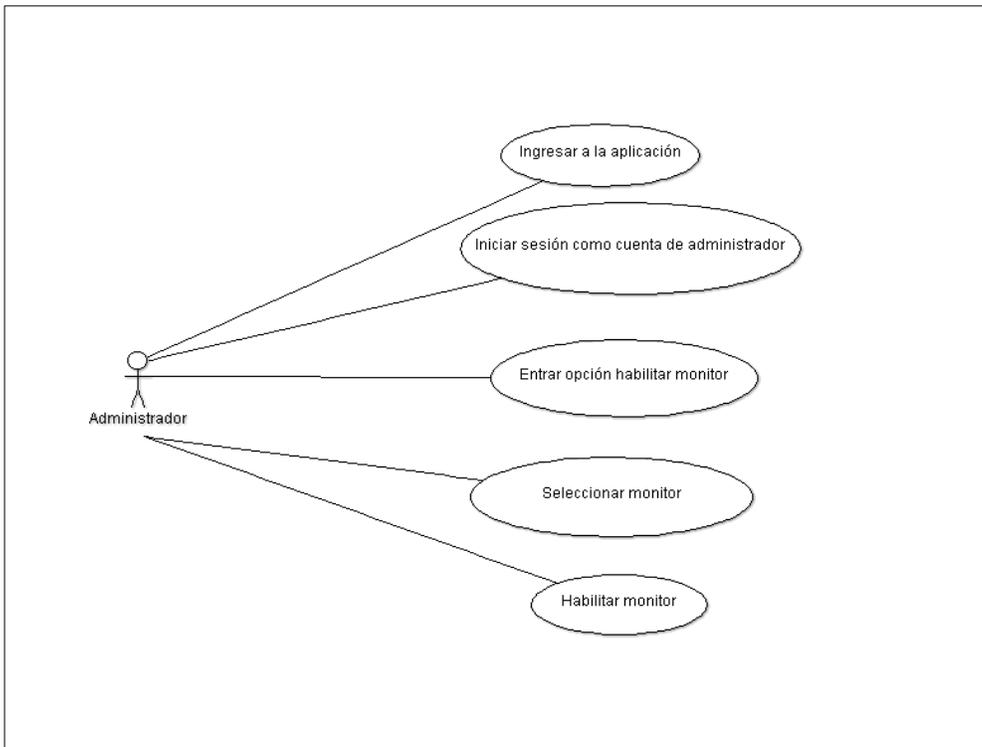
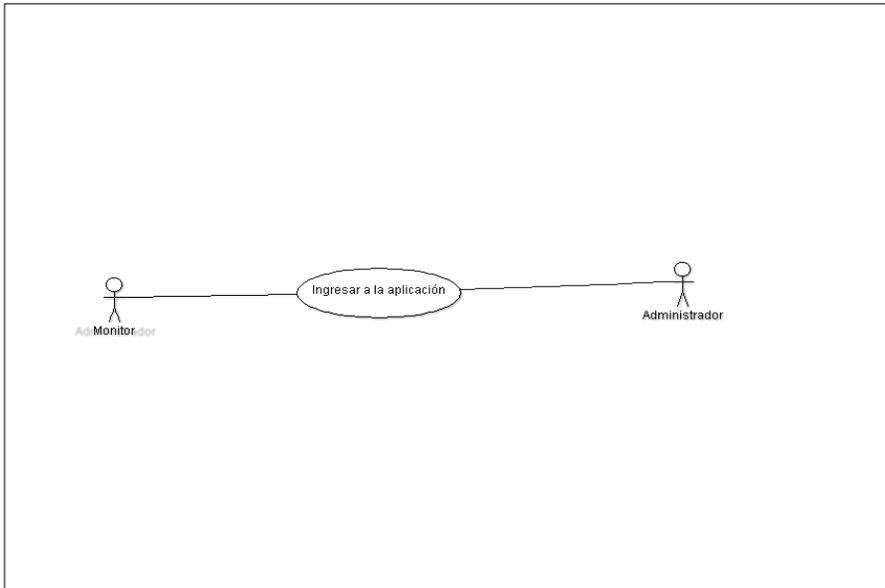


Ilustración 25: Caso de uso Ofrecer soporte a idioma inglés.



Los casos de uso de pueden ver más a detalle en el anexo Casos de uso, que se encuentra adjunto a este CD en el directorio Documentos. Puedes verse desde aquí.

4.6. CASOS DE PRUEBA

Después de determinar los casos de uso, se definen pruebas de tipo funcional, para cada una de ellas se asignan valores de entrada para probar su funcionamiento y reacción a diferentes escenarios.

Tabla 6: Caso de prueba iniciar sesión

ID	CP01	Nombre	Caso de prueba iniciar sesión
Caso de uso	Iniciar sesión		
Valor	Identificación Contraseña		
Salida Esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Opciones del usuario que inicio sesión. • Mensaje de error de inicio. 		
Resultados Obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Opciones del usuario que inicio sesión. • Mensaje de error de inicio. 		

Tabla 7: Caso de prueba registrar una afectación

ID	CP02	Nombre	Caso de prueba registrar una afectación.
Caso de uso	Registro de una afectación.		
Valor	Datos básicos calificación de una afectación.		
Salida Esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. 		

	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de registro exitoso.
Resultados Obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. • Mensaje de registro exitoso.

Tabla 8: Caso de prueba registrar un monitoreo

ID	CP03	Nombre	Caso de prueba registrar un monitoreo
Caso de uso	Registro de un monitoreo		
Valor	Datos básicos calificación de un monitoreo		
Salida Esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. • Mensaje de registro exitoso. 		
Resultados Obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. • Mensaje de registro exitoso. 		

Tabla 9: Caso de prueba registrar una afectación sin conexión a internet

ID	CP04	Nombre	Caso de prueba registrar una afectación sin conexión a internet
Caso de uso	Registro de una afectación sin conexión a internet.		
Valor	Datos básicos calificación de una afectación.		
Salida Esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. • Mensaje de registro exitoso. 		
Resultados Obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. • Mensaje de registro exitoso. 		

Tabla 10: Caso de prueba registrar un monitoreo sin conexión a internet

ID	CP05	Nombre	Caso de prueba registrar un monitoreo sin conexión a internet
Caso de uso	Registro de un monitoreo sin conexión a internet.		
Valor	Datos básicos calificación de un monitoreo.		
Salida Esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. • Mensaje de registro exitoso. 		
Resultados Obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. • Mensaje de registro exitoso. 		

Tabla 11: Caso de prueba registrar respuesta institucional

ID	CP06	Nombre	Caso de prueba registrar respuesta institucional.
Caso de uso	Registro de respuesta institucional.		
Valor	Datos básicos calificación de una respuesta institucional.		
Salida Esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. • Mensaje de registro exitoso. 		
Resultados Obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. • Mensaje de registro exitoso. 		

Tabla 12: Caso de prueba generar reporte

ID	CP07	Nombre	Caso de prueba generar reporte.
-----------	------	---------------	---------------------------------

Caso de uso	Generar reporte
Valor	Tramo
Salida Esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte en formato xls. • Mensaje de error.
Resultados Obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte en formato xls. • Mensaje de error.

Tabla 13: Caso de prueba generar gráficas estadísticas generales

ID	CP08	Nombre	Caso de prueba generar gráficas estadísticas generales.
Caso de uso	Generar gráficas estadísticas generales.		
Valor	País. Tramo.		
Salida Esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Vista gráfica estadística. • Mensaje de error. 		
Resultados Obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Vista gráfica estadística. • Mensaje de error. 		

Tabla 14: Caso de prueba generar gráficas estadísticas específicas

ID	CP09	Nombre	Caso de prueba generar gráficas estadísticas específicas.
Caso de uso	Generar gráficas estadísticas específicas.		
Valor	Afectación.		
Salida Esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Vista gráfica estadística. • Mensaje de error. 		
Resultados Obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Vista gráfica estadística. • Mensaje de error. 		

Tabla 15: Caso de prueba descargar gráficas estadísticas

ID	CP10	Nombre	Caso de prueba descargar gráficas estadísticas.
Caso de uso	Descargar gráficas estadísticas.		
Valor	Ninguna.		
Salida Esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Gráfica estadística en formato jpg. • Mensaje de error. 		
Resultados Obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Gráfica estadística en formato jpg. • Mensaje de error. 		

Tabla 16: Caso de prueba registrar monitor

ID	CP11	Nombre	Caso de prueba registrar monitor
Caso de uso	Registrar monitor		
Valor	Datos básicos de monitor.		
Salida Esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. • Mensaje de registro exitoso. 		

Resultados Obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. • Mensaje de registro exitoso.
-----------------------------	---

Tabla 17: Caso de prueba editar monitor

ID	CP12	Nombre	Caso de prueba editar monitor.
Caso de uso			Editar monitor
Valor			Datos básicos de monitor.
Salida Esperada			<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. • Mensaje de registro exitoso.
Resultados Obtenidos			<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de error de registro. • Mensaje de registro exitoso.

Tabla 18: Caso de prueba deshabilitar monitor

ID	CP13	Nombre	Caso de prueba deshabilitar monitor.
Caso de uso			Deshabilitar monitor.
Valor			Ninguna
Salida Esperada			<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de confirmación. • Mensaje de error.
Resultados Obtenidos			<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de confirmación. • Mensaje de error.

Tabla 19: Caso de prueba habilitar monitor

ID	CP14	Nombre	Caso de prueba habilitar monitor
Caso de uso			Habilitar monitor.
Valor			Ninguna.
Salida Esperada			<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de confirmación. • Mensaje de error.
Resultados Obtenidos			<ul style="list-style-type: none"> • Mensaje de confirmación. • Mensaje de error.

Tabla 20: Caso de prueba ofrecer soporte al idioma de ingles

ID	CP15	Nombre	Caso de prueba ofrecer soporte al idioma de inglés.
Caso de uso			Ofrecer soporte de idioma inglés.
Valor			Ninguna.
Salida Esperada			<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación traducida.
Resultados Obtenidos			<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación traducida.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

Tras el desarrollo del trabajo se obtuvo una aplicación llamada Ayllu, que permite el registro y análisis de información de afectaciones y monitores, así como la administración de monitores. A continuación, se presentan los módulos de la aplicación.

Ilustración 26: Pantalla inicial o Splash Screen



Ilustración 27: Inicio de sesión.



5.1. MÓDULO REGISTRAR O MONITOREAR UNA AFECTACIÓN.

Ilustración 28: Módulo registrar o monitorear una afectación.



Ilustración 29: Listado de afectaciones.

Listado de afectaciones

P. NOMINADA
Huaricashash
VARIABLE
produccion de cultivos
FECHA
2017-07-19
LATITUD
N-01°10'20"
LONGITUD
W-077°15'02"

P. NOMINADA
Huaricashash
VARIABLE
produccion de cultivos
FECHA
2017-07-13
LATITUD
N-01°02'16"
LONGITUD
W-077°25'07"

P. NOMINADA
Zona Arqueológica Monumental de Huánuco Pampa
VARIABLE
produccion de cultivos
FECHA

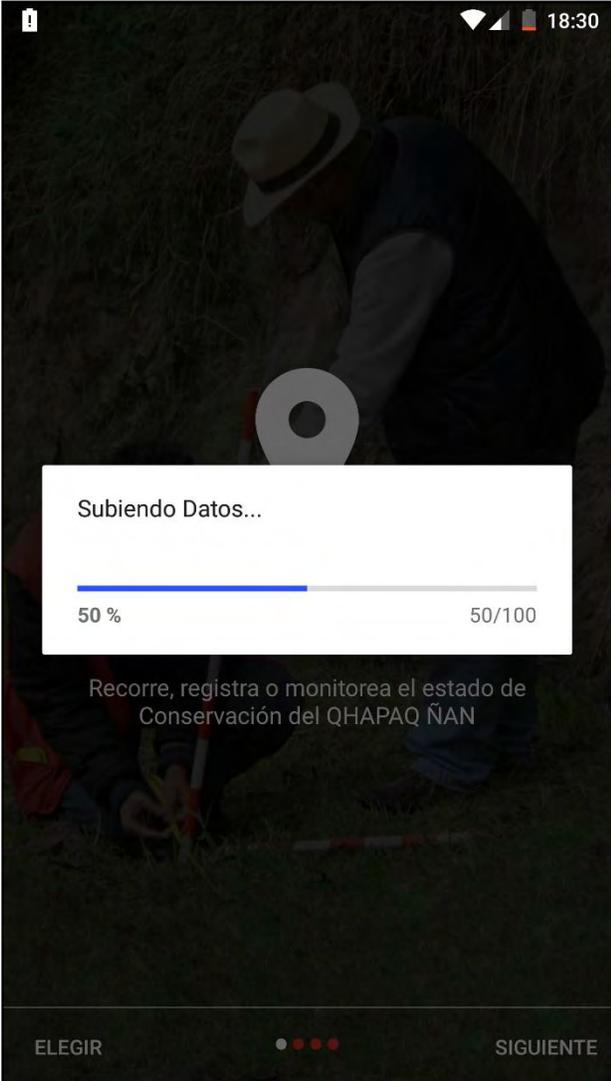
Ilustración 30: Formulario de registro.

The image shows a mobile application interface for a registration form. At the top, there is a red header with the text "Formulario de registro". Below the header, a progress indicator shows five steps: 1. FACTOR Y VARIABLE (active), 2. COORDENADAS, 3. EVIDENCIA FOTOGRAFICA, 4. PORCENTAJE DE APARICION, and 5. FRECUENCIA DE APARICION. Step 1 is expanded to show a selection screen. At the top of this screen is a red warning icon and the text "Por favor Seleccione una Variable". Below this are two blue buttons, each with a lightning bolt icon and the text "FACTOR" and "VARIABLE" respectively. At the bottom of the selection screen is a red button with the text "CONTINUAR". At the very bottom of the form is a grey bar with left and right navigation arrows.

Ilustración 31: Registro de monitoreo o afectación sin internet.



Ilustración 32: Registro de un paquete de monitoreos o afectaciones.



5.2. MÓDULO RESPUESTA INSTITUCIONAL.

Ilustración 33: Módulo respuesta institucional.



Ilustración 34: Listado de afectaciones.

✈️ 📶 19:05

Listado de afectaciones



P. NOMINADA
Huaricashash
VARIABLE
recoleccion plantas silvestre para subsistencia
FECHA
2017-07-28
LATITUD
N-02°59'13"
LONGITUD
W-000°44'24"



P. NOMINADA
Huaricashash
VARIABLE
especies alienigenas/invasoras terrestres
FECHA
2017-07-28
LATITUD
N-02°39'12"
LONGITUD
W-175°05'51"



P. NOMINADA
Huaricashash
VARIABLE
cambios en la explotacion tierra
FECHA
2017-07-28



Ilustración 35: Formulario de calificación de la respuesta institucional.

Formulario de evaluación		
Evaluación	INSIGNIFICANTES	▼
Personal	NINGUNA CAPACIDAD	▼
Tiempo	NINGUNA CAPACIDAD	▼
Presupuesto	NINGUNA CAPACIDAD	▼
Recursos	NINGUNA CAPACIDAD	▼
Conocimiento	NINGUNA CAPACIDAD	▼

✓

5.3. MÓDULO GRÁFICAS ESTADÍSTICAS.

Ilustración 36: Módulo gráficas estadísticas generales.



5.3.1. Submódulo gráficas estadísticas generales.

Ilustración 37: Gráficas estadística de factores.

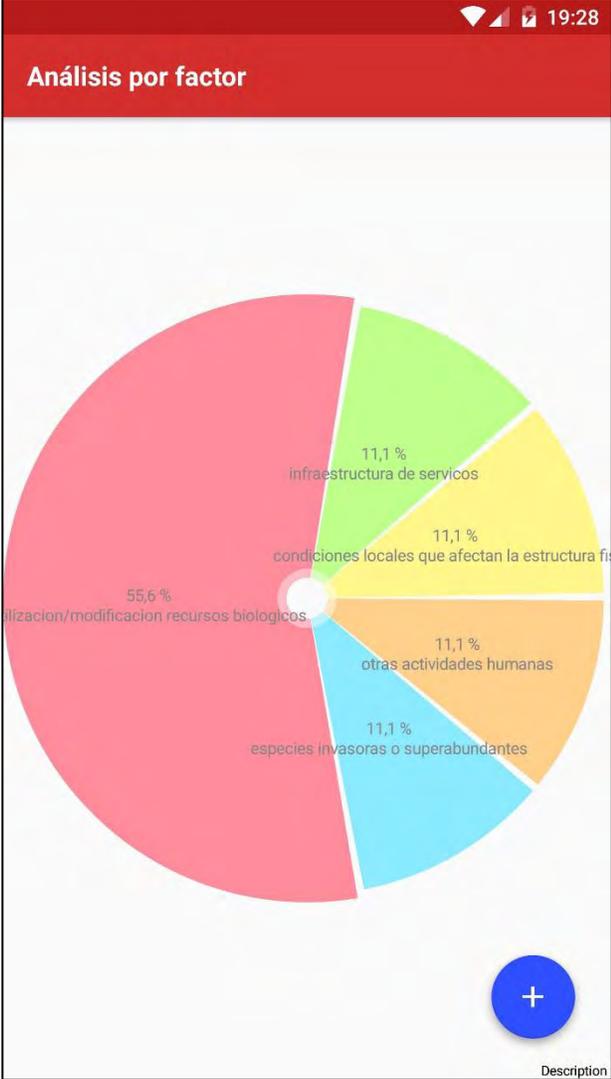


Ilustración 38: Gráfica estadística de variable.

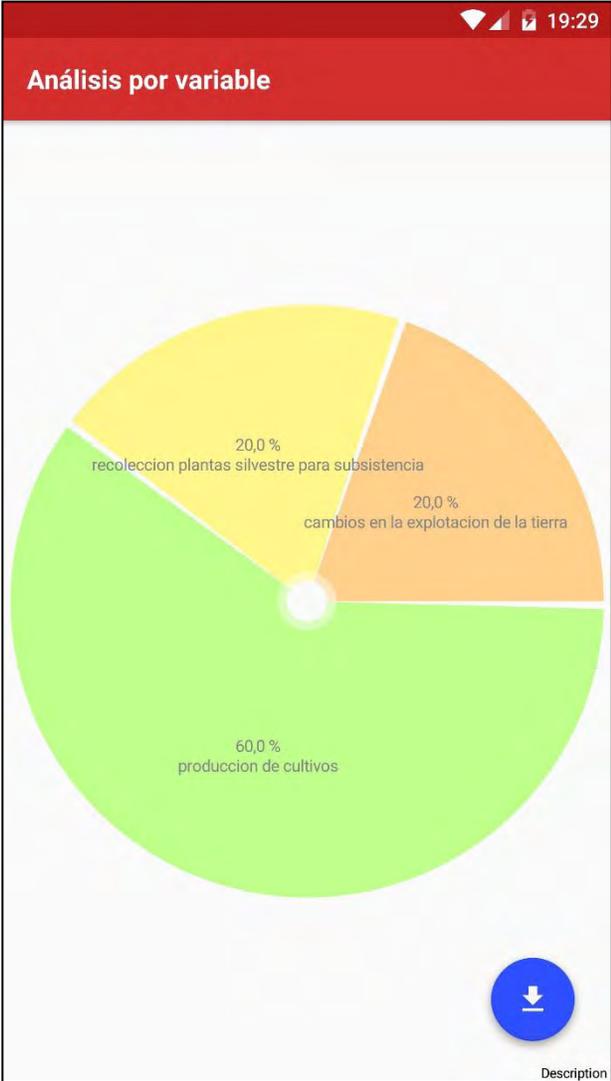
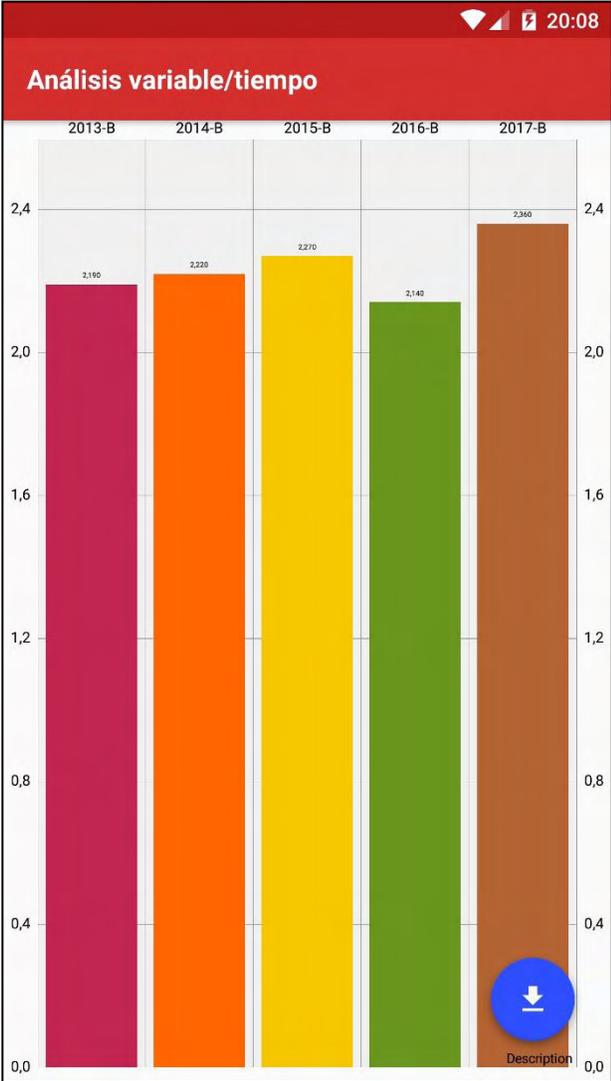


Ilustración 39: Gráfica estadística de variable sobre el tiempo.



5.3.2. Submódulo gráficas estadísticas específicas.

Ilustración 40: Listado de monitoreos, con indicadores de color.



Tabla 21: Interpretación del color.

Color	Interpretación
Verde	Prioridad baja
Naranja	Prioridad media
Rojo	Prioridad alta (Punto crítico)

Ilustración 41: Gráfica estadística de porcentaje de aparición-frecuencia de aparición.



Ilustración 42: Gráfica estadística respuesta institucional.



5.4. MÓDULO CONFIGURA TU APLICACIÓN.

Ilustración 43: Módulo configura tu aplicación.



Ilustración 44: Descarga de afectaciones.

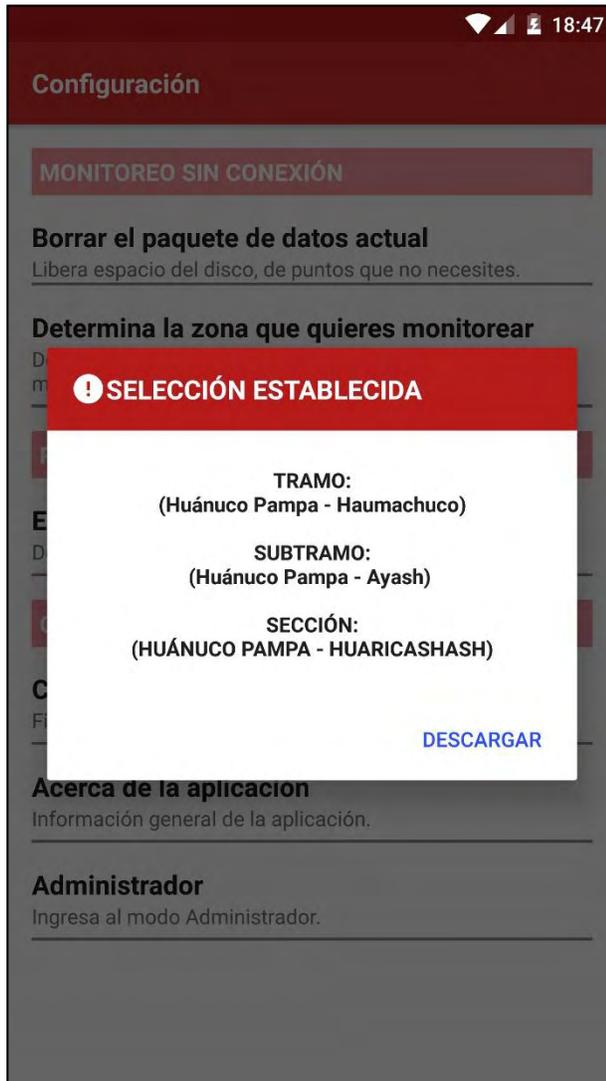
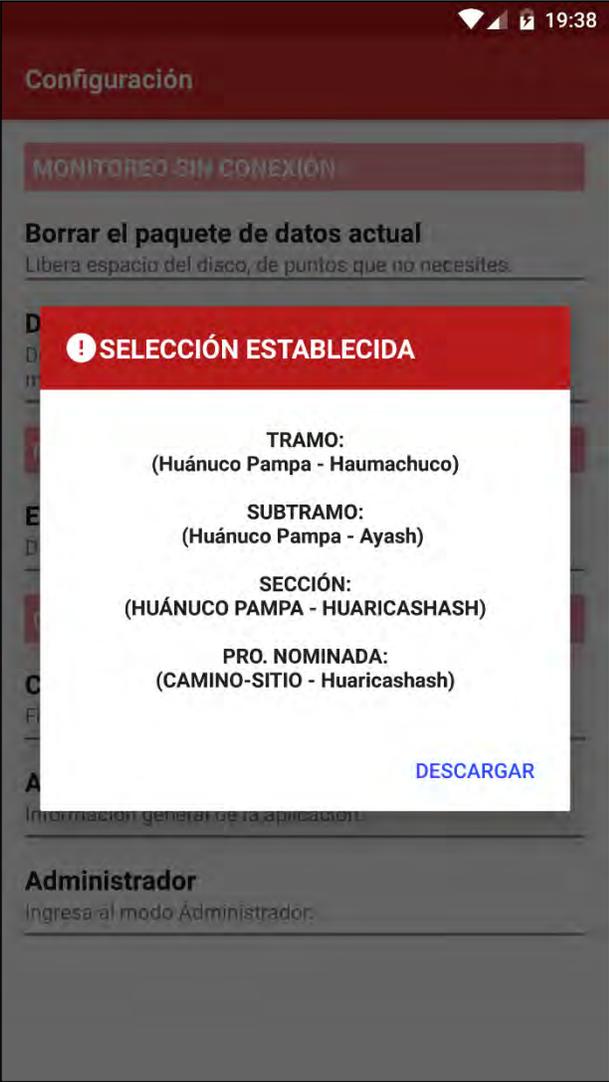


Ilustración 45: Generar reporte.



5.5. MÓDULO ADMINISTRADOR.

Ilustración 46: Registrar monitor.

The screenshot displays the 'Registrar Monitor' interface on a mobile device. At the top, there is a red header with the title 'Registrar Monitor'. Below the header, a red circular icon with a white person silhouette is centered. The form consists of several input fields:

- Identificación:** A field with a fingerprint icon and the value '123456789'.
- Nombre:** A field with a person icon and the value 'Edwin Yovanny'.
- Apellido:** A field with a person icon and the value 'Orbes Villacorte'.
- Contraseña:** A field with a lock icon and a series of dots representing a password.
- Confirmar contraseña:** A field with a lock icon and a series of dots, with a blue checkmark at the end of the input.

A blue circular button with a white checkmark is located at the bottom right of the screen, indicating the completion of the registration process.

Ilustración 47: Listado monitores habilitados.

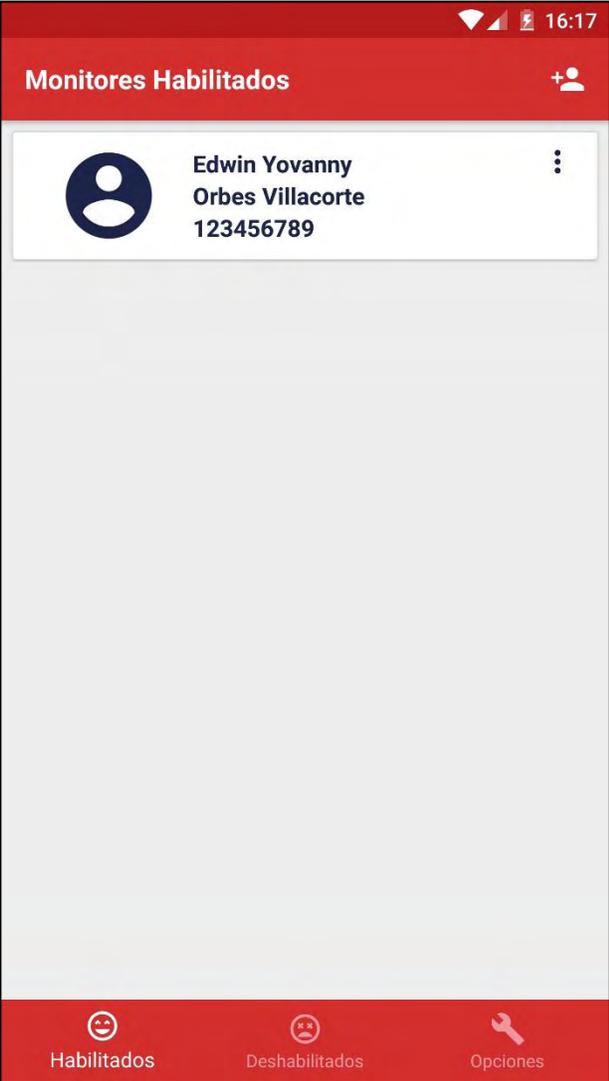
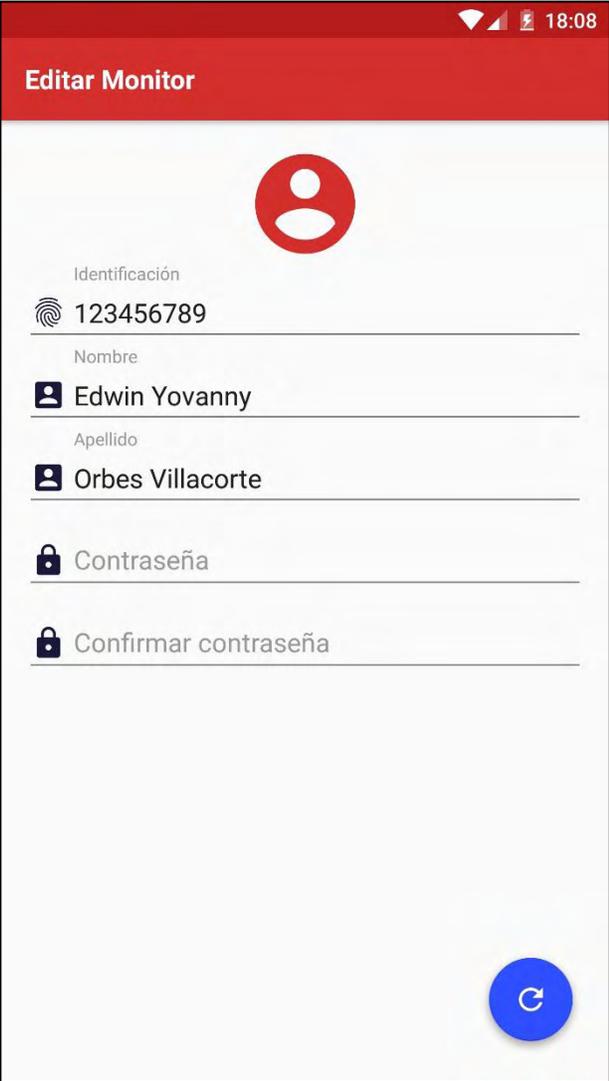


Ilustración 48: Editar monitor.



CONCLUSIONES

Ayllu es una herramienta que facilita la recolección de información en terrenos de difícil acceso del Qhapaq Ñan a través de teléfonos móviles, lo cual permite mayor comodidad en el recorrido del camino por los monitores y su eficacia es excelente.

La herramienta posibilita la captura de imágenes para tener evidencia de las afectaciones presentadas en el camino, además de tener un punto de coordenadas que ayuda a los monitores a ubicar un punto afectado en el camino.

La aplicación ofrece análisis de la información recolectada, que se presenta en gráficos estadísticos y estos se interpretan fácilmente para fortalecer la toma de decisión de una manera rápida y adecuada, con el fin de mejorar o adecuar el camino.

Ayllu es un software que tiene la capacidad de recolectar datos sin la necesidad de ningún tipo de conexión a internet, esto llevará a monitorear zonas con cobertura baja de señales de telefonía móvil, convirtiendo a Ayllu en una herramienta eficiente en el proceso del estado de conservación del Qhapaq Ñan.

Los resultados positivos de este proyecto encaminaron a que los demás países adscritos al Qhapaq Ñan (Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, Perú) se interesaran en el proyecto y deseen conocer su impacto en el proceso de la conservación del Qhapaq Ñan.

Finalmente, este proyecto permitió aplicar los conocimientos adquiridos durante la preparación profesional, reforzarlos y además la obtención de nuevos conocimientos, los cuales fueron de gran ayuda para finalizar el proyecto de manera satisfactoria.

RECOMENDACIONES

Dada la capacidad de la herramienta Ayllu de vincular el uso de las TICs con la conservación del Qhapaq Ñan, reconocido por la UNESCO como Patrimonio cultural de la humanidad, se recomienda:

Estimular a los estudiantes a enfocar nuevas soluciones tecnológicas hacia áreas del ámbito cultural, que contribuyan a la preservación de los saberes de nuestra región.

Analizar futuras sugerencias de los seis países (Colombia, Bolivia, Ecuador, Perú, Chile y Argentina) pertenecientes al Qhapaq Ñan, para contemplar nuevas características que permitan a Ayllu convertirse en una herramienta cada vez más robusta, ágil, portable y estable.

Actualizar la herramienta Ayllu conforme nuevas versiones de Android aparezcan en el mercado, brindando el debido soporte e integrando nuevas características que permitan explorar nuevos campos de desarrollo hacia otras problemáticas.

Enfocar el proyecto a los demás países pertenecientes al Qhapaq Ñan, mejorando y construyendo la base de la información ya establecida en este proyecto como ítem primordial para englobar todo el Sistema vial andino reconocido por la UNESCO.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Rodrigo Ceron. (2015). IMS Mobile en LatAm – comScore. Recuperado 14 de agosto de 2017 desde <https://www.comscore.com/lat/Insights/Presentations-and-Whitepapers/2015/comScore-IMS-Mobile-in-LatAm-Research-Study>

[2] Guía 15.- Rutas por la Sagra Madrileña - 5. Ruta San Martín de la Vega - Área Recreativa "El puente" - San Martín de la Vega – ViasPecuariasDeMadrid.org. Recuperado 14 de agosto de 2017 desde http://www.viaspecuariasdemadrid.org/index.php?option=com_content&view=article&id=106&Itemid=71

[3] APP Rutas Ornitológicas por las Vías Pecuarias de la CAM – ViasPecuariasDeMadrid.org. Recuperado 14 de agosto de 2017 desde <http://www.viaspecuariasdemadrid.org/rutas-ornitologicas/app-rutas-ornitologicas-por-las-vias-pecuarias-de-la-cam.html>

[4] Laia Descamps-Vila, Joan Casas, A.Pérez-Navarro, Jordi Conesa. Rutas turísticas personalizadas en dispositivos móviles sin necesidad de conexión a internet: Itiner@ - SIGTE. Recuperado 14 de agosto de 2017 desde <http://dugidoc.udg.edu/bitstream/handle/10256/4314/18Art-RutasTuristicas.pdf?sequence=1>

[5] Ampliación del cliente web para la plataforma de puntos de interés georeferenciados y construcción de un cliente móvil - aplicación a los recorridos de los buses de la UTPL. Recuperado 14 de agosto de 2017 desde <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2701/1/Proyecto%20Tesis%20Christian%20Mora%20v8.pdf>

[6] Palomares Ángel, Morales Óscar, Rodríguez María Guadalupe, Güemes Celestino, Esbrí Miguel Ángel. Proyecto ADIenC: Una aplicación multiplataforma para dispositivos móviles. Recuperado 14 de agosto de 2017 desde http://www.ideo.es/resources/presentaciones/JIIDE10/ID465_Proyecto_ADIenC_Una_aplicacion_multiplataforma_para_dispositivos_moviles.pdf

[7] Manuel Eduardo Sánchez Gomis. Integración de Foursquare y Geolocalización en una Aplicación Móvil para la Creación de Rutas Turísticas – Universidad politécnica de valencia. Recuperado 14 de agosto de 2017 desde <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15520/TFM.pdf?sequence=1>

[8] Qhapaq Ñan – Camino Principal Andino – UNESCO. Recuperado 14 de agosto de 2017 desde <http://whc.unesco.org/es/actividades/65/>

[9] Qhapac Ñan - Sistema vial andino – UNESCO. Recuperado 15 de agosto de 2017 desde <http://whc.unesco.org/es/list/1459>

[10] Cecilia Martines Yañez. Los itinerarios culturales: caracterización y desafíos de una nueva categoría del patrimonio cultural mundial. 2008. Recuperado 18 de septiembre de 2017 desde <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArq/article/download/8900/7181>

[11] ¿Cuál es el monitoreo y la evaluación? – ONU MUJERES. Recuperado 15 de agosto de 2017 desde <http://www.endvawnow.org/es/articles/330-cual-es-el-monitoreo-y-la-evaluacion.html>

[12] DEFINICIÓN Patrimonio Cultural de la UNESCO México 1982. Recuperado 15 de agosto de 2017 desde <http://museomaritimo.com/adimra/Actividades/Patrimonio%20Cultural/Definicion%20de%20la%20UNESCO%20M%E9xico%201982.doc>

[13] Henrik Kniberg (2017). Scrum y XP desde las Trincheras. Como hacemos Scrum. Recuperado 15 de agosto de 2017 desde <http://www.proyectalis.com/wp-content/uploads/2008/02/scrum-y-xp-desde-las-trincheras.pdf>

[14] Conoce Android Studio – Android Studio. Recuperado 15 de agosto de 2017 desde <https://developer.android.com/studio/intro/index.html?hl=es-419>

[15] PostgreSQL-es. Portal en español sobre PostgreSQL – Emc2Net. Recuperado 15 de agosto de 2017 desde http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql

[16] Fernando Velázquez Gómez (2014). GUIA BASICA DE POSTGRES PARA DEBIA Y WINDOWS – POSTGRESQL. Recuperado 15 de agosto de 2017 desde <https://asirfvg.wordpress.com/tag/postgresql/>

[17] ¿Qué es PHP? - PHP. Recuperado 15 de agosto de 2017 desde <http://php.net/manual/es/intro-what-is.php>

[18] Luciano Castillo (2012). Introducción - Conociendo GitHub. Recuperado 15 de agosto de 2017 desde <http://conociendogithub.readthedocs.io/en/latest/data/introduccion/>

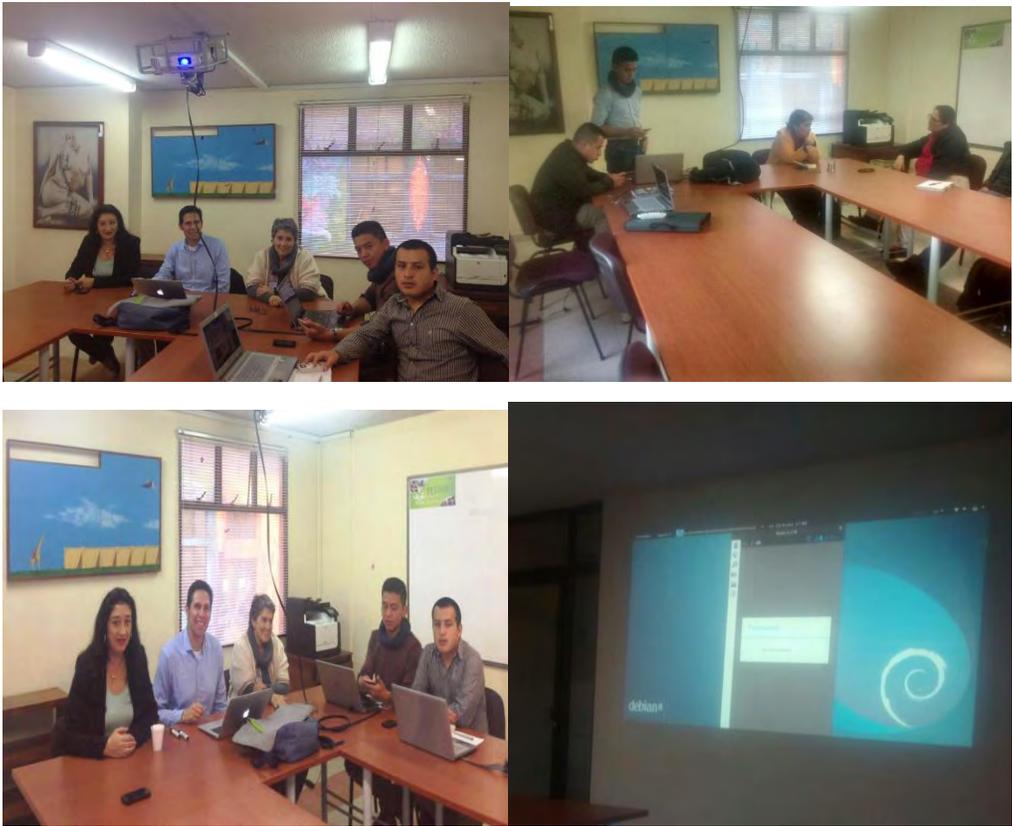
[19] Victor Garibay Cadenas (2016). Consumiendo una API con Retrofit 2 en Android – dev. Recuperado 15 de Agosto de 2017 desde <https://stories.devacademy.la/mi-primer-app-con-retrofit-y-android-ac61a8954a2c>

[20] Philipp Jahoda. MPAndroidChart create by Philipp Johada – GitHub. Recuperado 15 de Agosto de 2017 desde <https://github.com/PhilJay/MPAndroidChart>

ANEXOS

Anexo A. Evidencia fotográfica capacitación.

Capacitación personal técnico Qhapaq Ñan (Colombia).



Anexo B. Evidencia fotográfica de la realización de pruebas.

Realización de pruebas en campo de la aplicación con personal técnico del Qhapaq Ñan (Colombia).



Anexo C: Descripción casos de uso.

La descripción de casos de usos se encuentra adjunto en el directorio Documentos.

Anexo D: Descripción detallada del desarrollo de la solución software.

La descripción detalla del desarrollo de la solución software se encuentra adjunto en el directorio Documentos.

Anexo E. El Manual de usuario.

El manual se encuentra adjunto en el directorio Manuales.

Anexo F. El manual técnico de instalación.

El manual se encuentra adjunto en el directorio de manuales.

Anexo G. EL código fuente de la aplicación.

El código fuente se encuentra adjunto en el directorio Código_Fuente.