

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERIE EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES.

TEMA:

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL CONTROL DE
ACCESO A CONJUNTOS RESIDENCIALES MEDIANTE BLUETOOTH
UTILIZANDO FRAMEWORK XAMARIN FORMS.**

AUTOR:

WILMAN GERARDO MATANGO GUAJAN

DIRECTOR:

Msc. FAUSTO SALAZAR

Ibarra – Ecuador

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004031892		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Matango Guaján Wilman Gerardo		
DIRECCIÓN:	Comunidad El Abra Parroquia La Esperanza, Ibarra Ecuador		
EMAIL:	wgmatangog@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	-	TELÉFONO MÓVIL:	0959541505

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL CONTROL DE ACCESO A CONJUNTOS RESIDENCIALES MEDIANTE BLUETOOTH UTILIZANDO FRAMEWORK XAMARIN FORMS
AUTOR (ES):	Matango Guaján Wilman Gerardo
FECHA: DD/MM/AAAA	27/07/2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Sistemas Computacionales
ASESOR /DIRECTOR:	Msc. Fausto Salazar

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 03 días del mes de agosto de 2022

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Wilman Gerardo Matango Guaján



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

Ibarra, 03 de agosto de 2022

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Por medio de la presente, yo MSc. Fausto Salazar, certifico que el Sr. Wilman Gerardo Matango Guaján, portador de la cédula Nro. 1004031892. Ha trabajado en el desarrollo del proyecto de grados **“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL CONTROL DE ACCESO A CONJUNTOS RESIDENCIALES MEDIANTE BLUETOOTH UTILIZANDO FRAMEWORK XAMARIN FORMS”**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas Computacionales, lo cual ha realizado en su totalidad con responsabilidad.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,

MSc. Fausto Salazar

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

CERTIFICACIÓN

Quito, 03 de agosto de 2022

Señores

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE


Presente

De mi consideración. -

Siendo auspiciante del Proyecto de Tesis del señor Wilman Gerardo Matango Guaján con C.I. 1004031892 quién realizó el proyecto con el tema: **“Desarrollo de una aplicación móvil para el control de acceso a conjuntos residenciales mediante bluetooth utilizando framework xamarin forms”**, me es grato informar que la aplicación ha sido desarrollada en su totalidad cumpliendo los requerimientos solicitados, por lo que se recibe el proyecto como culminado por parte del señor.

Faculta al señor peticionario hacer uso del presente certificado en la forma que convenga a sus intereses dentro del marco legal.

Atentamente,


Ing. José Palacios Álvarez
GERENTE GENERAL
PROCELEC CIA LTDA

PROCELEC
innovación en movimiento

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado se la dedico con mucho cariño a mis padres José Elías Matango y María Francisca Guaján, quienes fueron mis máximos mentores en todo momento, brindándome un apoyo incondicional en cada instante de mi etapa académica. Este logro es de ellos, es una respuesta y fruto de sus esfuerzos.

A mi única hermana, Soledad Matango, quien siempre estuvo presente mi mis buenos y peores momentos brindándome su apoyo incondicional.

A mis amigos y compañeros que siempre nos apoyábamos mutuamente, tanto en ámbito académico, social y cultural para así conseguir nuestros objetivos.

Wilman Gerardo Matango Guaján

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a mi madre María Francisca Guaján por ser la principal protagonista e impulsadora en esta ardua carrera de alcanzar mis sueños, quien me inculcó valores y principios desde mis primeros pasos académicos, quien también me enseñó a nunca darse por vencido por más adversas que sean las situaciones. Por ese cariño, confianza que depositó en mí.

Agradezco infinitamente a mi padre José Elías Matango por ser el pilar fundamental de la parte económica y por su gran valentía de cargarse al hombro esta responsabilidad.

Un agradecimiento fraterno al MSc. Fausto Salazar, director de mi trabajo de tesis y uno de los docentes emblemáticos durante mi formación académica universitaria, quien se convirtió en un personaje importante desde el principio de esta etapa.

Un agradecimiento especial a todos los docentes quienes fueron partícipes en brindarme sus conocimientos y sabidurías durante mi formación académica universitaria.

Agradezco a la distinguida Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, a la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales por abrirme las puertas y darme la oportunidad de construir mi más anhelado deseo.

Agradezco también a un ilustre personaje, quien me despertó mis destrezas y me orientó al mundo de los sistemas computacionales siendo docente de mi etapa académica de bachillerato, al Lic. Willam Pozo.

Como también a mi círculo de amigos y compañeros con quienes compartimos gratos y memorables momentos de nuestro paso por la formación académica universitaria.

Wilman Gerardo Matango Guaján

RESUMEN

El presente trabajo de grado titulado “Desarrollo de una Aplicación móvil para el control de acceso a conjuntos residenciales mediante Bluetooth utilizando Framework Xamarin Forms”, permite entregar una solución efectiva para rápido acceso mediante teléfono inteligentes con comunicación inalámbrica Bluetooth LE aplicados en la rama de la IoT, a los mencionados lugares ayudando a reducir la carga laboral de los agentes de control. Así mismo, una notoria reducción de presencia de residentes en las oficinas de la administración ya que en la aplicación se incrustó envío de solicitudes de pedidos o requerimientos por parte de los residentes. Por otra parte, el desarrollo de la aplicación mediante Framework Xamarin Forms bajo la metodología de desarrollo ágil Scrum ayudó a economizar los costos de desarrollo obteniendo productos finales para dos de las plataformas móviles potenciales del mercado bajo un solo código fuente que se desarrolló un control y orden incremental que indica la metodología Scrum.

ABSTRACT

The present degree work entitled "Development of a mobile application for the control of access to residential complexes through Bluetooth using the Xamarin Forms Framework", allows to deliver an effective solution for fast access through smartphones with Bluetooth LE wireless communication applied in the branch of the IoT, to the places helping to reduce the workload of control agents. Likewise, a noticeable reduction in the presence of residents in the administration offices since the application sent requests for orders or requirements by residents. On the other hand, the development of the application using the Xamarin Forms Framework under the Scrum agile development methodology helped save development costs by obtaining final products for two of the potential mobile platforms on the market under a single source code that was developed with control and incremental order indicated by the Scrum methodology.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
TABLA DE CONTENIDOS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIII
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	1
Situación actual	1
Prospectiva.....	2
Problema.....	3
Objetivos	3
Alcance.....	3
Justificación.....	4
1. Capítulo i. Marco teórico	6
1.1 Introducción	6
1.2 Framework Xamarin Forms	6
1.2.1 Xamarin.....	6
1.2.2 Xamarin Forms.....	9
1.2.3 Arquitectura Xamarin Forms	10
1.2.4 Patrón de diseño MVVM.....	11
1.3 Comunicación inalámbrica Bluetooth.....	12
1.3.1 Bluetooth	13
1.3.2 Protocolos y Arquitecturas de Bluetooth	16

1.3.3 Núcleo de Bluetooth	17
1.3.4 Pila de Protocolos Bluetooth	19
1.3.5 Bluetooth Low Energy (BLE).....	20
1.3.6 Configuración BLE en Smartphone	22
1.4 Aplicaciones móviles en el desarrollo de IoT	24
1.5 Metodología de desarrollo ágil SCRUM	30
1.5.1 Conceptos SCRUM	30
1.5.2 Eventos SCRUM	31
1.5.3 Artefactos SCRUM	32
1.5.4 Roles SCRUM	32
2. Capítulo II. DESARROLLO.....	34
2.1 Levantamiento de requisitos.....	34
2.1.1 Introducción.....	34
2.1.2 Definición de requisitos	34
Historias de usuarios.....	35
2.2 Análisis de procesos a desarrollar	44
2.2.1 Funciones de software.....	44
2.2.2 Definición del Product backlog	44
2.2.3 Definición de roles del proyecto	45
2.2.4 Planificación de Sprints.....	45
2.3 Diseño de los procesos definidos	53
2.3.1 Diagrama de procesos	53
2.3.2 Diagrama de casos de uso	55
2.4 Desarrollo de la aplicación	73
2.4.1 Arquitectura tecnológica	73
2.4.2 Sprint 1.....	74
2.4.3 Sprint 2.....	74
2.4.4 Sprint 3.....	76
2.4.5 Sprint 4.....	78
2.4.6 Sprint 5.....	79
2.4.7 Sprint 6.....	81
3. Capítulo III. VALIDACIÓN DE RESULTADOS	83

3.1 Verificación de los resultados.....	83
3.1.1 Cálculo de tamaño de la muestra	85
3.2 Interpretación de los resultados.....	86
3.2.1 Análisis de sub características de usabilidad de la norma ISO/IEC 25010	88
3.2.2 Prueba de normalidad	97
3.2.3 Correlación de variables	97
3.3 Análisis de impacto en ambiente de producción	101
3.3.1 Impacto tecnológico	102
3.3.2 Impacto socio cultural	103
3.3.3 Impacto general	103
<i>Conclusiones.....</i>	<i>105</i>
<i>Recomendaciones.....</i>	<i>106</i>
<i>Bibliografía</i>	<i>107</i>
<i>ANEXOS.....</i>	<i>113</i>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Versiones de especificaciones Bluetooth.....	14
Tabla 2.	Radio frecuencias Bluetooth.....	18
Tabla 3.	Referencias de artículos sobre BLE en Smartphone.....	22
Tabla 4.	Eventos SCRUM.....	31
Tabla 5.	Artefactos SCRUM.....	32
Tabla 6.	Roles SCRUM	32
Tabla 7.	Valoración para historia de usuarios.....	34
Tabla 8.	Prioridad en negocio	35
Tabla 9.	Riesgo en desarrollo.....	35
Tabla 10.	Historia de usuario HU-01	35
Tabla 11.	Historia de usuario HU-02	36
Tabla 12.	Historia de usuario HU-03	37
Tabla 13.	Historia de usuario HU-04	37
Tabla 14.	Historia de usuario HU-05	38
Tabla 15.	Historia de usuario HU-06	38
Tabla 16.	Historia de usuario HU-07	39
Tabla 17.	Historia de usuario HU-08	40
Tabla 18.	Historia de usuario HU-09	40
Tabla 19.	Historia de usuario HU-10	41
Tabla 20.	Historia de usuario HU-11	41
Tabla 21.	Historia de usuario HU-12	42
Tabla 22.	Historia de usuario HU-13	43
Tabla 23.	Historia de usuario HU-14	43
Tabla 24.	Product Baclog.....	45
Tabla 25.	Roles Scrum	45
Tabla 26.	Sprint 1	46
Tabla 27.	Sprint 2.....	46
Tabla 28.	Sprint 3.....	48
Tabla 29.	Sprint 4.....	49
Tabla 30.	Sprint 5.....	50

Tabla 31.	Sprint 6.....	51
Tabla 32.	Caso de uso #1: Registro de residencia.....	55
Tabla 33.	Caso de uso #2: Registro de residente	57
Tabla 34.	Caso de uso #3: Inicio de sesión.....	59
Tabla 35.	Caso de uso #4: Ver información.....	60
Tabla 36.	Caso de uso #5: Cambio de contraseña.....	61
Tabla 37.	Caso de uso #6: Apertura de barrera.....	63
Tabla 38.	Caso de uso #7: Invitaciones.....	64
Tabla 39.	Caso de uso #8: Bloqueo/Desbloqueo de vehículo.....	66
Tabla 40.	Caso de uso #9: Estado de cuenta.....	68
Tabla 41.	Caso de uso #10: Administración	69
Tabla 42.	Caso de uso #11: Centro de control	71
Tabla 43.	Clasificación de preguntas CSUQ en sub características de la norma ISO/IEC 25010	84
Tabla 44.	Valoración de respuesta CSUQ v3	86
Tabla 45.	Resultado de valores por preguntas	86
Tabla 46.	Rango de puntajes SUS.....	87
Tabla 47.	Prueba de normalidad	97
Tabla 48.	Grado de relación según coeficiente de correlación	98
Tabla 49.	Valoración de impacto	101
Tabla 50.	Impacto tecnológico.....	102
Tabla 51.	Impacto socio cultural.....	103
Tabla 52.	Impacto general.....	103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1.	Diagrama de la Arquitectura General de Xamarin	7
Figura 2.	API Xamarin Android.....	8
Figura 3.	API Xamarin iOS.....	8
Figura 4.	Xamarin Forms código compartido	9
Figura 5.	Arquitectura Xamarin Forms	10
Figura 6.	Arquitectura View-Model-ViewModel (MVVM).....	11
Figura 7.	Escenarios de usos Bluetooth.....	13
Figura 8.	Clasificación de redes inalámbricas.....	14
Figura 9.	Arquitectura de Hardware Bluetooth	16
Figura 10.	Pila de protocolos Bluetooth.....	17
Figura 11.	Diagrama Piconet Bluetooth.....	18
Figura 12.	Comunicación Piconet Bluetooth	18
Figura 13.	Proceso de envío de paquetes publicitarios BLE.....	21
Figura 14.	Proceso de escaneo BLE.....	21
Figura 15.	Latencia de escaneo vs Intervalos publicitarios.....	23
Figura 16.	Histograma de consumo de batería.....	23
Figura 17.	Evolución de tecnologías emergentes.....	26
Figura 18.	App ArduMonitor	27
Figura 19.	App Smart Campus.....	29
Figura 20.	App Water Sensing	30
Figura 21.	Procesos SCRUM	33
Figura 22.	Diagrama de descomposición de funciones Proxy Celular.....	44
Figura 23.	Diagrama de descomposición de funciones de AdmitKey	44
Figura 24.	Diagrama de procesos AdmitKey	53
Figura 25.	Diagrama de Subproceso Proxy.....	54
Figura 26.	Diagrama de Subproceso Bluetooth.....	54
Figura 27.	Diagrama de caso de uso 1: Registro de residencia.....	55
Figura 28.	Diagrama de caso de uso 2: Registro de residente.....	57
Figura 29.	Diagrama de caso de uso 3: Inicio de sesión	59
Figura 30.	Diagrama de caso de uso 4: Ver información.....	60

Figura 31.	Diagrama de caso de uso 5: Cambio de contraseña.....	61
Figura 32.	Diagrama de caso de uso 6: Apertura de barrera	62
Figura 33.	Diagrama de caso de uso 7: Invitaciones.....	64
Figura 34.	Diagrama de caso de uso 8: Bloqueo/Desbloqueo de vehículo	66
Figura 35.	Diagrama de caso de uso 9: Estado de cuenta	67
Figura 36.	Diagrama de caso de uso 10: Administración.....	69
Figura 37.	Diagrama de caso de uso 9: Centro de control	71
Figura 38.	Arquitectura tecnológica AdmitKey	73
Figura 39.	Proxy celular	74
Figura 40.	Formulario registro de residencia	75
Figura 41.	Formulario registro de residentes.....	75
Figura 42.	Vista inicio de sesión	76
Figura 43.	Apertura desde menú principal	77
Figura 44.	Barrera abierta.....	77
Figura 45.	Apertura desde botones rápidos	77
Figura 46.	Lista de vehículos registrados.....	78
Figura 47.	Lista de Mensajes.....	78
Figura 48.	Conversación.....	78
Figura 49.	Formulario reportador de alarmas.....	79
Figura 50.	Mensajería WhatsApp.....	80
Figura 51.	Formulario Placetopay	80
Figura 52.	Vista información.....	81
Figura 53.	Formulario cambio de contraseña.....	81
Figura 54.	App Store	82
Figura 55.	Play Store	82
Figura 56.	Escala de valores SUS	84
Figura 57.	Histograma de frecuencias de las preguntas CSUQ	87
Figura 58.	Histograma de puntajes CSUQ.....	88
Figura 59.	Gráfico pastel de la pregunta 3	89
Figura 60.	Gráfico pastel de la pregunta 11	89
Figura 61.	Gráfico pastel de la pregunta 15	90

Figura 62.	Gráfico pastel de la pregunta 5	90
Figura 63.	Gráfico pastel de la pregunta 9	91
Figura 64.	Gráfico pastel de la pregunta 16	91
Figura 65.	Gráfico pastel de la pregunta 1	92
Figura 66.	Gráfico pastel de la pregunta 2	92
Figura 67.	Gráfico pastel de la pregunta 4	93
Figura 68.	Gráfico pastel de la pregunta 6	93
Figura 69.	Gráfico pastel de la pregunta 10	94
Figura 70.	Gráfico pastel de la pregunta 7	94
Figura 71.	Gráfico paste de la pregunta 8	95
Figura 72.	Gráfico pastel de la pregunta 12	95
Figura 73.	Gráfico pastel de la pregunta 13	96
Figura 74.	Gráfico pastel de la pregunta 14	96
Figura 75.	Correlación entre la pregunta 1 y 2.....	98
Figura 76.	Correlación de preguntas 4 y 10	99
Figura 77.	Correlación de las preguntas 7 y 8.....	99
Figura 78.	Correlación de las preguntas 9 y 16.....	100
Figura 79.	Correlación de las preguntas 11 y 15.....	100
Figura 80.	Correlación de las preguntas 12 y 14.....	101

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

La empresa Procelec Cía. Ltda. es una entidad desarrolladora de hardware y software controlador orientados a crear soluciones inteligentes para la movilidad y administración de accesos (Procelec, 2020).

La empresa ha llegado a estar presente en ciudades importantes del Ecuador, como Quito, Manta, Santo Domingo, Ibarra, Cuenca extendiendo su capacidad de alcance a nivel nacional como también paralelamente, dándose a conocer a empresas nacionales e internacionales que requieran de los servicios que desarrolla y ejecuta la empresa.

En su larga trayectoria desde su formación como empresa, ha desarrollado y comercializado soluciones informáticas capaz de controlar y administrar la información de la movilidad y transporte terrestre en mucho de los ámbitos ya mencionados. Con el paso del tiempo, dentro de la empresa surgió la necesidad de generar mayor productividad y eficiencia, por la cual ha optado por cambiar las estrategias y modelos de negocio convirtiendo la comercialización de soluciones a ofrecer Infraestructura como servicio (IASS) (Microsoft, 2021b) y Software como servicio (IASS) (RedHat, 2021) produciendo varios controles de interacción con el usuario final dado por teclados numéricos, zona wifi, lectores OCR (Klippa, 2019), lectores RFID (Universidad Internacional de Valencia, 2021)(Traza, 2019).

Situación actual

Actualmente, uno de los proyectos en el que Procelec Cía. Ltda. Está encargada del respectivo desarrollo es, la implementación de un sistema de control y administración de accesos multi-urbanización, en dónde cada urbanización tiene sus propias reglas, políticas y requerimientos a los cuales el desarrollo debe adherirse. El requerimiento principal e importante de las urbanizaciones es: facilitar el ingreso tanto a los residentes como a los visitantes de la urbanización a la que corresponde con la apertura automática de las barreras en los accesos a través de las tecnologías OCR, RFID (Herrera Lozada et al., 2009), zona Wifi y teclados manuales. A esto, se

añadirá un nuevo entorno de control de acceso que será mediante la conexión inalámbrica Bluetooth desde un teléfono móvil que cuenta con la mencionada característica.

Por lo mencionado anteriormente, la empresa necesita tanto de hardware como también de una aplicación móvil que ayude a llevar a cabo la incorporación de este nuevo entorno de control de acceso. Para la parte de hardware, la misma empresa ha desarrollado dispositivos electrónicos capaces de cumplir con las tareas mecánicas necesarias, estos son dispositivo controlador PR3100 y barreras FAAC 680, los mismos que ya se encuentran instalados en cada punto de acceso. Por otra parte, en cuanto al software, para la empresa es indispensable el desarrollo de una aplicación móvil que se adapte estrictamente a sus dispositivos electrónicos (Sdn et al., 2015), la misma que deberá cumplir con las necesidades, alcances y expectativas emprendidas por la empresa que están enfocadas a generar soluciones informáticas de calidad y diversidad en tecnologías de control. En este proyecto, la empresa busca llegar a plataformas móviles líderes en el mercado como son iOS y Android (Franco & Caballero, 2018) con bajos costos de desarrollo mediante herramientas que cuenten con suficiente información y documentación para la facilidad de desarrollo. He aquí es dónde da lugar a este trabajo de tesis

Prospectiva

El presente trabajo de tesis, permitirá desarrollar una aplicación móvil híbrida utilizando el Framework Xamarin Forms dirigidos a sistemas operativos iOS y Android bajo un solo código fuente (Microsoft, 2021d). A parte de la función por el cual se desarrollará la aplicación móvil, también se incrustará otras funcionalidades importantes para la interacción de los usuarios/residentes con las urbanizaciones a las que pertenecen, estas son: interacción con los puntos de control, interacción con la administración correspondiente, visualización de estados de cuenta referentes a los aportes y cuotas por residir dentro de la urbanización, de esto realizar pagos mediante pasarela de pagos y también envío de invitaciones con códigos de acceso para visitantes a través de WhatsApp. La función principal contará con la capacidad de reconocer automáticamente el dispositivo controlador de la barrera de acceso mediante la conexión Bluetooth, facilitando el rápido acceso y reduciendo la cantidad de vehículos encolados en espera que se generan en horas pico.

Problema

Alto índice de tiempo para la apertura de las barreras y aglomeraciones presenciales en puntos de control y administración.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil para el control de accesos a conjuntos residenciales mediante Bluetooth utilizando Framework Xamarin Forms.

Objetivos Específicos

- Elaborar un marco teórico del Framework Xamarin Forms y de comunicación inalámbrica.
- Desarrollar una aplicación multiplataforma móvil usando la metodología Scrum.
- Validar los resultados de comunicación entre la aplicación, dispositivo controlador y el sistema central Kaminu.

Alcance

Este proyecto tiene como finalidad desarrollar una aplicación móvil multiplataforma con capacidad de reconocer y conectarse automáticamente al dispositivo controlador de barreras de acceso, utilizando el Framework Xamarin Forms. El mismo que estará conformado por software backend y aplicación móvil de varios módulos que se detallan a continuación.

Backend

Se desarrollará en tecnología .NET con lenguaje de programación Visual Basic y base de datos SQL Server.

Módulo Proxy: Este será un intermediario encargado de la comunicación entre la aplicación móvil y la base de datos.

Aplicación móvil

Módulo Apertura de barrera: Este tendrá la capacidad de reconocer automáticamente al dispositivo controlador de barrera más cercano mediante la comunicación inalámbrica Bluetooth y enviará un comando específico para la ejecución de la apertura.

Módulo Administración: Esta se encargará de la interacción directa con la administración perteneciente a cada urbanización a través de conversaciones de chat.

Módulo Punto de control: Este módulo será de suma importancia en situaciones de emergencia que ayudará a reportar cualquier incidente categorizada de forma rápida a todos los puntos de control pertenecientes a la urbanización dónde ocurrió el incidente.

Módulo Bloqueo vehicular: Este mostrará la lista de vehículos registrados por el residente en la misma que se podrá bloquear o desbloquear la apertura de la barrera para cada vehículo.

Módulo de invitaciones: Esta contará con la funcionalidad de generar un código de acceso para invitados y luego envía al contacto seleccionado mediante mensajería de WhatsApp.

Justificación

Con este desarrollo se estima de alrededor de 10.000 personas beneficiarias directas de la aplicación móvil, la cifra incrementará a medida que se sumen más urbanizaciones en solicitar y consumir el servicio de control de acceso.

Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS)

Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructura. – La industrialización inclusiva y sostenible, junto con la innovación y la infraestructura, pueden dar rienda suelta a las fuerzas económicas dinámicas y competitivas que generan empleo y los ingresos. Estas desempeñan un papel clave a la hora de introducir y promover nuevas tecnologías, facilitar el comercio internacional y permitir el uso eficiente de los recursos (Naciones Unidas, 2021).

Este proyecto está enfocado a cumplir con la meta 9.b que es: Apoyar al desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacional en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y a la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas (Naciones Unidas, 2021).

Tecnológico

Este desarrollo ayudará la automatización del sistema de apertura de barrera en gran escala, ya que no dependerá de la interacción de un agente del punto de control. Además, varios de los trámites manuales y presenciales se convertirán a trámites en línea, ya que se incrustarán en la aplicación de este desarrollo.

Económico

El presente desarrollo ayudará a la empresa a realizar desarrollo de bajo costo por el mismo hecho de emplear el Framework Xamarin Forms, ya que este permite generar aplicaciones multiplataforma desde un solo código fuente sin necesidad de crear la codificación de la aplicación para cada plataforma (Vishal & Kushwaha, 2019).

Social

El presente desarrollo ayudará a conocer los sucesos, eventos, actividades ocurridos o planificados de forma rápida mediante la aplicación a todos los residentes en cuestión ayudando a una estrecha relación en comunicación entre residentes, administradores y agentes de control.

Ambiental

Para la parte ambiental, este desarrollo automatizará varios trámites presenciales a virtuales o en línea reduciendo una gran cantidad de registros físicos y por ende se disminuirá el uso de materiales de oficina físicos.

1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

Este proyecto está encaminado a desarrollar una aplicación móvil para el ámbito del Internet of Things (IoT) mediante herramientas cotidianas pero que brinden un rendimiento, eficiencia y calidad. No obstante, este proyecto será un entregable a merced de las necesidades de la sociedad, como también será un aporte a la rama de la IoT.

En la actualidad, diversas aplicaciones se enfocan en soluciones combinadas con artefactos electrónicos inteligentes para brindar mayor facilidad y diversidad de uso al ser humano. Claro, esto también conlleva a la automatización de un sinnúmero de actividades cotidianas con desarrollos e investigaciones oportunas para el crecimiento tanto a nivel tecnológico y económico del país.

Adentrando al trabajo a realizar de este proyecto, se llevará a cabo con métodos de bajos costos, pero evitando perder la calidad del producto final. Mediante la búsqueda e indagación de información para las opciones de modos de desarrollo se ha seleccionado utilizar el marco de trabajo tecnológico Xamarin Forms por el hecho de que con este se puede codificar solo un código fuente se obtiene una aplicación multiplataforma comprendidos entre sistemas operativos Android, iOS y UWP evitando un desarrollo independiente por cada plataforma y obviamente que si fuera el caso los costos de desarrollo serían considerablemente elevados.

1.2 Framework Xamarin Forms

Xamarin Forms es un marco de interfaz de usuario de código abierto, este permite a los desarrolladores compilar aplicaciones en Xamarin.Android, Xamarin.iOS y Windows desde un único código compartido (Microsoft, 2021a).

Para dar a entender la mejor conceptualizaremos Xamarin basándonos en la documentación oficial de Microsoft y artículos referentes al tema.

1.2.1 Xamarin

(Hermes, 2015) Xamarin descende de un proyecto Mono de código abierto que .NET trajo a Linux siendo este un puerto de .NET para el sistema operativo iOS y Android de modo que

fácilmente se pueda enlazar a las APIs nativas permitiendo interactuar con todas las características del dispositivo al desarrollar aplicaciones en móviles y/o tabletas.

(Microsoft, 2021d) menciona que, Xamarin es una plataforma de código abierto para compilar aplicaciones en iOS, Android y Windows con .NET siendo una capa de abstracción que administra la comunicación de código compartido con el código de plataforma subyacente permitiendo a los desarrolladores compartir un promedio del 90% de código perteneciente a la lógica de negocio.

Para hacernos mejor a la idea, a continuación, se presenta el diagrama de la arquitectura general de Xamarin. Desde este punto en adelante se tomará a Android y iOS como plataformas móviles principales para el presente desarrollo.

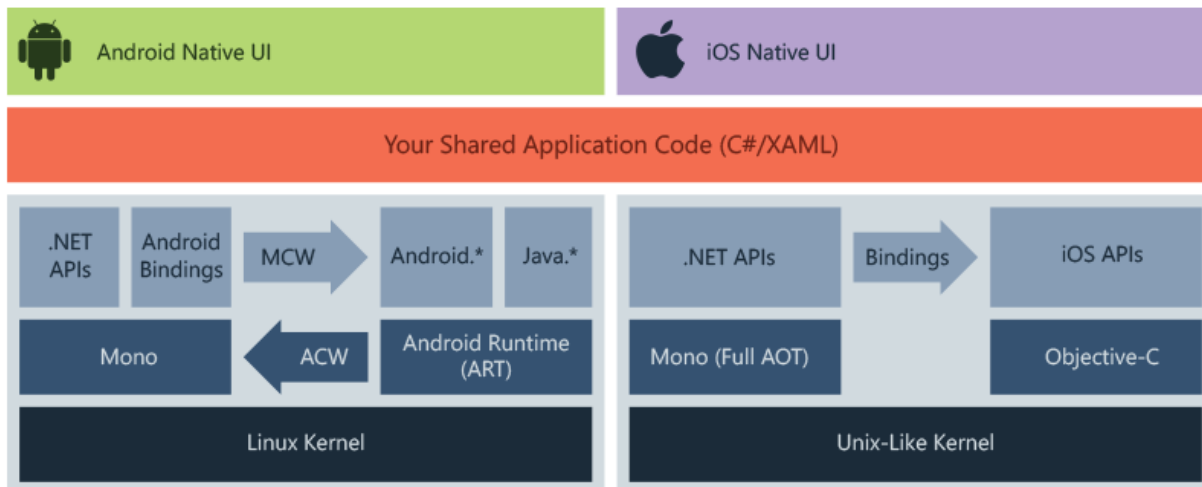


Figura 1. Diagrama de la Arquitectura General de Xamarin
Fuente: (Microsoft, 2021d)

En base a la biblioteca de .NET el proyecto Mono agregó las librerías distintivas para cada plataforma siendo las resultantes APIs Xamarin.Android y Xamarin.iOS.

Xamarin.Android

Las aplicaciones Android desarrollados en Xamarin se compilan desde C# en lenguaje intermedio (IL) que se compila un ensamblado nativo en el instante (Just-in-Time) que la aplicación inicia. Esta se ejecuta en el entorno de ejecución Mono en paralelo con la máquina virtual en tiempo de ejecución de Android (ART) mientras que, Xamarin proporciona enlaces .NET a los espacios de nombres Android.* y Java.* (Microsoft, 2021a).

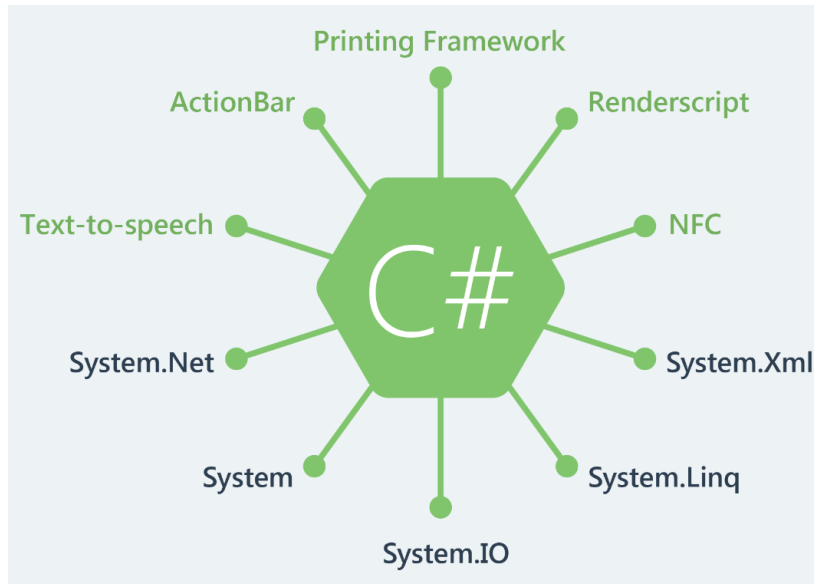


Figura 2. API Xamarin Android
 Fuente: (Beltrán, 2017)

Xamarin.iOS

Las aplicaciones Xamarin.iOS se compilan Ahead-of-Time (ATO) de forma completa desde código C# en código ensamblado de ARM nativo. Xamarin usa selectores para exponer Objective-C en C# administrados y viceversa permitiendo la comunicación entre estos (Microsoft, 2021c).

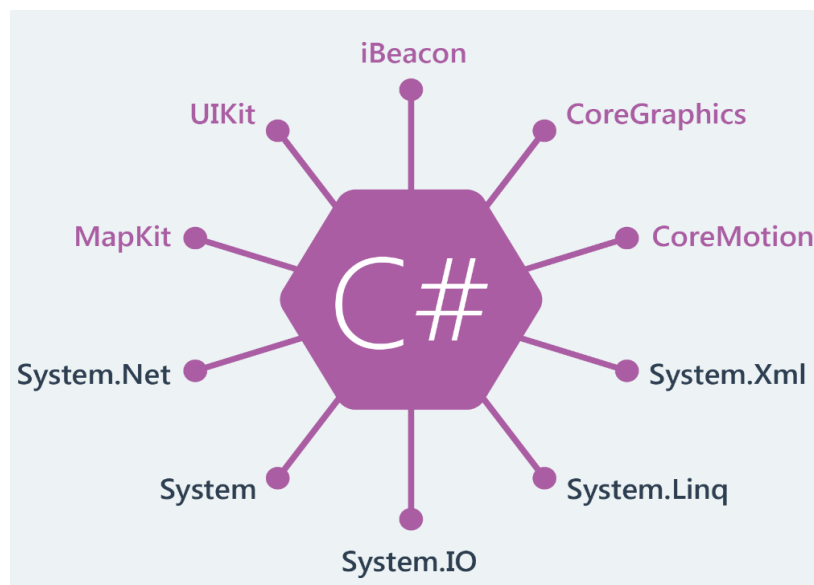


Figura 3. API Xamarin iOS
 Fuente: (Beltrán, 2017)

1.2.2 Xamarin Forms

En pos de minimizar el tiempo del desarrollo surge esta herramienta que maximiza la cantidad de código compartido entre plataformas (Gimenez, 2020). Permitiendo desarrollar aplicaciones para cualquier dispositivo ya sea de sistema operativo Android o iOS utilizando solamente C# como lenguaje de programación (Certia, 2020).

En tal sentido que Xamarin Forms tiene los siguientes objetivos:

- Vincular diseño de interfaz de usuario hacia varias plataformas (Android y iOS).
- Crear un único código de lógica empresarial que corra en plataformas iOS y Android.
- Generar aplicaciones multiplataforma bajo un mismo código base.

Sin embargo, este método de código compartido tiene su punto álgido en el desarrollo de las aplicaciones móviles con la programación en lenguajes nativos tanto el código subyacente C# como también las interfaces de usuario en XAML o C# como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Ejemplo de Xamarin.Forms

```
using Xamarin.Forms;

var profilePage = new ContentPage {
    Title = "Profile",
    Icon = "Profile.png",
    Content = new StackLayout {
        Spacing = 20, Padding = 50,
        VerticalOptions = LayoutOptions.Center,
        Children = {
            new Entry { Placeholder = "Username" },
            new Entry { Placeholder = "Password", IsPassword = true },
            new Button {
                Text = "Login",
                TextColor = Color.White,
                BackgroundColor = Color.FromHex("#77D665") }}}
};

var settingsPage = new ContentPage {
    Title = "Settings",
    Icon = "Settings.png",
    (...)
};

var mainPage = new TabbedPage { Children = { profilePage, settingsPage } };
```

En tiempo de ejecución, cada página de Xamarin.Forms y sus controles son mapeados a elementos de interfaz de usuario nativos y específicos de plataforma.

Utiliza una sola API para construir interfaces de usuario nativas y específicas de plataforma.



Figura 4. Xamarin Forms código compartido
Fuente: (Beltrán, 2017)

1.2.3 Arquitectura Xamarin Forms

Uno de los mayores beneficios de Xamarin Forms es que se obtiene es la habilidad de desarrollar aplicaciones móviles nativas para varias plataformas (iOS y Android) simultáneamente (Hermes, 2015) como se puede apreciar en la Figura 5 arquitectura multiplataforma de Xamarin Forms necesitando de código específico de la plataforma solamente para inicializar la aplicación. Dando a entender que la primera capa es el código de inicialización, la capa media es la de interfaces de usuario compartida escrita en XAML o C# y la capa del último nivel es la capa de lógica de negocios escrita en C#.

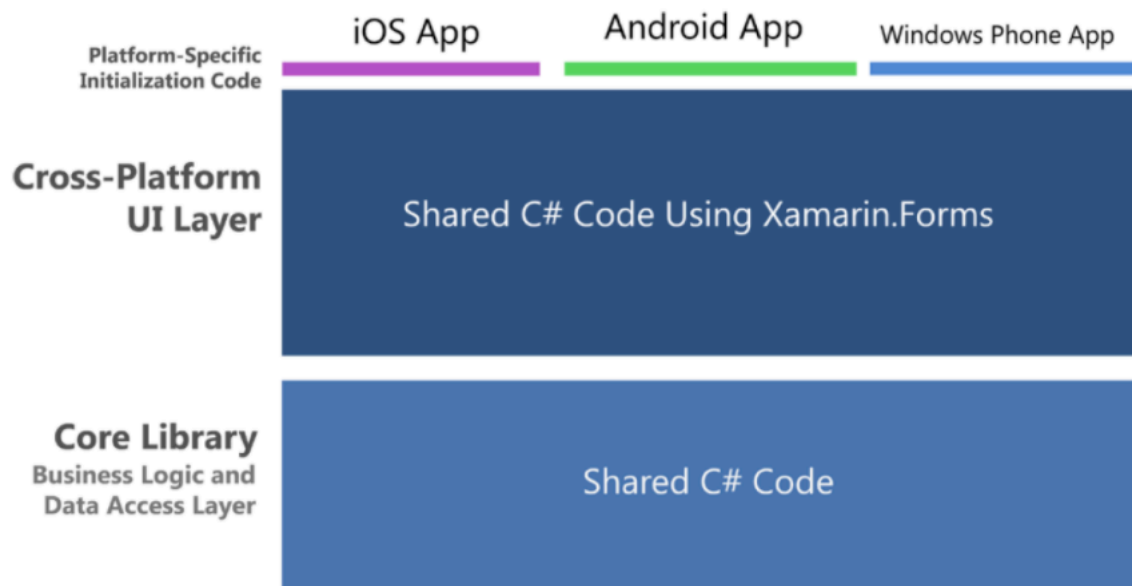


Figura 5. Arquitectura Xamarin Forms

Fuente: (Hermes, 2015)

De tal manera que la interfaz de Xamarin Forms, proporciona una API coherente, como herramienta para crear varios elementos o funciones dentro de la interfaz del usuario para vincularse en varias plataformas. De hecho, se implementa XAML o C#, que proporciona a la admisión de datos o patrones de diseño es el Model-View-ViewModel (MVVM).

1.2.4 Patrón de diseño MVVM

El patrón Model-View-ViewModel ayuda a separar correctamente la lógica de presentación y negocios de una aplicación de su interfaz de usuario (UI) manteniendo una separación limpia entre la lógica de la aplicación y la interfaz de usuario. Por lo tanto, facilita las pruebas, mantenimiento y el desarrollo de la aplicación multiplicando las oportunidades de reutilización de código tanto de la lógica de negocios como también los diseños de las interfaces de usuarios (Microsoft, 2022).

El patrón MVVM es una evolución del patrón MVC (Model-View-Controller), intenta facilitar el trabajo en paralelo entre alguien encargado en diseñar la interfaz de usuario y otra persona encargada de generar el código que la sustentará (Abolafia, 2013).

El patrón de diseño MVVM consta de 3 partes principales:

- View o Vista como interfaz de usuario.
- ViewModel o Modelo de Vista.
- Model o Modelo.

Como se puede observar en la arquitectura del patrón de diseño MVVM.

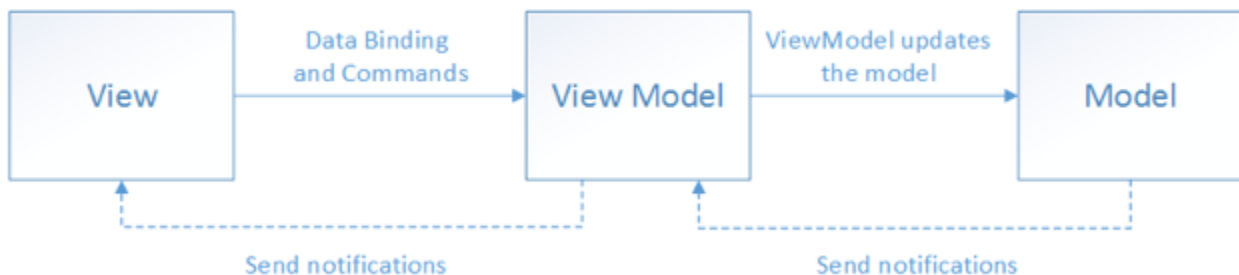


Figura 6. Arquitectura View-Model-ViewModel (MVVM)
Fuente: (Microsoft, 2022)

La interacción de los tres niveles del patrón MVVM es de forma unidireccional, por tanto, el nivel sucesor es inconsciente del nivel antecesor, por lo que se hace uso del envío de notificaciones de los niveles inferiores al nivel superior correspondiente.

(Microsoft, 2022) menciona de las siguientes ventajas de trabajar con el patrón MVVM:

- Permite realizar modificaciones de códigos en cada nivel de forma aislada sin afectar al resto de niveles.

- Es posible crear pruebas unitarias para el modelo de vista y modelo sin usar la vista.
- Si la vista está diseñada con XAML se puede rediseñar o diseñar una nueva versión de vista sin que los cambios afecte al modelo de vista.
- Los diseñadores y los desarrolladores pueden trabajar de forma independiente y simultánea en sus componentes durante el desarrollo.

View – Vista

La vista es responsable de definir la estructura, el diseño y la apariencia de lo que el usuario ve en la pantalla (Microsoft, 2022) definiendo de cómo la información y las funcionalidades se mostrarán gráficamente (Reyes, 2018).

ViewModel – Modelo de Vista

El modelo de vista tiene la lógica de presentación e implementa propiedades, comandos y eventos de notificación siendo responsable de coordinar y enlazar las interacciones de la vista con las clases de modelo necesarias (Microsoft, 2022)(Reyes, 2018).

Model – Modelo

Las clases modelos son las clases no visuales que encapsulan los datos de la aplicación que representan al dominio o lógica empresarial (Microsoft, 2022).

1.3 Comunicación inalámbrica Bluetooth

Para adentrarnos a este módulo, se debe mencionar que, como muchas de las innovaciones que ha surgido para poder generar conexiones entre varios individuos, también se ha creado vinculación directa entre varios equipos o dispositivos, pudiendo crear una nueva forma de fácil acceso a la información. En este caso no solo información, también sonidos, imágenes, música, etc.

Una de las cosas que hace este sistema de comunicación inalámbrica es la interacción por medios consecuentes de cada dispositivo, haciendo una labor de vinculación e interacción de varios equipos, pese a sus características estéticas o mecánicas. El hecho es que crea una sincronización de varios dispositivos electrónicos tanto como móviles como fijos que se necesiten.

Como mucho de estos sistemas utilizan de comunicación inalámbrica utilizan ciertos protocolos para el mismo hecho de su funcionamiento y vinculación entre dispositivos. Para poder lograr una buena comunicación entre el receptor y el transmisor, estos deben utilizar la misma clase de protocolo de los muchos que existen. En esta ocasión se profundizará más acerca de la comunicación inalámbrica con tecnología Bluetooth.

1.3.1 Bluetooth

En 1994, Ericsson Mobile Telecommunications comenzó un estudio para investigar la viabilidad de una interfaz de radio de baja potencia y bajo coste entre teléfonos móviles y sus accesorios. Dicha investigación abarcó una gran cantidad dispositivos que podían conectarse a la red móvil como se puede apreciar en la Figura 7. Hasta que en 1998 se formó el SIG Bluetooth que desarrollaron el primer estándar de dicha tecnología convirtiendo a la comunicación inalámbrica Bluetooth en un sistema completo que funde hardware y software con transmisiones de baja potencia utilizando señales de radio en la banda de frecuencia ISM alrededor de las 2.4 GHz (Bellido et al., 2004).

Este tipo de sistemas permite al usuario la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos electrónicos mediante enlaces de radiofrecuencia en distancias cortas. Haciendo posible el intercambio de información entre dispositivos electrónicos sin la necesidad de cables u otros conectores físicos que pueden generar molestias al momento de su uso (Bellido et al., 2004).

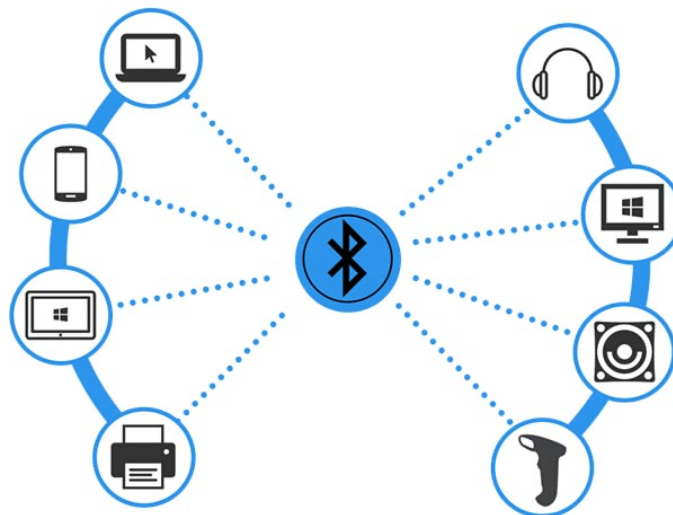


Figura 7. Escenarios de usos Bluetooth
Fuente: (Tech, 2020)

Las características principal de esta tecnología son: flexibilidad, bajo consumo, mínimo coste y comprende hardware y software desarrollado por el SIG (Special Interest Group) y principales fabricantes de los sectores de la telecomunicación e informática (Panamá, 2009). Hoy en día, la tasa de conexión de Bluetooth es casi del 100% para teléfonos móviles, tabletas y computadoras portátiles siendo usado para conectar la mayoría de los accesorios y periféricos con los que pueda interactuarse. Bluetooth también es conocido por el término Wireless Personal Area Network (WPAN) por englobar comunicación entre dispositivos personales dentro de un rango limitado de pocos metros. (Kumar, 2016) como se puede observar en la siguiente imagen.

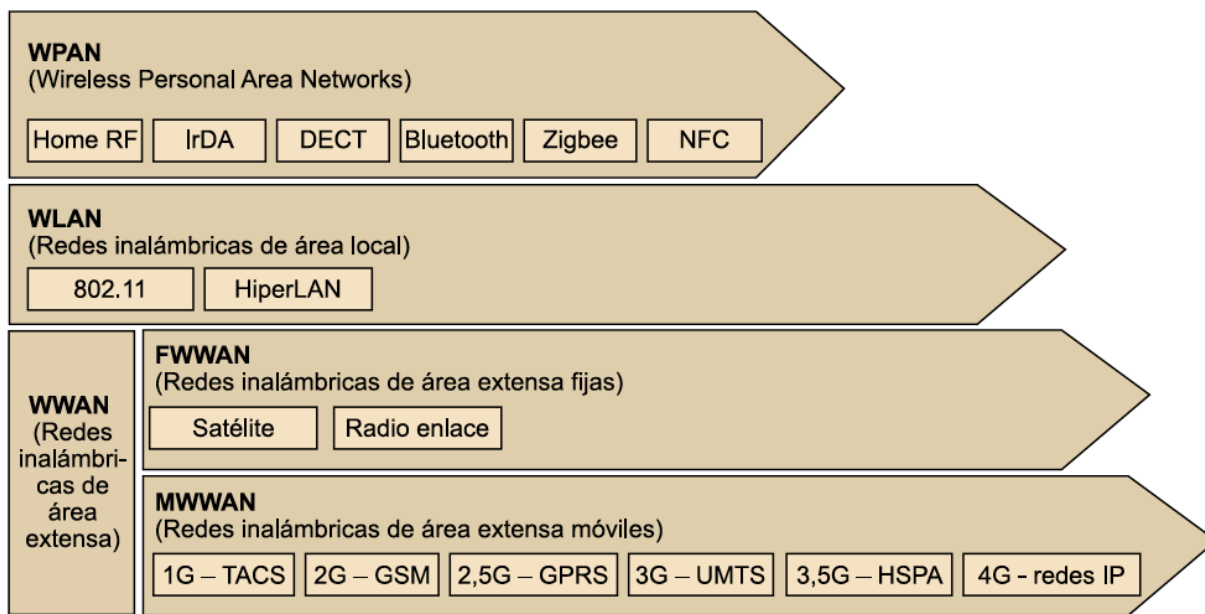


Figura 8. Clasificación de redes inalámbricas
Fuente: (Prieto, 2015)

En cuanto a las especificaciones Bluetooth, en el transcurso del tiempo, el desarrollo de esta tecnología ha crecido produciendo diversas versiones como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Versiones de especificaciones Bluetooth

Versión	Fecha lanzamiento	Características
1.0 y 1.0a	Jul, 1999	La primera versión de especificación Bluetooth lanzado con el objetivo de reemplazar la conexión por cable a conexión inalámbrica.
1.0b	Dic, 1999	Actualización para solucionar errores de las versiones anteriores.
1.1	Feb, 2001	Bluetooth fue ratificado como estándar IEEE 802.15.1 – 2002

1.2	Nov, 2003	Este lanzamiento de Bluetooth estándar agregó lo siguiente: Adaptive Frequency Hopping (AFH) introducido para proveer mejor resistencia ante interferencias en ambientes ruidosos. Extended Synchronous Connection Oriented (eSCO) agregado para proveer mejor calidad de voz. Este también fue ratificado como estándar IEEE 802.15.1 – 2005
2.0 + EDR	Nov, 2004	Bluetooth estándar introducido mejoras de rendimiento usando Enhanced Data Rates (EDR) que soporta un rendimiento de hasta 2.1Mbps en transferir datos a diferencia de la anterior versión que soportaba un rendimiento de 721Kbps como máximo.
2.1 + EDR	Jul, 2007	Esta versión trajo varias mejoras y fue añadido Secure Simple Pairing (SSP) que mejoró la seguridad y emparejamiento mecánico.
3.0 + HS	Abr, 2009	Esta versión proveo significantes mejoras al rendimiento por introducirse soporte para múltiples radios. Esta fue referida como alternativa para MAC/PHY (AMP). El soporte máximo de rendimiento fue por los 24Mbps. Esta mejora fue introducida en varios dispositivos junto al chip 802.11 por lo que consiguieron altas velocidades de transferencia de datos.
4.0	Ene, 2010	En esta versión fue introducida una dirección completamente diferente a la versión anterior, ya que, la anterior buscaba mejorar el rendimiento a altas velocidades de transferencia, esta versión se direccionó a los mercados que buscaban conexiones de potencia ultra bajas. Esta fue referida como Bluetooth Low Energy (LE).
4.1	Dic, 2013	Esta versión mejoró las características de Bluetooth Low Energy permitiendo que los dispositivos LE actúen como un central y receptor a la vez. Esto se convirtió en lo más útil para el Internet de las Cosas (IoT) donde los dispositivos podían intercambiar datos con cualquier otro dispositivo LE. A su vez también proveo de soporte para la coexistencia con LTE (4G). Otras de las características notables de esta versión fue que las direcciones se mantuvieran codificadas durante la conexión disminuyendo posibilidades de que la información sea capturada.
4.2	Dic, 2014	Esta versión introdujo más mejoras a Bluetooth LE permitiendo el acceso a Internet a los sensores por que el requerimiento de LE era impulsar la seguridad y privacidad. También mejoró la capacidad de carga por 10 veces más lo que lleva un aumento un aumento del rendimiento de datos de 2,5 veces. En esta versión se introdujo el modo dual de dispositivos. También provisionó el emparejamiento de solo una vez con el

dispositivo remoto por el uso del modo de autenticación respectiva.

Fuente: (Kumar, 2016)

1.3.2 Protocolos y Arquitecturas de Bluetooth

Arquitectura de Hardware Bluetooth

El hardware que compone el dispositivo Bluetooth está compuesto por dos partes. Un dispositivo de radio, encargado de modular y transmitir la señal y un controlador digital compuesto por un CPU encargado de atender las instrucciones relacionadas con Bluetooth del dispositivo anfitrión y que sobre este corre un software que se comunica con otros dispositivos mediante protocolo LMP, y por un procesador de señales digitales (DSP) llamado controlador de enlace que es el encargado de hacer el procesamiento de la banda base y del manejo de protocolos ARQ y FEC de capa física (Bravo, 2007).

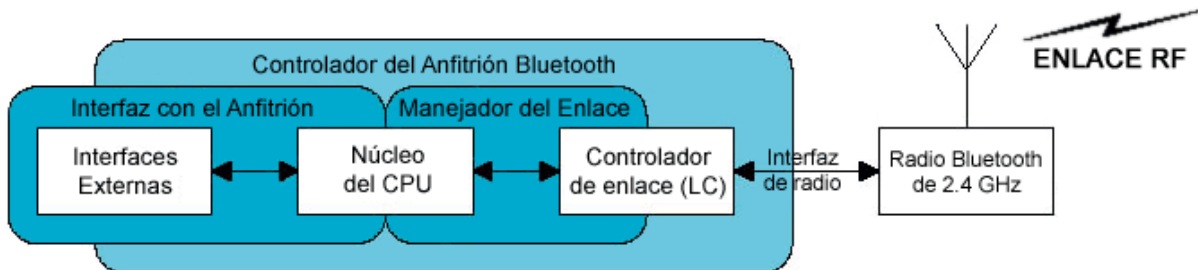


Figura 9. Arquitectura de Hardware Bluetooth

Fuente: (Bravo, 2007)

Arquitectura de Software Bluetooth

Para garantizar una buena comunicación entre el receptor y el transmisor deben estar sobre la misma pila de protocolos que está compuesta por dos clases de protocolos como son: protocolos específicos propios de la tecnología Bluetooth y los no específicos que adoptan a otras especificaciones. Este diseño de pila de protocolos que se presenta en la Figura 10 permite aprovechar grandes ventajas de cada una de las clases como los beneficios propios de la tecnología Bluetooth y la ventaja de interactuar con cualquier otra clase de protocolo sin restricción a nuevas implementaciones (Panamá, 2009).

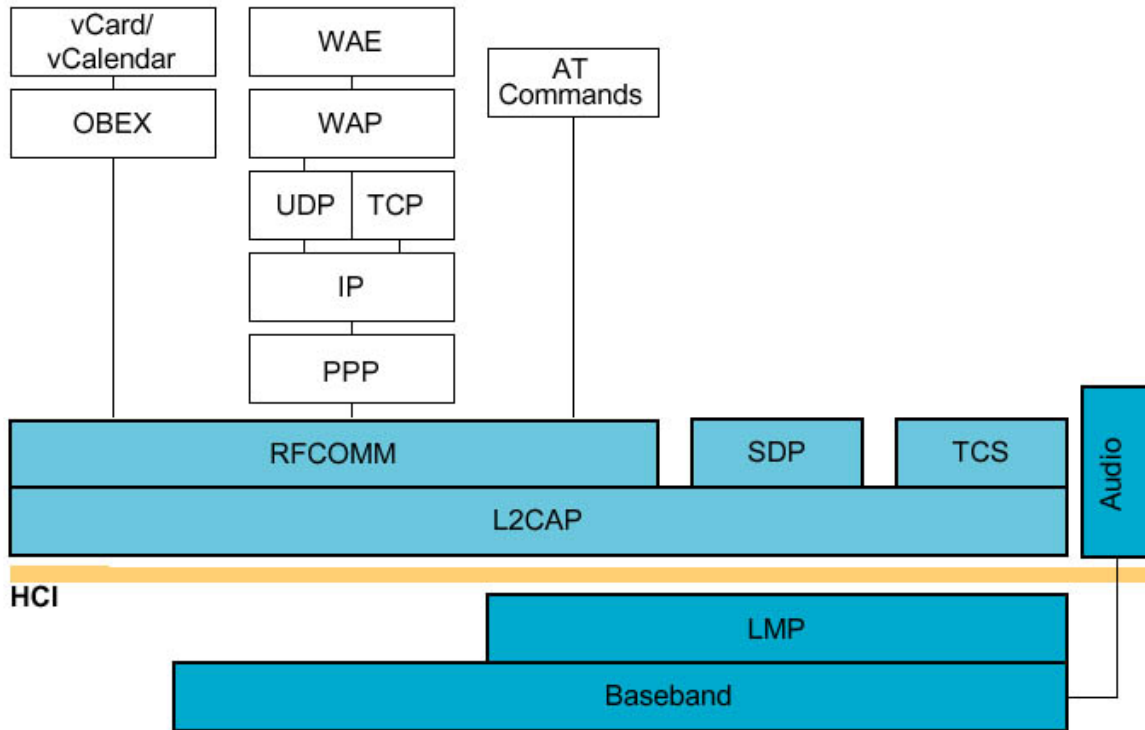


Figura 10. Pila de protocolos Bluetooth
Fuente: (Bravo, 2007)

1.3.3 Núcleo de Bluetooth

El núcleo del sistema Bluetooth se conforma por un transmisor de radio, una banda base y una pila de protocolos.

Radio (RF)

Para poder trabajar en un ambiente de muchas interferencias Bluetooth utiliza un esquema de reconocimiento rápida y de saltos en frecuencia, para poder garantizar la potencia de alcance del enlace. Creando una frecuencia de acción que pueda vincular y conseguir la coordinación entre el receptor y el transmisor (Panamá, 2009).

Este sistema opera en la banda de frecuencia de 2.4GHz, libre para ISM (Industrial, Científica, Médica) con canales RF de: $f = 2402 + n \text{ MHz}$ siendo $n = 0.78$ (79 Canales) con distancias de enlace comprendidas entre 10cm a 10m (Electrónica, 2007; Panamá, 2009)

En la siguiente tabla se evidencia los parámetros y canales utilizados en diferentes países.

Tabla 2. Radio frecuencias Bluetooth

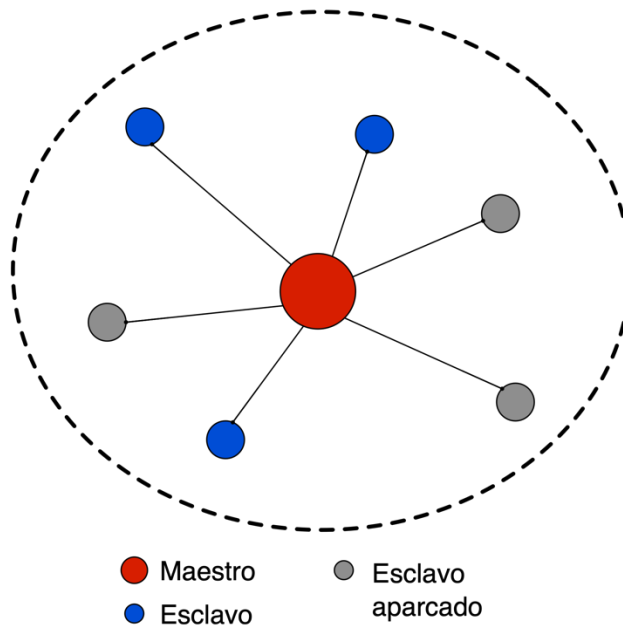
Área	Banda de Frecuencias	Canales Bluetooth
USA	2.400 – 2.483,5	79
Europa	2.400 – 2.483,5	79
España	2.445 – 2.475	23
Francia	2.446,5 – 2.483,5	23
Japón	2.471 – 2.496	23

Fuente: (Panamá, 2009)

Banda Base Bluetooth

Es la capa física del sistema Bluetooth, esta define los canales físicos y enlaces, además de otras formas como la información de la conexión, errores de conexión y la selección de los canales de seguridad. Es decir, la banda base muestra físicamente el cómo se mantiene la conexión y el cómo se vincula con otros dispositivos como se puede ver en la Figura 11 y 12.

Figura 11. Diagrama Piconet Bluetooth



Fuente: Elaboración propia con referencia a (Panamá, 2009)

Figura 12. Comunicación Piconet Bluetooth



Fuente: (España, 2005)

1.3.4 Pila de Protocolos Bluetooth

Para (Bellido et al., 2004), los protocolos fundamentales de Bluetooth son:

- LMP Protocolo de gestión de enlaces responsable de la autenticación, encriptación, control y configuración de enlace, también es encargada del manejo de los modos y consumos de potencia.
- HCI Interfaz de controlador de enlace brinda un método de interfaz uniforme para acceder a los recursos del hardware y comandos para el controlador de la banda base. Y gestión de enlace.
- L2CAP Protocolo de control y adaptación de enlace lógico que corresponde a la capa de datos que brinda servicios de datos orientados y no orientados a capas superiores.
- SDP Protocolo de descubrimiento de servicios que define cómo actúa una aplicación cliente Bluetooth para descubrir servicios disponibles en servidores Bluetooth.

- RFCOMM ofrece emulación del puerto serie sobre el protocolo L2CAP emulando señales de control y datos RS-232 sobre la banda base Bluetooth.

La pila de protocolos se encarga del establecimiento de la comunicación, autenticación y configuración. Es decir, acá condiciona y vincula todos los Paquetes de aprobación y procesamiento directo de la conexión entre equipos creando una red operacional, situado en la banda base para generar una conexión factible y poder llevar a cabo el proceso sistemático del acoplamiento entre más equipos.

Muchas de las funciones que modifican a este sistema se basa en la interacción y uso de los ejes funcionales para los que se basa su uso. Claramente la característica principal de estos sistemas es la comunicación inalámbrica, creando un ápice de conectividad eliminando la molestia de cables u otros factores como el espacio entre un dispositivo y otro. Más allá de eso se debe tener en cuenta que actualmente se está posicionando como una base de acoplamiento para diversas unidades de frecuencia. Anteriormente sólo era utilizado para aspectos como música, video o fotos, pero actualmente esto ha cambiado a otras formas de interacción en el proceso. Se tiene un sin número de aparatos, accesorios y dispositivos electrónicos todos manteniendo la misma unidad de frecuencia. En esto se puede evidenciar lo voluble y sustancial del sistema, creando una evolución permanente en su uso.

1.3.5 Bluetooth Low Energy (BLE)

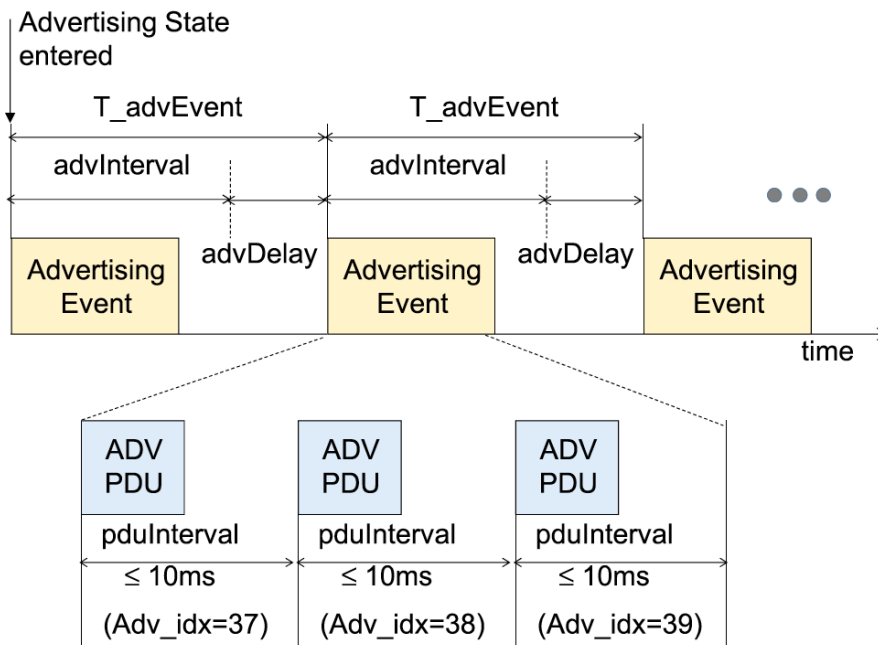
Bluetooth Low Energy (BLE) es un protocolo inalámbrico optimizado para comunicaciones de bajo consumo y de aquellos diseñar dispositivos energéticamente eficientes, el protocolo proporciona una serie de parámetros que deben optimizarse dentro de un espacio de diseño de energía, latencia y rendimiento. BLE también busca prolongar la vida útil de la batería especialmente en dispositivos importantes como sensores médicos que se llevan en el cuerpo, los teléfonos móviles y los dispositivos de interfaz (Kindt et al., 2020).

Con el despliegue de varias aplicaciones de IoT, la cantidad de objetos físicos conectados a Internet crece a diario. Recientemente, BLE ha sido reconocida como una de las tecnologías más prometedoras para ser adoptada en aplicaciones de IoT ya que es un protocolo inalámbrico

diseñado para soluciones de bajo consumo en dispositivos que funcionan con baterías pequeñas (Shan & Roh, 2018).

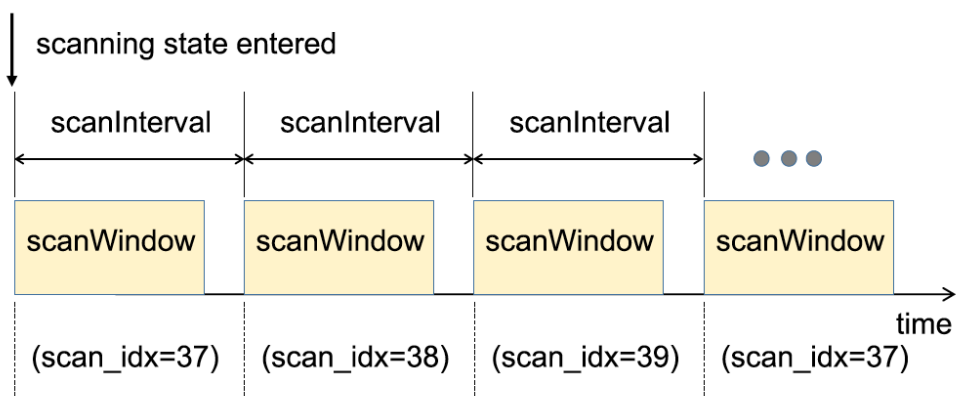
En aplicaciones BLE se pueden asociar varios dispositivos BLE esclavos o también conocidos como anunciantes hacia un dispositivo maestro (escáner BLE) que descubre dispositivos cercanos bajo especificaciones BLE 4.2 Y 5.0. En este contexto, Todos los anunciantes BLE envían periódicamente sus paquetes publicitarios a los dispositivos maestros o escáneres BLE. Si un determinado escáner BLE dispone del servicio que el anunciante BLE está buscando, se inicia la comunicación entre los dispositivos. Para este proceso, los escáneres BLE pueden encontrarse en medio de un sin número de anunciantes a los cuales deben escanear en un mínimo instante de tiempo siendo propensos a colisiones en su funcionamiento (Shan & Roh, 2018). En la Figura 13 se puede observar el proceso de envío de paquetes publicitarios por parte de los anunciantes BLE, en la Figura 14 el proceso de escaneo por parte del dispositivo maestro o escáner BLE.

Figura 13. Proceso de envío de paquetes publicitarios BLE



Fuente: (Shan & Roh, 2018)

Figura 14. Proceso de escaneo BLE



Fuente: (Shan & Roh, 2018)

La tecnología BLE transmite datos en más de 40 canales en la banda de frecuencia ISM de 2.4GHz que le brinda a los desarrolladores una gran flexibilidad por admitir múltiples topologías de comunicación expandiéndose a una transmisión de punto a punto pero sin exceder los niveles máximos de potencia de transmisión establecidos por los organismos reguladores (Bluetooth SIG, 2022).

1.3.6 Configuración BLE en Smartphone

Debido a que este trabajo se centra en desarrollar una aplicación móvil para el ámbito del IoT con funcionalidad de comunicación inalámbrica Bluetooth con especificación 4.0 (BLE) y versiones superiores de la misma especificación, se ojeó algunas investigaciones sobre los modos y formas de uso de este protocolo de comunicación inalámbrica encontrando tres investigaciones enfocadas al tema. Los cuales son:

Tabla 3. Referencias de artículos sobre BLE en Smartphone

Nro	Título	Autores
1	Connection – less BLE performance evolution on smartphones	(Siva et al., 2019)
2	Neighbor Discovery Latency in BLE – Like Protocols	(Kindt et al., 2018)
3	Modeling and performance analysis of device discovery in Bluetooth Low Energy networks	(Liu et al., 2012)

Fuente: Elaboración propia, 2022

Estas investigaciones presentan los siguientes resultados de experimentar las conexiones BLE con Smartphone.

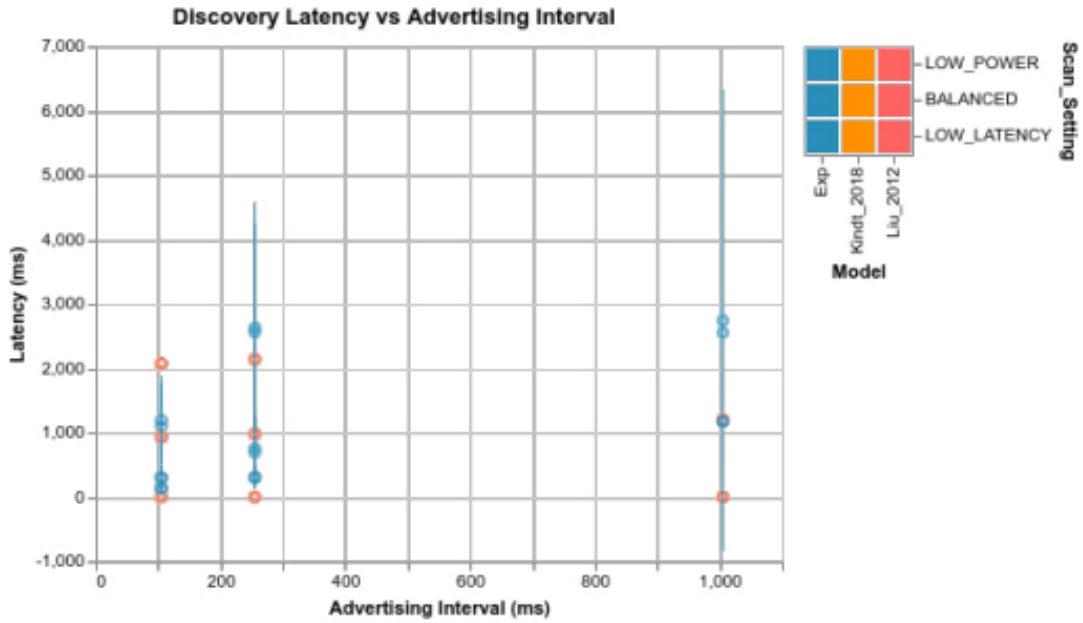


Figura 15. Latencia de escaneo vs Intervalos publicitarios
Fuente: (Siva et al., 2019)

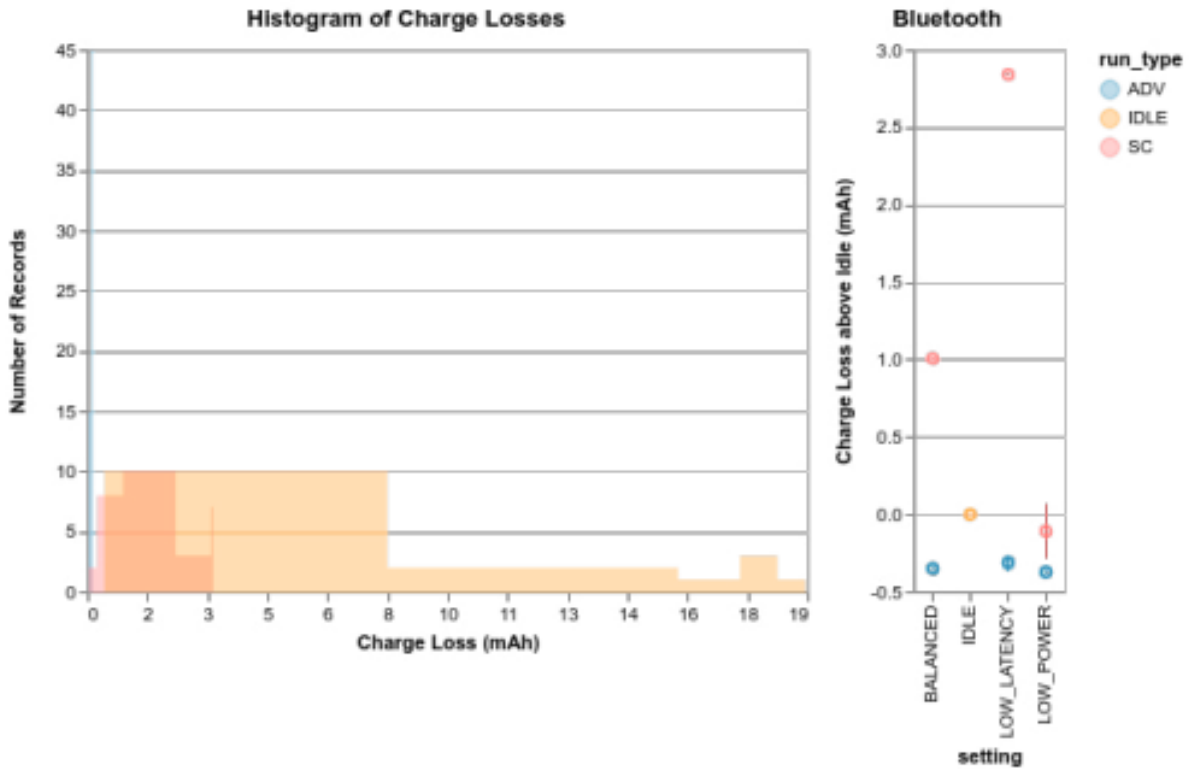


Figura 16. Histograma de consumo de batería
Fuente: (Siva et al., 2019)

En base a los artículos de investigación mencionados, se puede deducir lo siguiente:

- Configurar al Smartphone como dispositivo maestro o escáner BLE con perfil de escaneo en modo BALANCED o LOW POWER de modo que se pueda crear ventanas de escaneo de 500ms a 2000ms con la finalidad de mantener el consumo en bajas proporciones de la batería en los móviles.
- Configurar el dispositivo esclavo o anunciante quien recibirá los comandos de acción por parte del dispositivo maestro, en modo LOW LATENCY o BALANCED con el fin de mantener intervalos publicitarios de 100ms a 250ms ya que el dispositivo esclavo estará siempre conectado a una corriente continua de modo que no tendrá necesidad de cuidar una batería, es más, esto permitirá elevar la eficiencia en la recepción.
- Evaluar el comportamiento ante las configuraciones de parámetros antes mencionados en versiones 7.0 y 8.0 de Android ya que estas no permiten manipular los parámetros BLE.

1.4 Aplicaciones móviles en el desarrollo de IoT

Muchos de los factores comunes en cuanto al uso de aplicaciones, creación o vinculación se mantienen en un estándar de configuración y ambivalencia cíclica de los procesos de retroalimentación y función algorítmica para poder entender el hecho del cómo funcionan una a una cada perspectiva en el tratamiento y visualización de los protocolos comunes para cada circunstancia particular de un objeto plural. Es decir, en gran medida vivimos en una época de cambios acelerados y a medida que los tiempos cambian también los conceptos de las cosas que un día parecían tan inalcanzable ahora solo son los términos más comunes en la interacción con ellos (Fernández, 2021; Serrano, 2016).

Si bien esto es cierto el objeto medular de este conocimiento se reduce al significado en sí de esa evolución en el campo de la epistemología cógica y practicidad de los términos. Uno de ellos es el IoT, el cual se define como “El Internet de las Cosas” un término que nos muestra una razón de ser en el sentido de las aplicaciones y la evolución que ha tenido los diversos dispositivos electrónicos y de información desde hace décadas que ahora cambian drásticamente para

superponer una inhibición en el campo de la interacción misma del manejo de datos (Villamil & Guarda, 2019).

El IoT o es la ambivalencia entre el manejo sustancial de la información y como los procesos han dejado de ser prefabricados por el ser humano, para ser parte de un orden evolutivo en las constantes reaccionarias de las nuevas tecnologías por el mismo hecho de que anteriormente los espacios de conexión y funciones se regían por un patrón donde el ser humano generaba el algoritmo para que los equipos y dispositivos electrónicos funcionaran dependiendo a esa función, siendo esta totalmente inclusiva del usuario, lo cual creo un proceso de orden y no de evolución (Serrano, 2016).

Por ello cuando se notó que parte de ese sistema se mantenía en una corriente estándar se comenzaron a crear un nuevo lenguaje de operación donde las variables correspondieran el sistema de retroalimentación creando una amplitud en el sentido artificial del sistema, este a su vez podía generar alternativas y nuevas respuestas, sin esperar a que el usuario lo pidiera. Ello causó un gran revuelo del sistema mecánico con el que se venía trabajando durante décadas en lo que varias de estas particularidades se convirtieron en una red de objetos físicos que interactuaban entre sí y también con el internet, intercambiando información. Planteando una evolución a Internet, donde deja de ser exclusivo para los humanos haciéndose extensivo a diferentes objetos físicos (Fernández, 2021) como se aprecia en la Figura 17.

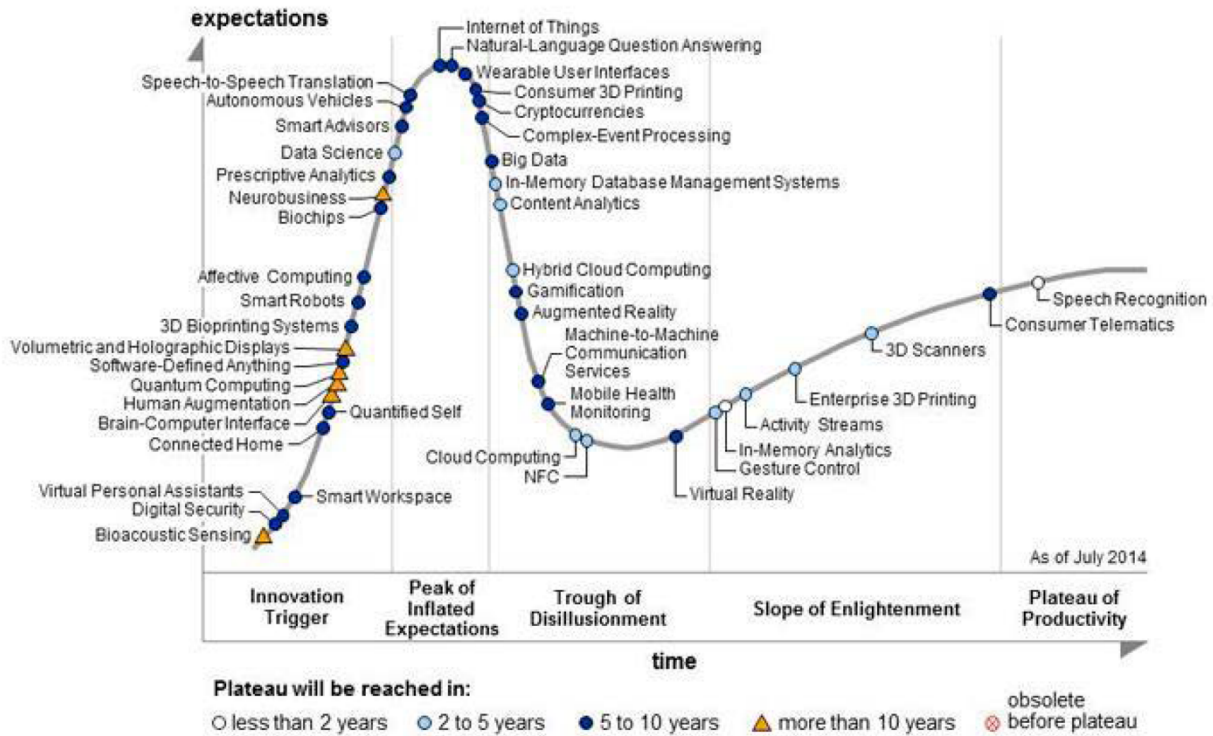


Figura 17. Evolución de tecnologías emergentes
Fuente: (Fernández, 2021)

No obstante, muchas de las ventajas están en un orden sucesivo para la conexión e interacción de variables, pues, muchas de estas aplicaciones fueron surgiendo a medida que se generaba el proceso evolutivo del método convencional según fueron apareciendo en el mercado nuevas propuestas de uso y accesibilidad, claramente las aplicaciones fueron surgiendo a medida que el proceso iba creciendo, cada una de las fases se conectaban de manera exponencial generando una nueva particularidad siendo de estas, las aplicaciones móviles más cómodas y al alcance de todos (Veintimilla et al., 2017).

Este tipo de aplicaciones se mantienen en constante evolución dependiendo de formas de uso de las cuales la mayoría se encuentran en las aplicaciones de dispositivos móviles integrados con protocolos necesarios para ser partícipes en el sistema de acción del IoT con objetivos de precisar mejor en satisfacer y automatizar las necesidades de los usuarios. A continuación, se enlista algunas de las aplicaciones móviles que aportan al desarrollo del IoT en distintos ámbitos.

App ArduMonitor (Seguridad)

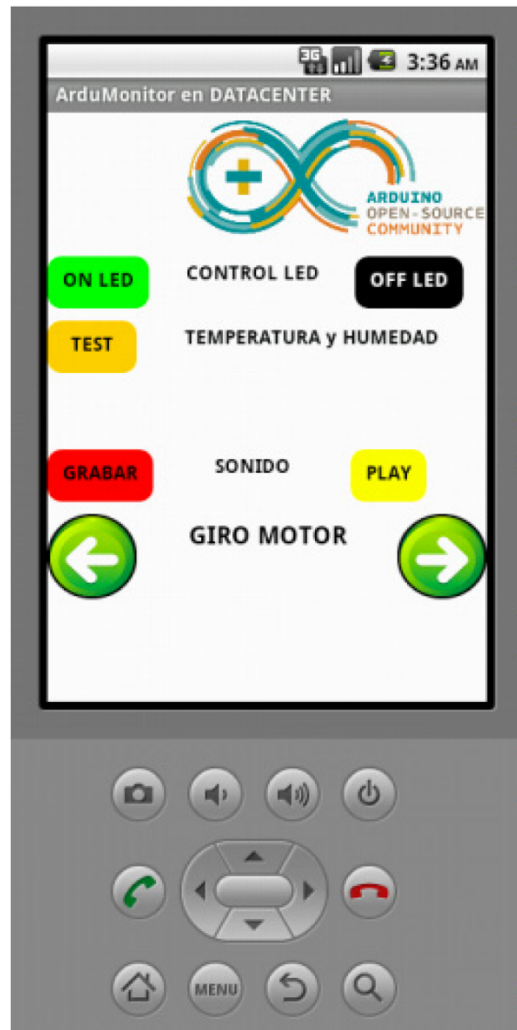
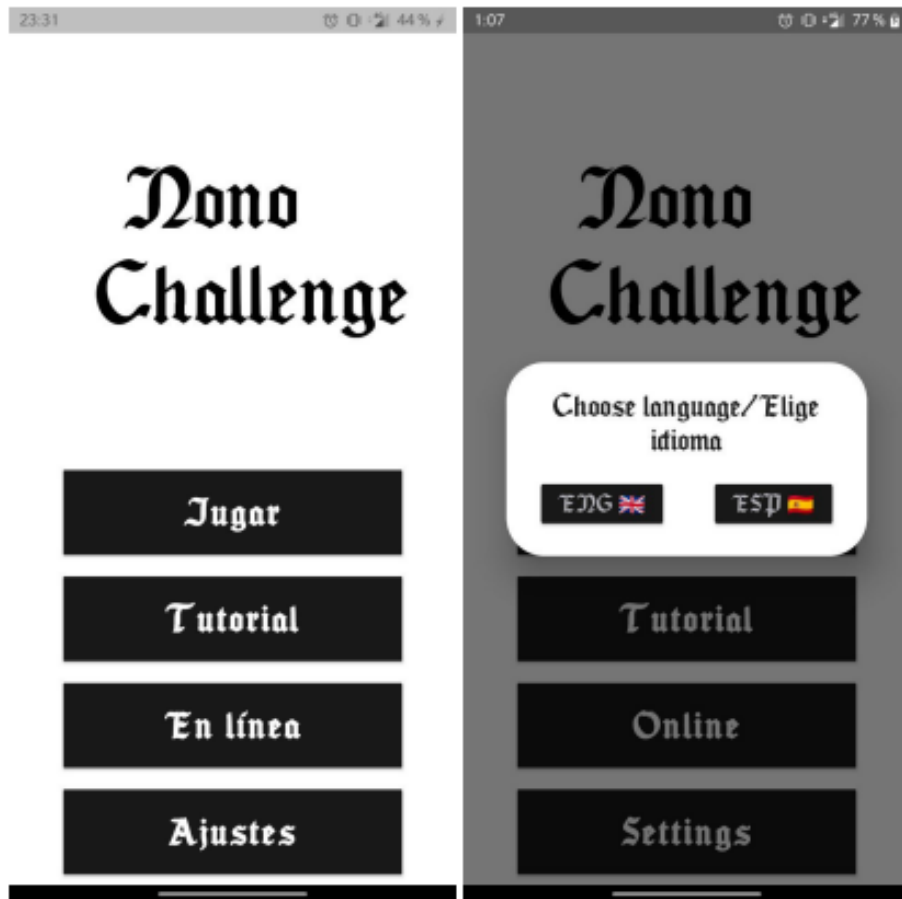


Figura 18. App ArduMonitor
Fuente: (Villamil & Guarda, 2019)

Es una aplicación que puede ser controlada desde una red LAN o WAN interactuando con las placas de desarrollo de hardware libre que son Arduino Uno y Shield Arduino Ethernet, tomando como espacio físico un Datacenter en el cual se puede monitorear por medio de los sensores de temperatura, humedad, grabación y reproducción de sonidos, además del apagado o encendido de foco led y movimientos de motores paso a paso para simular la ejecución de alguna acción. En general esta aplicación se creó como sistema de seguridad, pues, por medio de ella se puede tener una visión clara de intrusos y, además monitorear los procesos dentro de un lugar específico.

App Nono Challenge



App Nono Challenge
Fuente: (Ferrer Sanz, 2021)

Es una aplicación multiplataforma, la cual es un medio digital interactivo, que se particulariza en el hecho de agilizar los procesos de movimiento dentro de aplicaciones de juegos en desarrollo permanente. De hecho, se vincula con el desarrollo de monogramas, creando una interfaz de movimiento sistemático y lógico en las acciones plenas del juego en sí.

App Smart Campus

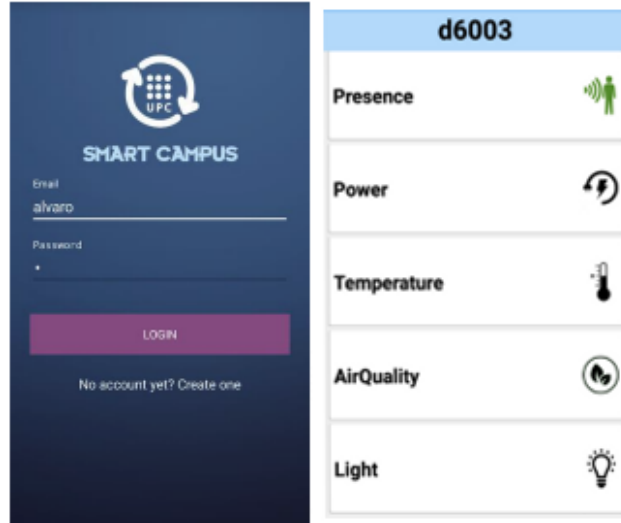


Figura 19. App Smart Campus
Fuente: (Serrano, 2016)

Esta es una de esas aplicaciones móviles que se mantienen por el eje de seguridad. La cual se utiliza para controlar e interactuar con dispositivos instalados en un edificio, permitiendo abrir/cerrar ventanas, sensores de movimiento, apagar/encender el aire acondicionado. El núcleo o Knowledge Manager es un framework que tiene toda la lógica del sistema y acá es donde recibe las acciones del usuario que incluye también inteligencia artificial con la que predice la costumbre de hechos. Por ello, esta propuesta es funcional como objetivo colectivo, pues, muchas empresas desarrolladoras apuestan por este tipo de aplicaciones por la variabilidad e interacción real con los usuarios.

App Water Sensing

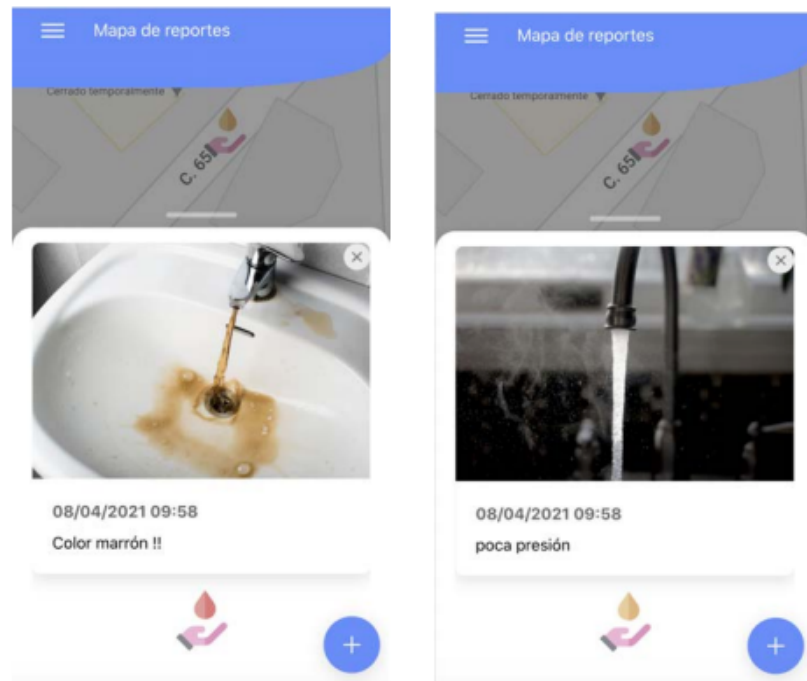


Figura 20. App Water Sensing
Fuente: (Fernández, 2021)

Es una aplicación creada para realizar un censo participativo del agua potable mediante el uso de cámara y localizador GPS. Su función es, registrar usuarios voluntarios a participar en este proceso y a través de ellos recopilar información en un servidor central como fotografías, mensajes de texto y la ubicación GPS enviados por los usuarios participantes. De modo que, el sistema obtendrá un reporte del estado y calidad del agua en las localidades de los usuarios, con los que pueden alertar a las autoridades o empresas que proveen el servicio de agua potable.

1.5 Metodología de desarrollo ágil SCRUM

1.5.1 Conceptos SCRUM

SCRUM es una metodología ágil y flexible para gestionar el desarrollo de software, cuyo principal objetivo es maximizar el retorno de la inversión para la empresa. Esta se basa en construir

primero la funcionalidad de mayor valor para el cliente y en los principios de inspección continua, adaptación, autogestión e innovación (Albaladejo, 2017; Roda, 2021).

Con este tipo de metodología el cliente o usuario, entusiasmo y se compromete con el proyecto dado que ve crecer de manera exponencial, de interacción en interacción. De hecho, le permite en cualquier momento realinear el software con los objetivos de negocio de la empresa, ya que puede introducir cambios funcionales o de prioridad en el inicio de cada nueva iteración sin ningún problema. Para ello se requiere de una serie de elementos justos en un orden sistemático y específico (Palacio, 2021).

El desarrollo se realiza de manera iterativa e incremental. Cada iteración denominada Spring, tiene una duración preestablecida de entre 2 y 4 semanas, obteniendo como resultado una versión del software con nuevos avances en el desarrollo. En cada Sprint, se va ajustando la funcionalidad ya construida y se añaden nuevos requerimientos priorizándose siempre aquellas que aporten mayor valor de negocio (Albaladejo, 2017; Prasetya et al., 2021)

1.5.2 Eventos SCRUM

Eventos en SCRUM son actividades que se debe realizar para llevar a cabo el orden del proceso de la metodología.

Tabla 4. Eventos SCRUM

Evento	Definición
Sprint Planning	Reunión durante la cual el Product Owner presenta las historias del backlog por orden de prioridad. El equipo determina la cantidad de historias que puede comprometerse a completar en ese Sprint, para en una segunda parte de la reunión, decidir y organizar como lo va a entregar.
Sprint	Iteración de duración prefijada durante la cual el equipo trabaja para convertir las historias del Product Backlog a las que se ha comprometido, en una nueva versión del software totalmente operativo.
Daily Sprint Meeting	Reunión diaria de como máximo 15 min en la cual el equipo se sincroniza para trabajar de forma coordinada. Cada miembro comenta qué hizo el día anterior, qué hará hoy y si hay impedimentos.
Demo y retrospectiva	Reunión que se celebra al final del Sprint y en el que el equipo presenta los requerimientos terminados mediante una demostración del producto. Posteriormente, en la retrospectiva, el equipo analiza qué hizo bien, qué procesos serían mejorables y discute de cómo perfeccionarlos.

*Fuente: Elaboración propia, 2022
con referencia a (Albaladejo, 2017; Hurtado, 2021; Palacio, 2021)*

1.5.3 Artefactos SCRUM

Con artefactos se hace referencia a todos los elementos que se consigue al final de un Sprint.

Tabla 5. Artefactos SCRUM

Artefactos	Definición
Product Backlog	Conjunto de requisitos denominados historias de usuario descritos en un lenguaje no técnico y priorizados por valor de negocio, o lo que es lo mismo, por retorno de inversión considerado su beneficio y coste. Los requisitos y prioridades se revisan y ajustan durante el curso del proyecto a intervalos regulares.
Sprint Backlog Incremento	Lista de tareas necesarias para llevar a cabo las tareas del Sprint. Avances obtenidos al finalizar un Sprint.

*Fuente: Elaboración propia, 2022
con referencia a (Palacio, 2021)*

1.5.4 Roles SCRUM

En SCRUM, el equipo se focaliza en construir software de calidad. La gestión de un proyecto SCRUM se centra en definir cuáles son las características de que debe tener el producto a construir (qué construir, qué no y en qué orden) y en vencer cualquier obstáculo que pudiera entorpecer la tarea del equipo de desarrollo (Prasetya et al., 2021).

El equipo SCRUM está formado por los siguientes roles:

Tabla 6. Roles SCRUM

Rol	Definición
Scrum Máster	Persona que lidera al equipo guiándolo para que cumpla las reglas y procesos de la metodología. Gestiona la reducción de impedimentos del proyecto y trabaja con el Product Owner para maximizar el ROI
Product Owner	Representante de los accionistas y clientes que usan el software. Se focaliza en la parte de negocio y él es el responsable del ROI del proyecto (entregar un valor superior al dinero invertido). Traslada la visión del proyecto al equipo, formaliza los requerimientos en historias de usuarios a incorporar en el Product Backlog y las re-prioriza de forma regular.
Team	Grupo de profesionales con conocimientos técnicos necesarios y que desarrollan el proyecto de manera conjunta llevando a cabo los requerimientos a los que se comprometen al inicio de cada Sprint.

*Fuente: Elaboración propia, 2022
Con referencia a (Hurtado, 2021; Palacio, 2021; Roda, 2021)*

Varios de estos procesos se mantienen en un esquema de fondo que se puede puntualizar en esta imagen.

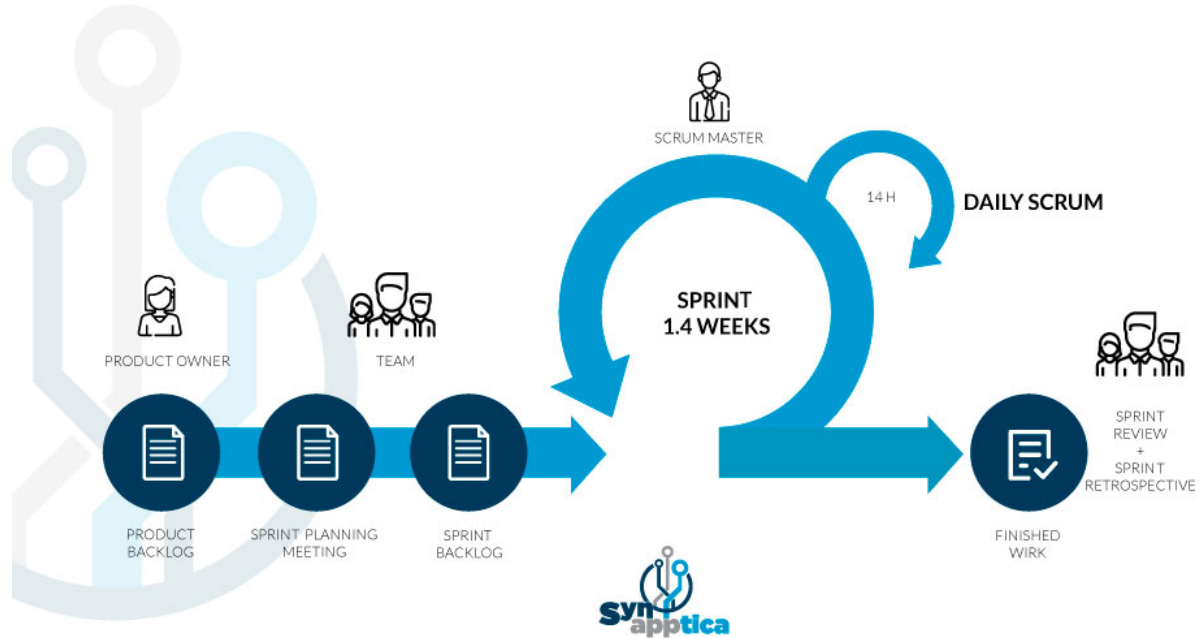


Figura 21. Procesos SCRUM
Fuente: (Loma, 2022)

2. CAPÍTULO II. DESARROLLO

2.1 Levantamiento de requisitos

2.1.1 Introducción

En este proyecto se plantea crear una aplicación móvil multiplataforma a base de Framework Xamarin Forms aplicando patrón de diseño MVVM. Esta debe ser capaz de interactuar con el controlador de barreras y permita el acceso a las urbanizaciones mediante comunicación inalámbrica Bluetooth, la misma que será un auxiliar para el Sistema Kaminu de la empresa PROCELEC CIA. LTDA. También se creará una aplicación de escritorio para Windows que opere como un intercomunicador con el Sistema Kaminu y la aplicación móvil.

2.1.2 Definición de requisitos

El levantamiento de los requerimientos se realizará a través de historias de usuarios de acuerdo con la metodología de desarrollo Scrum, formato tomado como referencia de (Scrum Manager, 2021). Las valoraciones se definen en la siguiente tabla.

Tabla 7. Valoración para historia de usuarios

Estimación	Valoración
0	Esta estimación se usa para historias de usuarios ya realizadas o para funciones que se puedan implementar en ese instante.
1/2	4 horas
1	8 horas
2	Entre 1 y 2 días
3	Entre 2 y 4 días
5	Entre 3 y 5 días
8	Entre 5 y 8 días
13	2 semanas
20	Entre 2 y 4 semanas
40	1 mes

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Prioridad en negocio

Valoración	Descripción
Alta	Función o necesidad principal para el software a desarrollar.
Media	Función o necesidad secundaria para el software a desarrollar.
Baja	Función o necesidad prescindible para el software a desarrollar

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Riesgo en desarrollo

Valoración	Descripción
Alto	Complejo de implementar y propenso a sucesos inesperados.
Medio	Complejidad intermedia y propenso a sucesos conocidos.
Bajo	Complejidad simple y fácil de implementar.

Fuente: Elaboración propia

Historias de usuarios

Tabla 10. Historia de usuario HU-01

Historia de Usuario	
ID: HU-01	Usuario: Administrador
Nombre historia: Gestión de comandos	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 8	Iteración asignada: 2
Descripción: Como administrador del Sistema Kaminu necesito recibir comunicación al sistema mediante una aplicación de escritorio intermediaria llamada Proxy. Este debe contar con lo siguiente:	
<ul style="list-style-type: none">• Receptar comandos mediante comunicación TCP/IP.• Des-enscriptar el comando recibido.• Identificar el tipo de comando.• Construir el script de consulta para la base de datos.• Interactuar con la base de datos	

-
- Encriptar la respuesta recibida de la base de datos
 - Enviar la respuesta al terminal quien inició la comunicación.

Validación:

- En cualquier evento que ocurra en la comunicación, es obligatorio que retorne la una respuesta ya sea correcta o incorrecta.
 - Al recibir la trama debe ser descriptada.
 - Debe retornar respuesta encriptada.
-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Historia de usuario HU-02

Historia de Usuario	
ID: HU-02	Usuario: Cliente
Nombre historia: Registro de residencia	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Bajo
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 1
Descripción:	
<p>Como usuario de la aplicación, necesito registrar una nueva residencia para lo cual entregaré los datos de la residencia, datos del propietario de la residencia, datos del jefe de familia y datos para la facturación electrónica.</p>	
Validación:	
<ul style="list-style-type: none"> • Debe permitir seleccionar a qué urbanización se va a registrar. • El correo electrónico será el identificador principal para el registro, este debe contar con las respectivas validaciones. • Todos los datos ingresados para el registro deben ser validados rigurosamente • Para el registro de datos de personas, debe existir tres tipos de identificación como son Cédula, RUC y Pasaporte. • En los datos de la residencia deben constar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Número de lote ○ Número de propiedad ○ Nomenclatura municipal ○ Tipo de vivienda ○ Calle principal y secundaria ○ Coordenadas GPS comprendidas por latitud y longitud • Para verificar si cuenta con acceso al correo electrónico registrado, se solicitará enviar un PIN de seguridad para completar el registro. • Al finalizar el registro se debe presentar mensaje de información. 	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Historia de usuario HU-03

Historia de Usuario	
ID: HU-03	Usuario: Cliente
Nombre historia: Registro de residente	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Bajo
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 1
Descripción: Como usuario necesito registrar nuevo residente a una residencia existente en la urbanización.	
Validación: <ul style="list-style-type: none">• Permitir seleccionar la urbanización al cual se va a registrar.• Solicitar correo personal ya que este será un identificador del residente.• Solicitar el correo del jefe de familia o propietario de la residencia al cual se va a registrar.• Los datos necesarios para el registro del nuevo residente deben ser<ul style="list-style-type: none">○ Tipo de identificación○ Identificación○ Nombres y apellidos○ Teléfono convencional○ Teléfono móvil○ Correo electrónico• Los tipos de identificación deben ser Cédula, RUC y Pasaporte.• Todos los datos ingresados deben ser validados.• Para verificar que cuenta con acceso al correo registrado, se solicitará enviar un PIN de seguridad para completar el registro.• Al finalizar el registro debe presentar mensaje de información.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Historia de usuario HU-04

Historia de Usuario	
ID: HU-04	Usuario: Residente
Nombre historia: Inicio de sesión	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 5	Iteración asignada: 1

Descripción:

Como usuario de la aplicación AdmitKey quiero iniciar sesión con mi correo y contraseña. En caso de que mi correo esté registrado en más de una urbanización necesito que me indique una lista de urbanizaciones en donde está registrado mi correo para poder seleccionar e ingresar al menú principal si no, simplemente pasar al menú principal.

La vista del menú principal debe ser configurado con el nombre de la urbanización y las funcionalidades correspondientes en ese instante.

Validación:

- Si se ha ingresado un correo o contraseña incorrectos, debe indicar un mensaje de información del evento ocurrido en la validación de estos.
- Si el ingreso ha tenido éxito, debe indicar un mensaje de bienvenida.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Historia de usuario HU-05

Historia de Usuario	
ID: HU-05	Usuario: Residente
Nombre historia: Visualización de información de la residencia	
Prioridad en negocio: Baja	Riesgo en desarrollo: Bajo
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 1
Descripción:	
Después de haber ingresado a la aplicación necesito ver la información de la residencia al que pertenezco.	
Validación:	
<ul style="list-style-type: none">• Para ver la información no se debe ingresar ningún dato.• La información debe presentarse en una vista flotante.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Historia de usuario HU-06

Historia de Usuario	
ID: HU-06	Usuario: Residente
Nombre historia: Cambio de contraseña	

Prioridad en negocio: Media

Riesgo en desarrollo: Bajo

Puntos estimados: 2

Iteración asignada: 1

Descripción:

Como usuario necesito cambiar la contraseña de modo interno y externo. Interno si se produce la necesidad y externo en caso de haber olvidado. En cualquiera de los casos el sistema Kaminu debe enviarme la nueva contraseña al correo.

Validación:

- Para cambio externo se debe indicar la urbanización y el correo
- Para cambio interno se debe indicar el correo y la contraseña antigua.
- Una vez terminado la solicitud de cambio de contraseña debe indicar un mensaje de información en pantalla.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Historia de usuario HU-07

Historia de Usuario

ID: HU-07

Usuario: Residente

Nombre historia: Apertura de barrera

Prioridad en negocio: Alta

Riesgo en desarrollo: Alto

Puntos estimados: 8

Iteración asignada: 2

Descripción:

Como usuario de la aplicación una vez iniciado sesión en esta, necesito abrir la barrera de acceso ya sea para el ingreso o la salida de la urbanización con tan solo pulsar un botón. Esta acción debe realizarse mediante comunicación inalámbrica Bluetooth.

Validación:

- La aplicación debe detectar el dispositivo controlador de barrera más cercano para abrir.
- En cualquier evento erróneo que suceda debe presentar mensaje de información en pantalla.
- En caso de ejecutar correctamente la apertura de barrera debe presentar mensaje de bienvenida.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Historia de usuario HU-08

Historia de Usuario	
ID: HU-08	Usuario: Residente
Nombre historia: Apertura de barrera con botón rápido	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 5	Iteración asignada: 1
Descripción: Como usuario de la aplicación necesito abrir la barrera de ingreso a la urbanización sin iniciar sesión en la aplicación desde un botón asignado a la urbanización.	
Validación: <ul style="list-style-type: none">• La aplicación debe detectar el dispositivo controlador de barrera más cercano para abrir.• En cualquier evento erróneo que suceda debe presentar mensaje de información en pantalla.• En caso de ejecutar correctamente la apertura de barrera debe presentar mensaje de bienvenida.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Historia de usuario HU-09

Historia de Usuario	
ID: HU-9	Usuario: Residente
Nombre historia: Invitación a personas	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Bajo
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 1
Descripción: Como usuario de la aplicación necesito invitar a personas que no residen dentro de la información. La invitación quiero realizar enviando un mensaje junto con el código de acceso mediante la aplicación de mensajería WhatsApp.	
Validación: <ul style="list-style-type: none">• Se debe indicar el número celular y el nombre de la persona a quien va a invitar• El ingreso de datos antes mencionados se cargará al seleccionar un contacto desde su agenda telefónica del celular.	

- Permitir también el ingreso manual de los datos antes mencionados.
- En caso de ser número extranjero debe contener su respectivo código de país.
- El mensaje de invitación junto con el código de acceso debe ser generado por el Sistema Kaminu.
- Ejecutar la aplicación WhatsApp.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Historia de usuario HU-10

Historia de Usuario	
ID: HU-10	Usuario: Residente
Nombre historia: Gestionar estado de cuenta	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 8	Iteración asignada: 2
Descripción:	
Como residente necesitar visualizar la lista de valores por pagar con su respectivo concepto y de ellos poder pagar el valor deseado mediante pasarelas de pagos seguros de los cuales se debe reflejarse el historial de pagos realizados.	
Validación:	
<ul style="list-style-type: none"> • Se mostrará el monto total de la deuda del cual el residente decida cancelar el monto deseado. • Para las transacciones bancarias se redirigirá al sitio de la pasarela de pagos. • Una vez finalizado la transacción, se mostrará un mensaje de resumen con el estado y el valor de la transacción. 	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Historia de usuario HU-11

Historia de Usuario	
ID: HU-11	Usuario: Residente
Nombre historia: Bloqueo de vehículos	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Bajo
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 1
Descripción:	

Como residente necesito bloquear o desbloquear la apertura de la barrera a un determinado vehículo por razones de seguridad. Esto bloqueará la apertura de la barrera por placa o por lectura del dispositivo Tag ya que las entradas cuentan con la apertura de barreras en las modalidades mencionadas en donde imposibilita la verificación de que el propietario esté a bordo.

Validación:

- Para el bloqueo o desbloqueo se solicitará la contraseña.
- Se mostrará el listado de vehículos con su respectivo estado de bloqueo.
- Al finalizar la acción de bloqueo o desbloqueo se mostrará mensaje de información en pantalla.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Historia de usuario HU-12

Historia de Usuario	
ID: HU-12	Usuario: Residente
Nombre historia: Interacción con la administración	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Bajo
Puntos estimados: 5	Iteración asignada: 1
Descripción: Como residente necesito reportar problemas o quejas a la administración de la urbanización desde la aplicación móvil con mensaje de texto y fotografía del caso. Así también ver las respuestas dadas por la administración y poder responder sobre el mismo generando una conversación del tema reportado.	
Validación: <ul style="list-style-type: none">• Por cada mensaje se puede agregar una imagen o fotografía del caso.• La imagen o fotografía se debe enviar al servidor mediante servicio FTP.• En la aplicación se mostrará el listado de problemas reportados con su respectivo estado de atención.• Existirá tres tipos de estados Son atender, Leído y Atendido.• Al finalizar el envío del problema se mostrará mensaje de información en pantalla.	

Fuente: Elaboración propia, 2022

Tabla 22. Historia de usuario HU-13

Historia de Usuario	
ID: HU-13	Usuario: Residente
Nombre historia: Interacción con centro de control	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Bajo
Puntos estimados: 5	Iteración asignada: 1
Descripción: Como residente necesito reportar alarmas a puntos de control en caso de que presenciara el suceso mediante mensaje de texto y tipo del suceso desde la misma aplicación. También es necesario la calificación de atención a la alarma reportada.	
Validación: <ul style="list-style-type: none">• Los tipos de la alarma deben estar categorizadas para solamente seleccionar.• Se mostrará un listado con las alarmas reportadas cada uno con sus respectivos estados de atención.• Los estados de atención serán los siguientes: Sin atender, Leído y Atendido.• Al finalizar el envío del reporte se indicará un mensaje de información en pantalla.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Historia de usuario HU-14

Historia de Usuario	
ID: HU-14	Usuario: Administrador
Nombre historia: Publicación de la aplicación AdmitKey	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Bajo
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 1
Descripción: Como administrador del sistema Kaminu necesito que la aplicación móvil AdmitKey sea publicada en las tiendas App Store para plataformas iOS y en Play Store para plataformas Android	
Validación: <ul style="list-style-type: none">• Disponibilidad para el público en ambas tiendas mencionadas.	

Fuente: Elaboración propia

2.2 Análisis de procesos a desarrollar

2.2.1 Funciones de software

A continuación, se enuncia las funcionalidades con las que debe contar la aplicación de escritorio Proxy Celular y la aplicación móvil AdmitKey.



Figura 22. Diagrama de descomposición de funciones Proxy Celular
Fuente: Elaboración propia

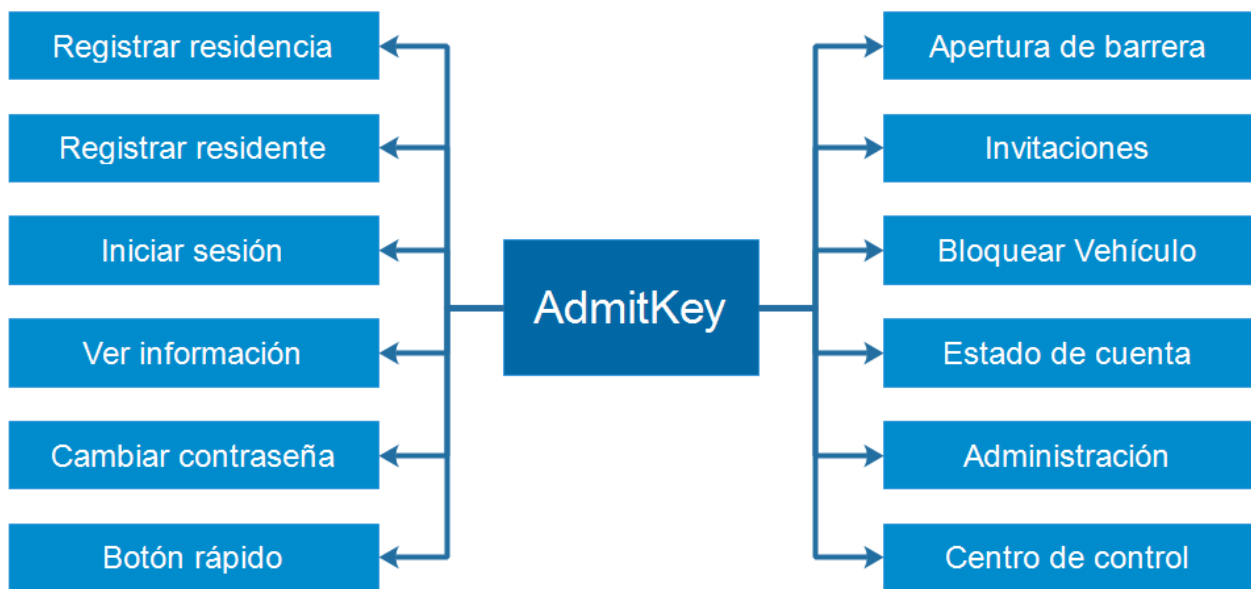


Figura 23. Diagrama de descomposición de funciones de AdmitKey
Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Definición del Product backlog

En base a las historias de usuarios tomadas para el levantamiento de requisitos se genera la siguiente tabla de Product Backlog.

Tabla 24. Product Baclog

ID	Prioridad	Historia	Estimación
HU-01	Alta	Gestión de comandos	8
HU-02	Alta	Registro de residencia	3
HU-03	Alta	Registro de residente	3
HU-04	Alta	Inicio de sesión	5
HU-05	Baja	Visualización de la información de la residencia	1
HU-06	Media	Cambio de contraseña	2
HU-07	Alta	Apertura de barrera	8
HU-08	Alta	Apertura de barrera con botón rápido	5
HU-09	Media	Invitación a personas	2
HU-10	Media	Gestionar estado de cuenta	8
HU-11	Alta	Bloqueo de vehículos	2
HU-12	Alta	Interacción con la Administración	5
HU-13	Alta	Interacción con Centro de control	5
HU-14	Alta	Publicación de la aplicación AdmitKey	3

Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Definición de roles del proyecto

Según la metodología Scrum que se aplica en este desarrollo, se debe asignar un rol a cada persona involucrada en este. A continuación, la distribución.

Tabla 25. Roles Scrum

Persona	Descripción	Rol
Ing. José Palacios	Gerente general de la empresa PROCELEC CIA. LTDA.	Propietario de producto (Product Owner)
Ing. Fausta Salazar	Docente de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la UTN	Jefe de proyecto (Product Owner)
Sr. Wilman Matango	Tesista y desarrollador de software	Equipo de desarrollo (Development Team)
Ing. Javier Trejo	Docente de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la UTN	
Ing. Daisy Imbaquingo		

Fuente: Elaboración propia

2.2.4 Planificación de Sprints

A continuación, se presenta la planificación de las iteraciones para el desarrollo del proyecto hasta obtener el producto final. Cada iteración (sprint) constará de 10 días o de 80 horas.

Tabla 26. Sprint 1

Sprint 1			
ID Historia	Actividad	Tarea	Horas
HU-01	Gestión de comandos (Proxy Celular)	Crear y preparar nuevo proyecto de tipo aplicación de escritorio para Windows	4
		Diseño de las interfaces	6
		Crear función receptora de conexiones TCP/IP Fase I	8
		Crear función receptora de conexiones TCP/IP Fase II	8
		Crear función de encriptado y desencriptado	8
		Crear canal de conexión a la BD del Sistema Kaminu	8
		Crear función procesadora de tramas e identificador de comandos 1 al 10	8
		Crear función procesadora de tramas e identificador de comandos 11 al 20	8
		Crear función procesadora de tramas e identificados de comandos 21 al 30	8
		Crear función procesadora de tramas e identificador de comandos 31 al 36	6
		Crear función de envío de respuestas	8
TOTAL			80

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 27. Sprint 2**

Sprint 2			
ID Historia	Actividad	Tarea	Horas
HU-04	Inicio de sesión	Crear y preparar nuevo proyecto de Xamarin Forms con patrón MVVM y capacidad de emitir conexiones de tipo TCP/IP	4

	Crear portadas de la aplicación para cada S.O.	2
	Crear funciones de encriptado y desencriptado	4
	Crear la vista de inicio de sesión	3
	Crear modelo de vista para inicio de sesión	4
	Crear modelo para iniciar sesión	6
	Crear vista de menú principal	4
	Crear modelo de vista y modelo del menú principal	8
	Crear función de guardado de datos en el dispositivo	6
	Crear función configuradora de la aplicación	6
HU-02	Registrar residencia	
	Crear vista de indicaciones e información	2
	Crear vista para registrar correo	2
	Crear modelo de vista y modelo para registrador de correo	2
	Crear vista para formulario de registro de la nueva residencia	8
	Crear modelo de vista y modelo para registro de la nueva residencia	8
	Crear función que permita desplegar la ubicación con el uso de GPS	1
	Configurar la gestión de permisos para el uso de GPS en ambas plataformas (Android y iOS)	1
HU-03	Registrar residente	
	Añadir elementos necesarios a la vista de registro de correo	1
	Añadir atributos, propiedades y funciones al modelo de vista y modelo de en registrador de correo	2
	Crear vista para formulario de registro del nuevo residente	2

	Crear modelo de vista y modelo para registrador de nuevo residente	4
TOTAL		80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Sprint 3

Sprint 3			
ID Historia	Actividad	Tarea	Horas
HU-07	Apertura de barrera	Crear función escáner para la comunicación inalámbrica Bluetooth	8
		Crear función detectora de entradas o salidas entre los dispositivos encontrados en el escáner	8
		Crear función que entable la comunicación con el dispositivo controlador de la barrera (envío de comando y receptor de notificación)	8
		Crear función receptora de respuesta del controlador de barreras.	8
		Configurar la gestión de permisos para uso de Bluetooth en ambas plataformas (Android y iOS)	2
		Realizar pruebas de comunicación Bluetooth en ambiente controlado y corrección de errores	8
		Realizar pruebas de comunicación Bluetooth en ambiente libre y calibración de la conexión Fase I	8
		Realizar pruebas de comunicación Bluetooth en ambiente libre y calibración de conexión Fase II	6
		Realizar pruebas de comunicación en ambiente real de producción y calibración de la conexión	8

HU-08	Apertura de barrera con botón rápido	Crear función que extraiga datos guardados en el dispositivo para enviar a la función de conexión Bluetooth	5
		Extender la función conexión Bluetooth	3
		Realizar pruebas improvisadas y en campo	8
TOTAL			80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Sprint 4

Sprint 4			
ID Historia	Actividad	Tarea	Horas
HU-11	Bloqueo de vehículos	Crear vista para ver la lista de vehículos registrados	4
		Crear modelo de vista y modelo para visor de la lista de vehículos	6
		Crear vista flotante para ingresar la contraseña	4
HU-12	Interacción con la Administración	Crear vista para el listado de problemas reportados	6
		Crear modelo de vista y modelo para la vista del listado de problemas reportados	8
		Crear vista para la conversación	6
		Crear modelo de vista y modelo para conversación	8
		Configurar la gestión de permisos de uso de la cámara y galería en ambas plataformas (Android y iOS)	2
		Crear función que envía la imagen mediante servicio FTP	4
HU-13	Interacción con Centro de Control	Crear vista para el listado de alarmas reportadas	6
		Crear modelo de vista y modelo para el listado de alarmas reportadas	8
		Crear vista que reporta las alarmas	6

	Crear modelo de vista y modelo para reportador de alarmas	8
	Crear vista flotante para dar calificación sobre la atención de la alarma reportada	4
TOTAL		80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Sprint 5

Sprint 5			
ID Historia	Actividad	Tarea	Horas
HU-9	Invitación a personas	Crear vista para el formulario de invitación	4
		Crear modelo de vista y modelo para invitaciones	6
		Configurar la gestión de permisos para el uso de Contactos en ambas plataformas (Android y iOS)	2
HU-10	Gestión de estado de cuenta	Crear vista para el listado de deudas	6
		Crear modelo de vista para listado de deudas	5
		Crear modelo para listado de deudas	5
		Crear vista para el formulario de pago	6
		Crear modelo de vista y modelo para el formulario de pagos	4
		Crear modelo para el formulario de pagos	6
		Crear vista flotante para ver los términos y condiciones de uso de la pasarela de pagos	4
		Crear vista para ver las preguntas frecuentes al usar la pasarela de pagos PlacetoPay	6
		Crear vista para invocar el formulario web de la pasarela de pagos PlacetoPay	3
	Crear modelo de vista para invocador de PlacetoPay	3	

	Crear modelo para invocador de PlacetoPay	6
	Crear el gestor de comunicación para PlacetoPay	8
	Crear vista de historial de pagos	6
TOTAL		80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Sprint 6

Sprint 6			
ID Historia	Actividad	Tarea	Horas
HU-05	Visor de información	Crear vista flotante para visor de información	2
		Crear modelo de vista y modelo para visor de información	2
HU-06	Cambio de contraseña	Crear vista para cambio de contraseña externa	2
		Crear modelo de vista y modelo para cambio de contraseña externo	3
		Crear vista flotante para cambio de contraseña interno	2
		Crear modelo de vista y modelo para cambio de contraseña interno	3
HU-14	Publicación de la aplicación AdmitKey	Revisar la gestión de todos los permisos necesarios en ambas plataformas (Android y iOS)	4
		Realizar pruebas unitarias y funcionales de la aplicación Fase I	8
		Realizar pruebas unitarias y funcionales de la aplicación Fase II	8
		Realizar pruebas funcionales de la aplicación	4
		Preparar artefactos necesarios para la publicación de la aplicación Android en Play Store. Fase I	8

Preparar artefactos necesarios para la publicación de la aplicación Android en Play Store. Fase II	8
Publicar de la aplicación Android en Play Store	4
Preparar artefactos necesarios para la publicación de la aplicación iOS en App Store Fase I	8
Preparar artefactos necesarios para la publicación de la aplicación iOS en App Store Fase II	8
Publicar la aplicación iOS en App Store	4
Verificar la publicación y la disponibilidad de la aplicación en ambas tiendas	2
<hr/>	
TOTAL	80
<hr/>	

Fuente: Elaboración propia

2.3 Diseño de los procesos definidos

2.3.1 Diagrama de procesos

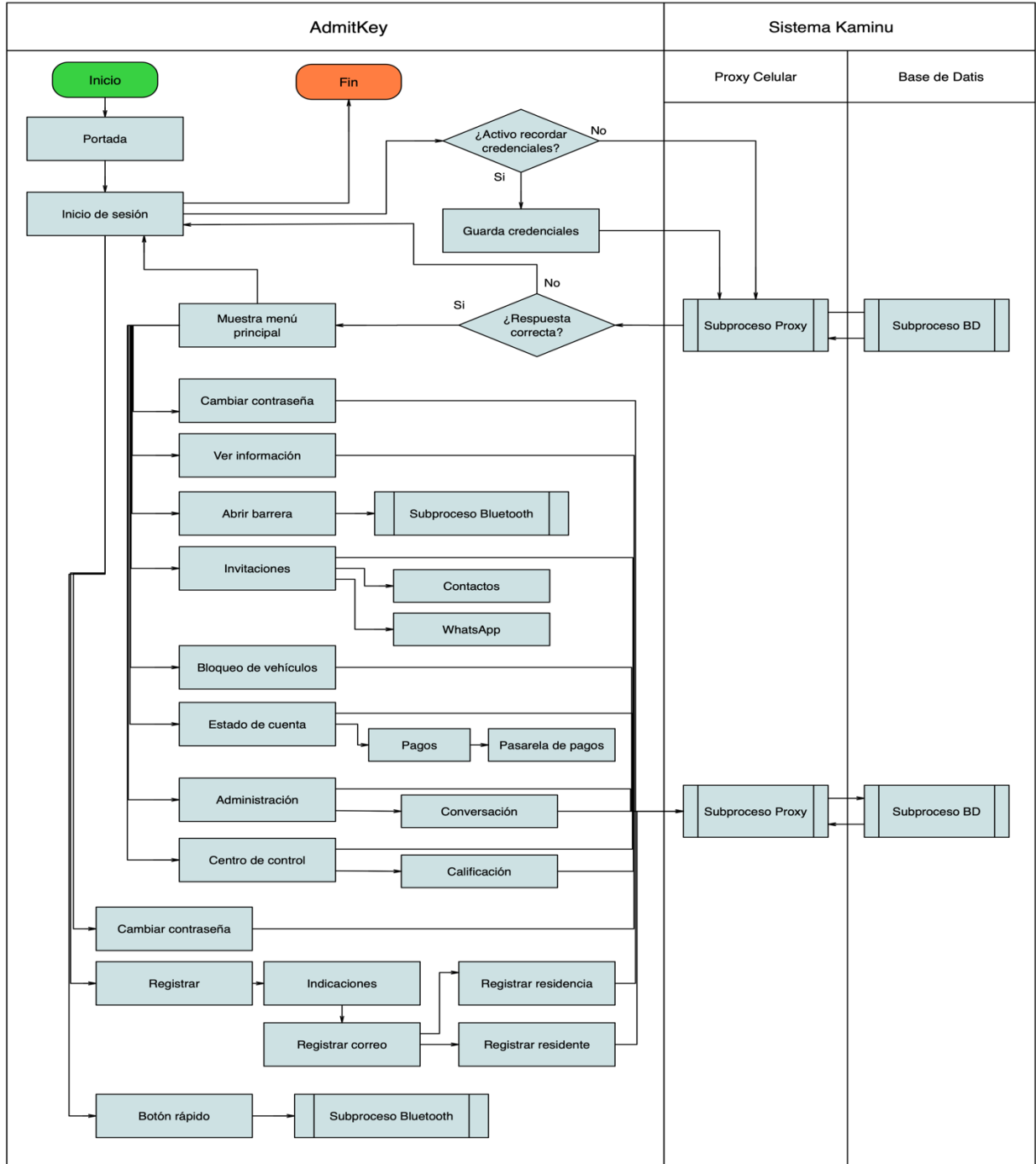


Figura 24. Diagrama de procesos AdmitKey
Fuente: Elaboración propia, 2022

Diagrama de Subproceso Proxy

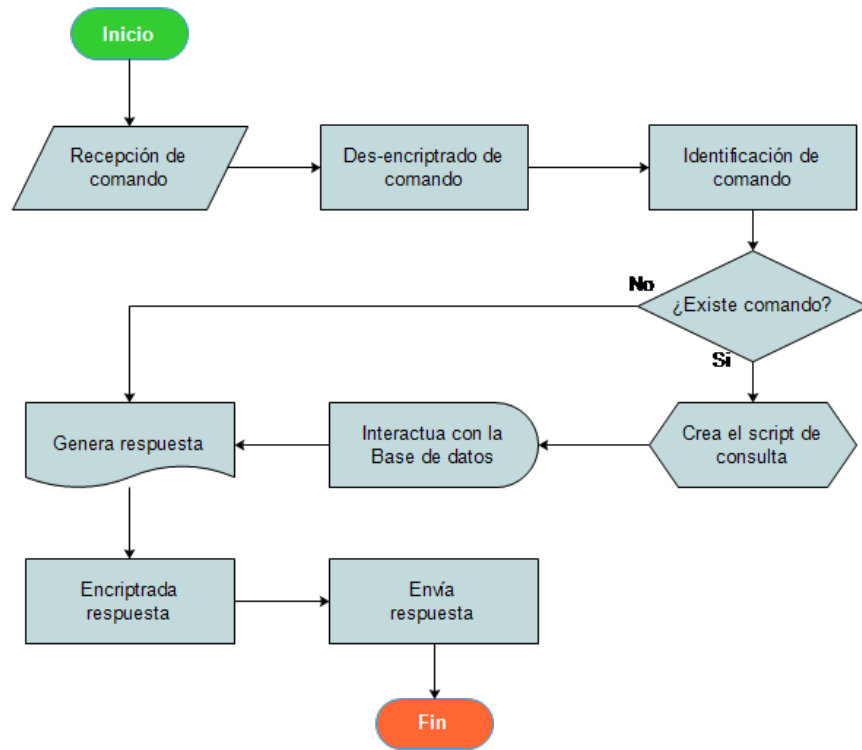


Figura 25. Diagrama de Subproceso Proxy
Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Subproceso Bluetooth

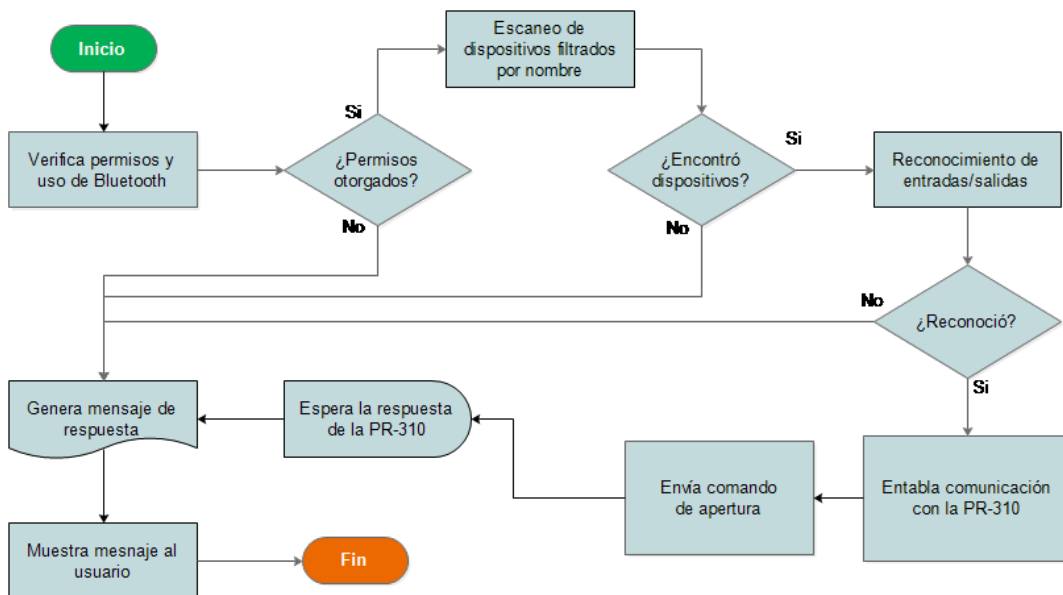


Figura 26. Diagrama de Subproceso Bluetooth
Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Diagrama de casos de uso

En esta sección se presenta la ilustración y la descripción de los casos de usos generados de las funcionalidades ejecutadas por parte del usuario como actor de la aplicación AdmitKey. La ilustración se realiza mediante diagramas UML.

Diagrama de registro de residencia

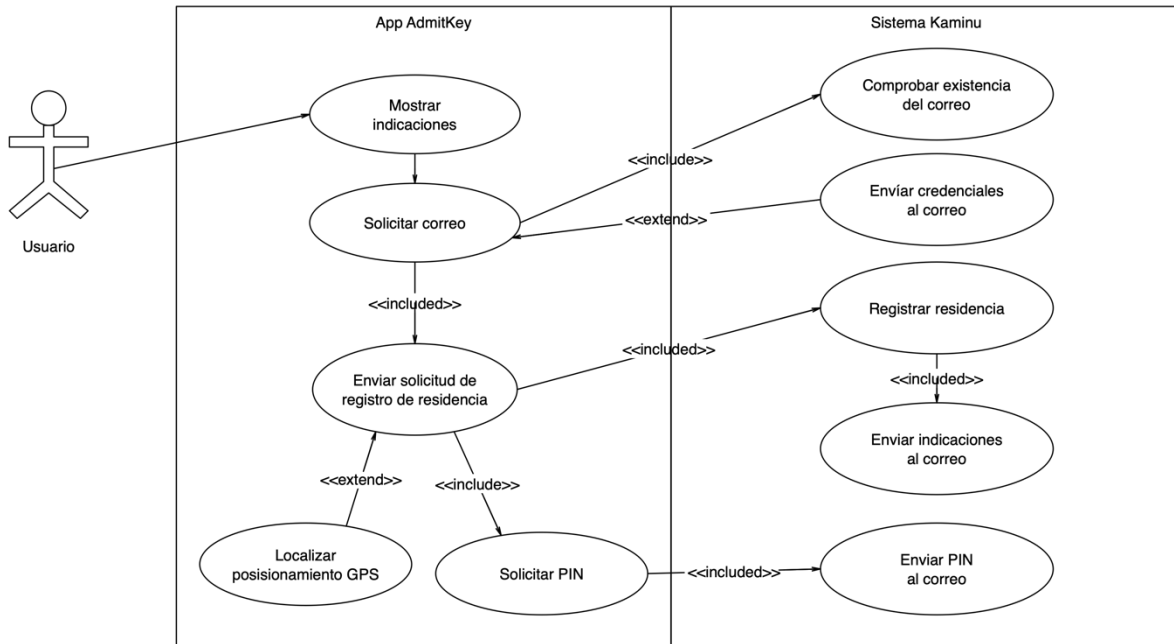


Figura 27. Diagrama de caso de uso 1: Registro de residencia
Fuente: Elaboración propia, 2022

En la tabla siguiente se describe el caso de uso registro de residencia.

Tabla 32. Caso de uso #1: Registro de residencia

Caso de uso #1	
Nombre	Registro de residencia
Descripción	Se muestra formulario para el registro del correo y otro para el registro de los datos de la residencia.
Actor	Usuario
Precondiciones	Ninguna

Flujo normal

1. El usuario pulsa el enlace de registro ubicado en el formulario de inicio de sesión.
2. El usuario lee las indicaciones para el registro.
3. El usuario selecciona registro de residencia y pulsa continuar.
4. La aplicación avanza a la siguiente pantalla.
5. El usuario selecciona la urbanización e ingresa el correo electrónico personal.
6. El usuario pulsa continuar.
7. La aplicación avanza a la siguiente pantalla.
8. El usuario rellena todos los datos en el formulario
9. El usuario pulsa Localizar el mismo que rellena los campos de latitud y longitud correspondientes a la ubicación actual de ese momento.
10. El usuario pulsa solicitar PIN de seguridad.
11. La aplicación muestra un mensaje informativo con la dirección del correo electrónico al que fue enviado el PIN
12. El usuario accede a su correo para ver el PIN de seguridad.
13. El usuario introduce el PIN de seguridad en el campo correspondiente del formulario.
14. El usuario pulsa enviar.
15. La aplicación muestra un mensaje informativo y se redirige a la pantalla de inicio de sesión.

Flujo alternativo

- ⇒ Paso 3
 - a.1. El usuario pulsa cancelar
 - a.2. La aplicación se redirige a la pantalla de inicio de sesión.
 - ⇒ Paso 6
 - a.1. El usuario pulsa cancelar
 - a.2. La aplicación se redirige a la pantalla de indicaciones.
 - b.1. La aplicación muestra un mensaje de error a causa de invalidación del correo.
 - c.1. La aplicación muestra un mensaje de error a causa de algún problema surgido en el Sistema Kaminu.
 - ⇒ Paso 10
 - a.1. La aplicación muestra mensaje de error a causa de algún problema surgido en el sistema Kaminu.
 - ⇒ Paso 14
 - a.1. El usuario pulsa Cancelar.
 - a.2. La aplicación se redirige al formulario de registro de correo.
 - ⇒ Paso 15
 - a.1. La aplicación muestra mensaje de error a causa de algún error surgido en el sistema Kaminu.
-

Fuente: Elaboración propia, 2022

Diagrama registro de residente

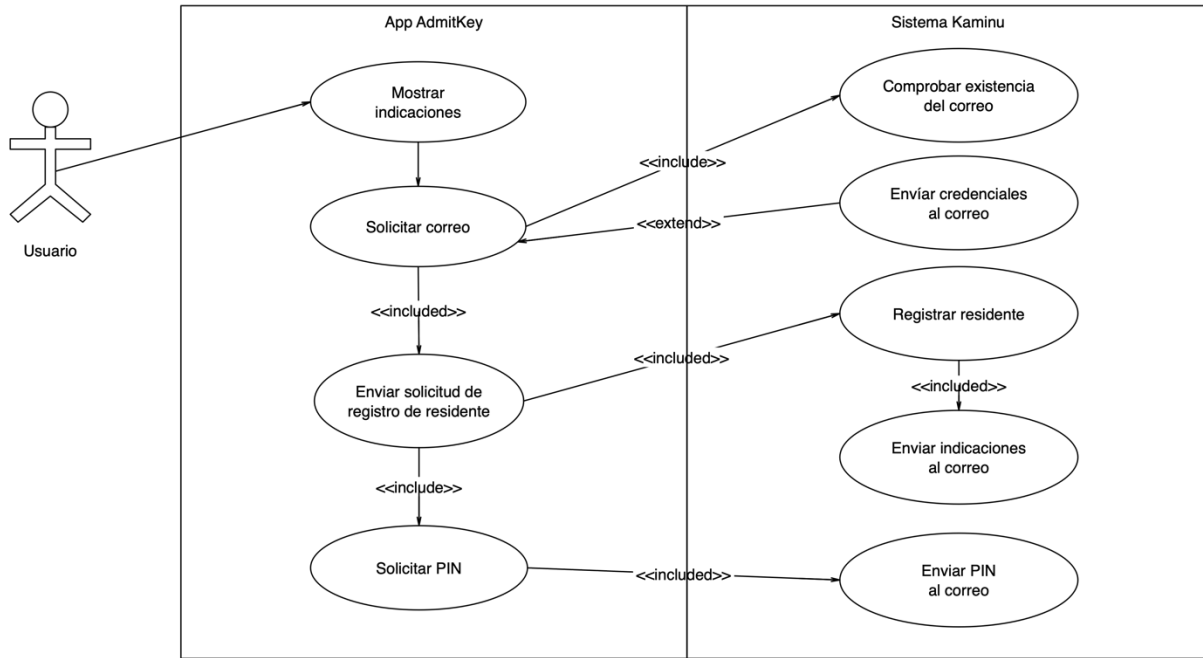


Figura 28. Diagrama de caso de uso 2: Registro de residente

Fuente: Elaboración propia, 2022

En la tabla siguiente se describe el caso de uso registro de residentes

Tabla 33. Caso de uso #2: Registro de residente

Caso de uso #2	
Nombre	Registro de residente
Descripción	Muestra un formulario para el registro de correo del residente y jefe familiar, otro para el registro de los datos del residente.
Actor	Usuario
Precondiciones	Conocer el correo del jefe familiar de la residencia al cual va a registrarse.
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario pulsa el enlace para el registro ubicado en el formulario de Inicio de sesión. 2. El usuario lee las indicaciones para el registro.

-
3. El usuario selecciona el registro de residente y pulsa continuar.
 4. La aplicación avanza al siguiente formulario.
 5. El usuario selecciona la urbanización e ingreso el correo personal y del jefe familiar.
 6. El usuario pulsa continuar.
 7. La aplicación avanza al siguiente formulario.
 8. El usuario rellena el formulario con todos los datos solicitados.
 9. El usuario pulsa solicitar PIN de seguridad
 10. La aplicación muestra un mensaje informativo con la dirección del correo electrónico al cual el PIN fue enviado.
 11. El usuario accede a su correo para verificar el PIN de seguridad.
 12. El usuario introduce el PIN de seguridad en el campo correspondiente del formulario.
 13. El usuario pulsa Enviar.
 14. La aplicación muestra un mensaje informativo y se redirige al formulario de inicio de sesión.

Flujo alternativo

⇒ Paso 3

- a.1. El usuario pulsa Cancelar.
- a.2. La aplicación se redirige al formulario de Inicio de sesión.

⇒ Paso 6

- a.1. El usuario pulsa Cancelar.
- a.2. La aplicación se redirige al formulario de Indicaciones.

⇒ Paso 10

- a.1. La aplicación muestra un mensaje de error a causa de algún error ocurrido en el sistema Kaminu.
- a.2. El usuario reintentará el Paso 9.

⇒ Paso 13

- a.1. El usuario pulsa Cancelar.
- a.2. La aplicación se redirige al formulario de registro de correos.

⇒ Paso 14

- a.1. La aplicación muestra mensaje de error a causa de algún problema ocurrido en el sistema Kaminu.
- a.2. El usuario reintentará el Paso 13.

Pos condiciones

Contar con credenciales de acceso a la aplicación AdmitKey.

Fuente: Elaboración propia, 2022

Diagrama de Inicio de sesión

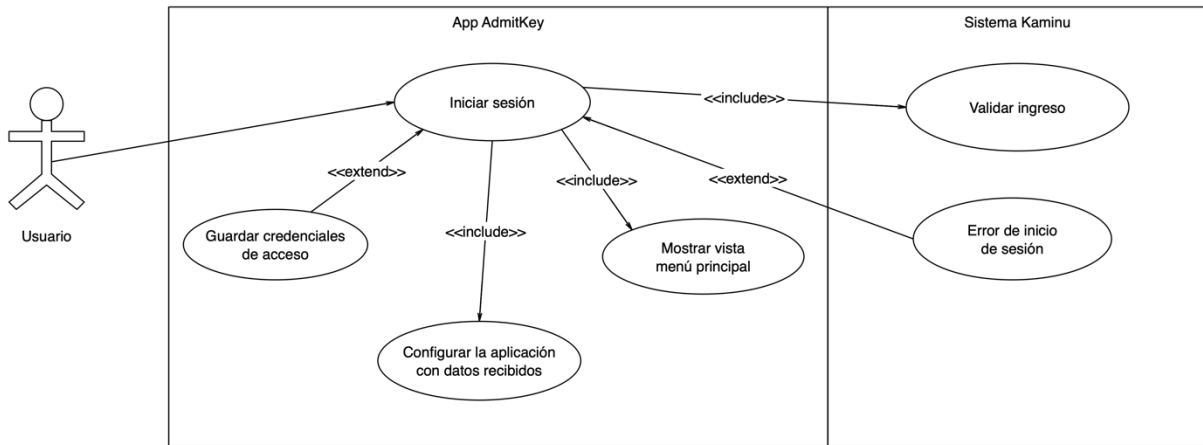


Figura 29. Diagrama de caso de uso 3: Inicio de sesión
Fuente: Elaboración propia, 2022

En la siguiente tabla se describe el caso de uso Inicio de sesión.

Tabla 34. Caso de uso #3: Inicio de sesión

Caso de uso #3	
Nombre	Inicio de sesión
Descripción	Muestra formulario para el ingreso a la aplicación.
Actor	Residente
Precondiciones	Contar con credenciales de acceso a la aplicación.
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El residente inicia la aplicación 2. La aplicación muestra el formulario para el ingreso de las credenciales. 3. El residente ingresa las credenciales y si desea selecciona la opción de recordar credenciales. 4. El residente pulsa Iniciar sesión. 5. La aplicación guarda las credenciales si ha seleccionado recordar credenciales y envía los datos al sistema Kaminu. 6. El sistema Kaminu valida y verifica las credenciales y, retorna datos necesarios a la aplicación. 7. La aplicación se configura con los datos recibidos del sistema Kaminu. 8. La aplicación avanza al menú principal y muestra mensaje de Bienvenida.

Flujo alternativo

⇒ Paso 6

- a.1. El sistema Kaminu falla en validar y verificar las credenciales y devuelve un mensaje a la aplicación.
- a.2. La aplicación muestra mensaje de error indicando el suceso ocurrido.

Pos condiciones La aplicación permite la navegación en las opciones del menú principal.

Fuente: Elaboración propia, 2022

Diagrama de Ver información

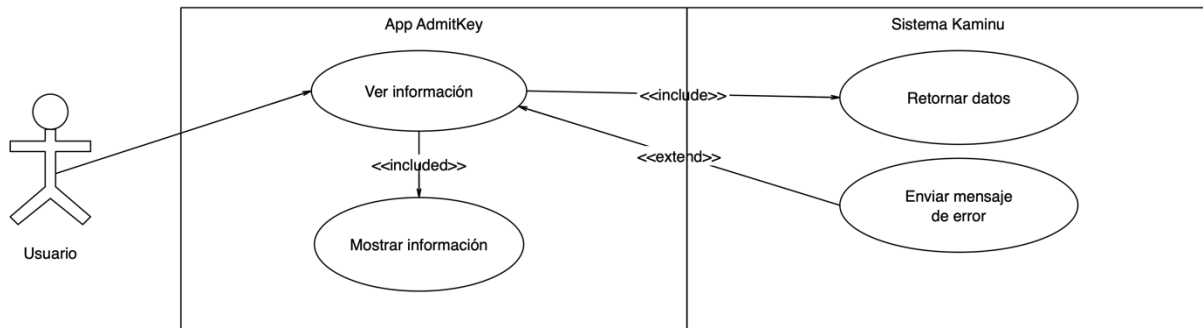


Figura 30. Diagrama de caso de uso 4: Ver información

Fuente: Elaboración propia, 2022

En la tabla siguiente se describe el caso de uso Ver información

Tabla 35. Caso de uso #4: Ver información

Caso de uso #4	
Nombre	Ver información
Descripción	Muestra una vista flotante con toda la información referente a la residencia en el cual el residente está registrado.
Actor	Residente
Precondiciones	El residente visualiza el menú principal.
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none">1. El residente pulsa el botón de opciones y selecciona la opción Ver información.2. La aplicación envía una petición al sistema Kaminu.

3. El sistema Kaminu responde la información correspondiente
4. La aplicación muestra un formulario flotante con la información.

Flujo alternativo

⇒ Paso 3

- a.1. El sistema Kaminu retorna algún otro mensaje en caso de encontrar la información o si haya ocurrido algún error.
- a.2. La aplicación muestra mensaje de error respectivo.

Pos condiciones Conocer los datos de la residencia dónde reside.

Fuente: Elaboración propia, 2022

Diagrama Cambio de contraseña

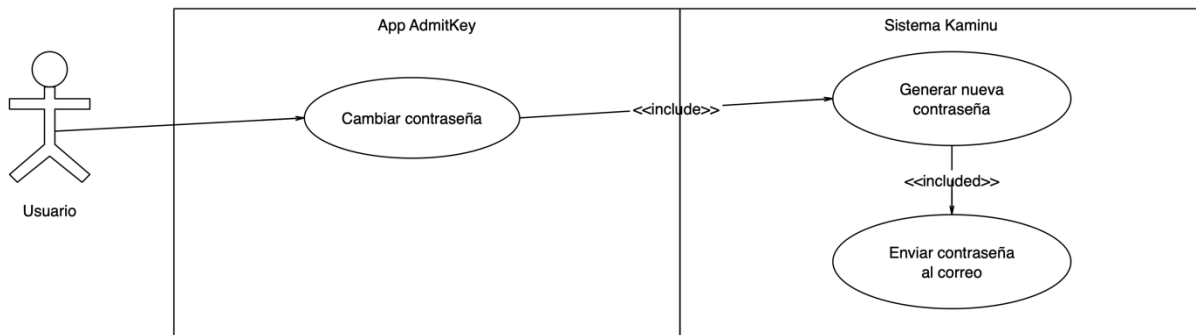


Figura 31. Diagrama de caso de uso 5: Cambio de contraseña

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se describe el caso de uso Cambio de contraseña

Tabla 36. Caso de uso #5: Cambio de contraseña

Caso de uso #5	
Nombre	Cambio de contraseña
Descripción	Muestra un formulario para la solicitud de cambio de contraseña.
Actor	Residente
Precondiciones	Haberse registrado en sistema Kaminu, y acceso a la aplicación.
Flujo normal	
1.	El residente presiona en el enlace de ¿Olvidó su contraseña? ubicado en el formulario de Inicio de sesión.

2. La aplicación avanza al formulario de solicitud de cambio de contraseña.
3. El residente selecciona la urbanización e ingresa el correo personal.
4. El residente pulsa el botón Resetear.
5. El sistema Kaminu envía las credenciales al correo registrado.
6. La aplicación muestra un mensaje informativo en pantalla y se redirige al formulario de Inicio de sesión.
7. El residente accede a su correo para verificar la contraseña.

Flujo alternativo

⇒ Paso 4

- a.1. El residente pulsa Cancelar.
- a.2. La aplicación se redirige al formulario de inicio de sesión

⇒ Paso 5

- a.1. El sistema Kaminu retorna un mensaje de error por algún suceso causado en la BD.

Pos condiciones Contar con la contraseña olvidada en el correo registrado.

Fuente: Elaboración propia

Diagrama Apertura de barrera

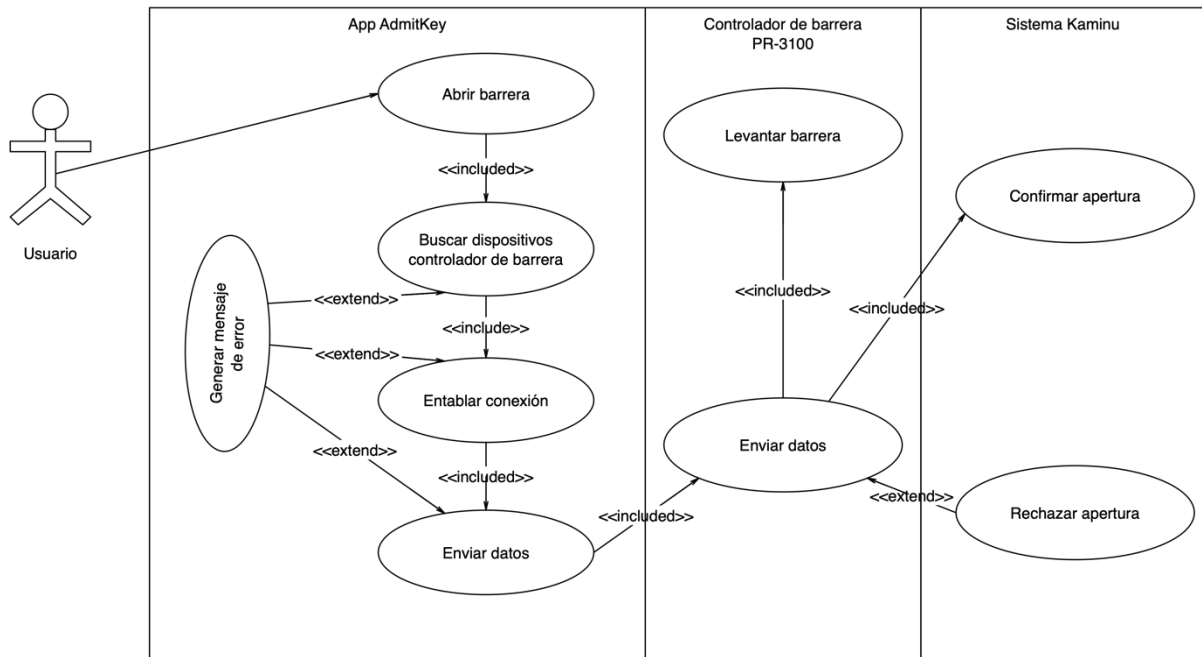


Figura 32. Diagrama de caso de uso 6: Apertura de barrera

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se describe el caso de uso Apertura de barrera.

Tabla 37. Caso de uso #6: Apertura de barrera

Caso de uso #6	
Nombre	Apertura de barrera
Descripción	Al pulsar un botón, abrirá la barrera de ingreso o salida de la urbanización mediante la comunicación inalámbrica Bluetooth.
Actor	Residente
Precondiciones	Contar con la aplicación instalada y credenciales de acceso a la aplicación.
Flujo normal	
<ol style="list-style-type: none">1. El residente desde el menú principal pulsa el botón Abrir barrera.2. La aplicación verifica el permiso de uso de componentes Bluetooth y Ubicación.3. La aplicación busca los dispositivos controladores de barrera Bluetooth.4. La aplicación reconoce el dispositivo y entabla conexión con el dispositivo controlador de barreras.5. La aplicación envía comando de apertura con credenciales del residente al controlador de barrera.6. El dispositivo controlador consulta al sistema Kaminu7. El sistema Kaminu confirma la apertura.8. El controlador de barrera ejecuta la acción de apertura y envía una notificación a la aplicación.9. La aplicación muestra un mensaje informativo en pantalla.	
Flujo alternativo	
⇒ Paso 2	
a.1. La aplicación en caso de detectar la restricción de uso de los componentes Bluetooth y Ubicación muestra mensaje de error en pantalla.	
⇒ Paso 3	
a.1. La aplicación no encuentra el dispositivo controlador de barreras e indica un mensaje de error en pantalla.	
⇒ Paso 4	
a.1. La aplicación al no reconocer el dispositivo controlador de barrera muestra un mensaje de error en pantalla.	
b.1. La aplicación al no poder entablar conexión muestra un mensaje de error en pantalla.	

⇒ Paso 7

- a.1. El sistema Kaminu rechaza la apertura.
- a.2. El dispositivo controlador de barrera no ejecuta la acción de apertura y envía notificación a la aplicación.
- a.3. La aplicación muestra mensaje de error en pantalla.

Pos condiciones Conseguir el ingreso a la urbanización o salida de esta.

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Invitaciones

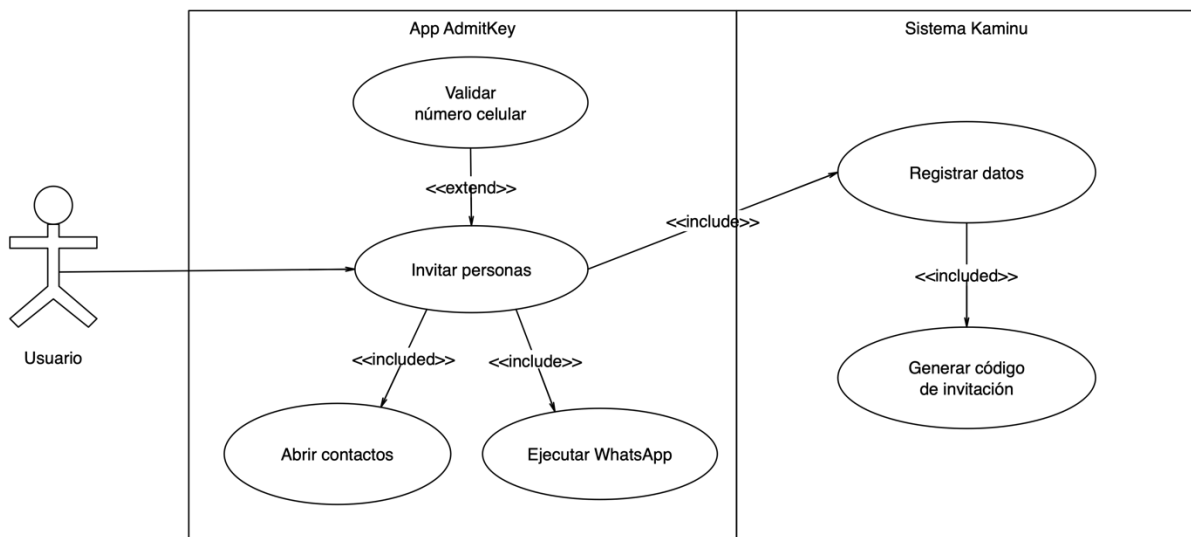


Figura 33. Diagrama de caso de uso 7: Invitaciones

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se describe el caso de uso Invitaciones.

Tabla 38. Caso de uso #7: Invitaciones

Caso de uso #7	
Nombre	Invitaciones
Descripción	Permite seleccionar un contacto desde la agenda de contactos para enviar invitación con un código de acceso que le permitirá ingresar al invitado a la urbanización.
Actor	Residente
Precondiciones	El residente debe haber ingresado correctamente a la aplicación y permitir el acceso a los contactos desde la aplicación.

Flujo normal

1. El residente desde el menú principal pulsa el botón de invitaciones
2. La aplicación accede a los contactos y muestra la lista para seleccionar.
3. El residente selecciona un contacto deseado.
4. La aplicación valida los datos y solicita un código al sistema Kaminu.
5. La aplicación envía un mensaje junto con el código de acceso para el invitado como parámetro a la aplicación WhatsApp y ejecuta.
6. El residente pulsa el botón de envío del mensaje en la aplicación WhatsApp.

Flujo alternativo

⇒ Paso 2

- a.1. La aplicación solicita la confirmación de acceso a Contactos.
- a.2. El residente confirma el acceso a los contactos.
- a.3. La aplicación accede a los contactos y muestra la lista para seleccionar.
- a.2.a. El residente rechaza el acceso a los contactos.

⇒ Paso 3

- a.1. El residente no selecciona y pulsa el botón retroceso.
- a.2. La aplicación se redirige al menú principal.

⇒ Paso 4

- a.1. La aplicación muestra un mensaje de error en caso de una validación fallida.

⇒ Paso 5

- a.1. La aplicación muestra un mensaje de error en caso de algún suceso ocurra al ejecutar la aplicación WhatsApp.

Pos condiciones

Invitación enviada a la persona deseada por el residente.

Fuente: Elaboración propia

Diagrama Bloqueo/Desbloqueo de vehículo

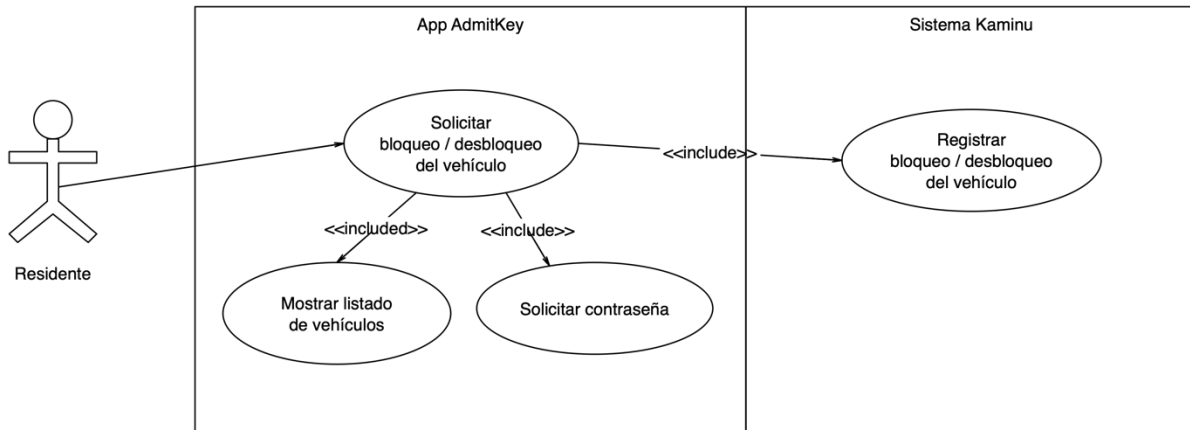


Figura 34. Diagrama de caso de uso 8: Bloqueo/Desbloqueo de vehículo
Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla siguiente se describe el caso de uso 8 Bloqueo/Desbloqueo de vehículo

Tabla 39. Caso de uso #8: Bloqueo/Desbloqueo de vehículo

Caso de uso #8	
Nombre	Bloqueo/Desbloqueo de vehículo
Descripción	Se muestra un listado de vehículos registrados en el sistema Kaminu en dónde podrá bloquear o desbloquear un vehículo mediante la contraseña de este aplicativo.
Actor	Residente
Precondiciones	Haber ingresado a la aplicación correctamente.
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El residente desde el menú principal de la aplicación pulsa el botón Bloquear vehículo. 2. La aplicación avanza a una vista donde muestra el listado de vehículos registrados en el sistema Kaminu. 3. El residente selecciona el vehículo deseado a bloquear o a desbloquearse. 4. La aplicación muestra una vista flotante donde solicita el ingreso de la contraseña para llevar a cabo la operación. 5. El residente ingresa la contraseña y pulsa el botón Bloquear o Desbloquear 6. La aplicación envía la solicitud al sistema Kaminu. 7. El sistema Kaminu ejecuta la operación solicitada por el residente.

8. La aplicación muestra mensaje informativo en pantalla.

Flujo alternativo

⇒ Paso 6

a.1. La aplicación muestra mensaje de error en pantalla si el residente se equivoca de contraseña en el paso 5.

⇒ Paso 8

a.1. La aplicación muestra mensaje de error en pantalla si en el sistema Kaminu ocurrió algo inesperado.

Pos condiciones Componente de seguridad en el vehículo.

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de estado de cuenta

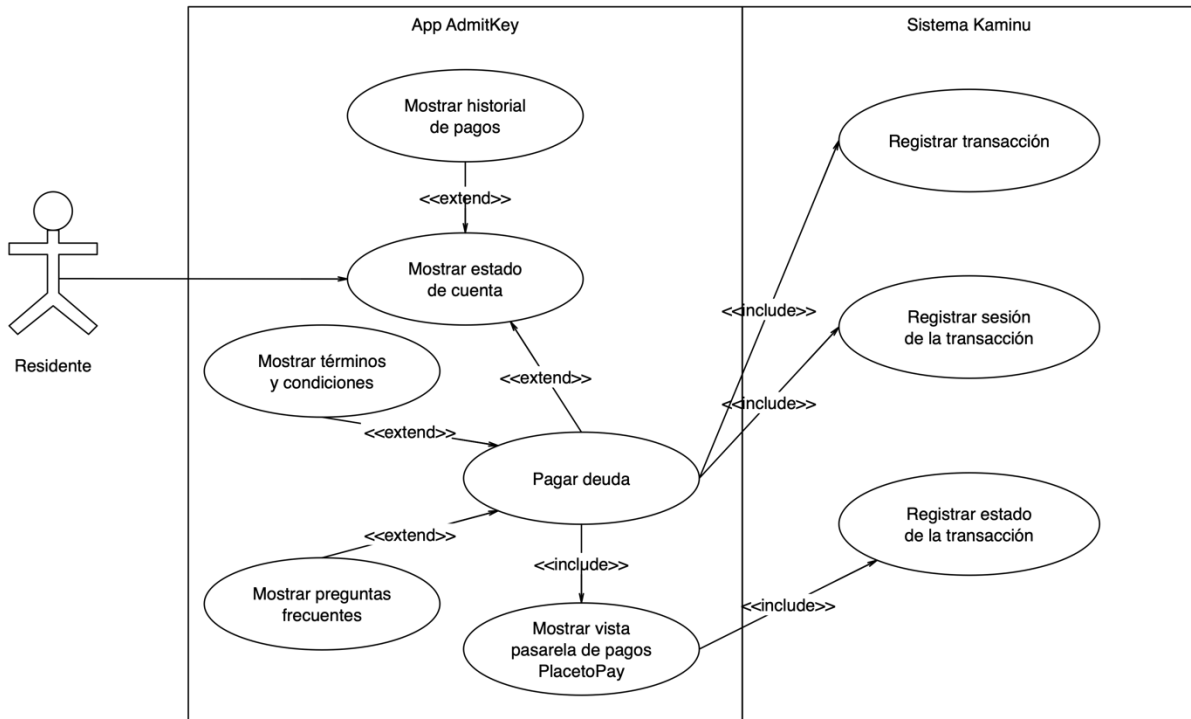


Figura 35. Diagrama de caso de uso 9: Estado de cuenta

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se describe el caso de uso 9: Estado de cuenta

Tabla 40. Caso de uso #9: Estado de cuenta

Caso de uso #9	
Nombre	Estado de cuenta
Descripción	Se muestra el listado de valores pendientes por cancelar en la cual el residente decide el valor a pagar a través de botón de pagos en línea de PlacetoPay. Además, se muestra el historial de pagos realizados como también preguntas frecuentes también preguntas frecuentes, términos y condiciones de uso del botón de pagos.
Actor	Residente
Precondiciones	Aplicación instalada y contar con las credenciales de acceso a la misma.
Flujo normal	
<ol style="list-style-type: none">1. El residente pulsa el botón de estado de cuenta desde el menú principal de la aplicación2. La aplicación avanza a la siguiente pantalla y muestra el listado de valores por cancelar extraídos del sistema Kaminu.3. El residente pulsa botón pagar4. La aplicación avanza a la siguiente pantalla y muestra el formulario inicial de pagos, opciones de ver los términos y condiciones de uso y las preguntas frecuentes referentes al botón de pagos PlacetoPay.5. El residente introduce la cantidad deseada a pagar y acepta los términos y condiciones.6. El residente pulsa el botón pagar.7. La aplicación avanza a la siguiente pantalla y muestra formulario web de PlacetoPay con el valor indicado en la pantalla anterior.8. El residente ingresa los datos de la tarjeta solicitados en el formulario9. El residente pulsa el botón pagar.10. La aplicación muestra resumen de la transacción con su respectivo estado y valor de esta.	
Flujo alternativo	
⇒ Paso 3	
<ol style="list-style-type: none">a.1. El residente pulsa el enlace ver pagosa.2. La aplicación avanza a la pantalla que muestra el listado del historial de pagos.	
⇒ Paso 5	
<ol style="list-style-type: none">a.1. El residente pulsa ve términos y condicionesa.2. La aplicación muestra los términos y condiciones en la pantallab.1. El residente pulsa el botón Preguntas frecuentes	

b.2. La aplicación muestra las preguntas frecuentes al usar el botón de pagos PlacetoPay

⇒ Paso 8

a.1. El residente pulsa el botón no quiero continuar

a.2. La aplicación redirige el formulario web a la pantalla de resumen indicando que se canceló la transacción.

Pos condiciones Valores por cancelar dentro de la urbanización cancelados

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Administración

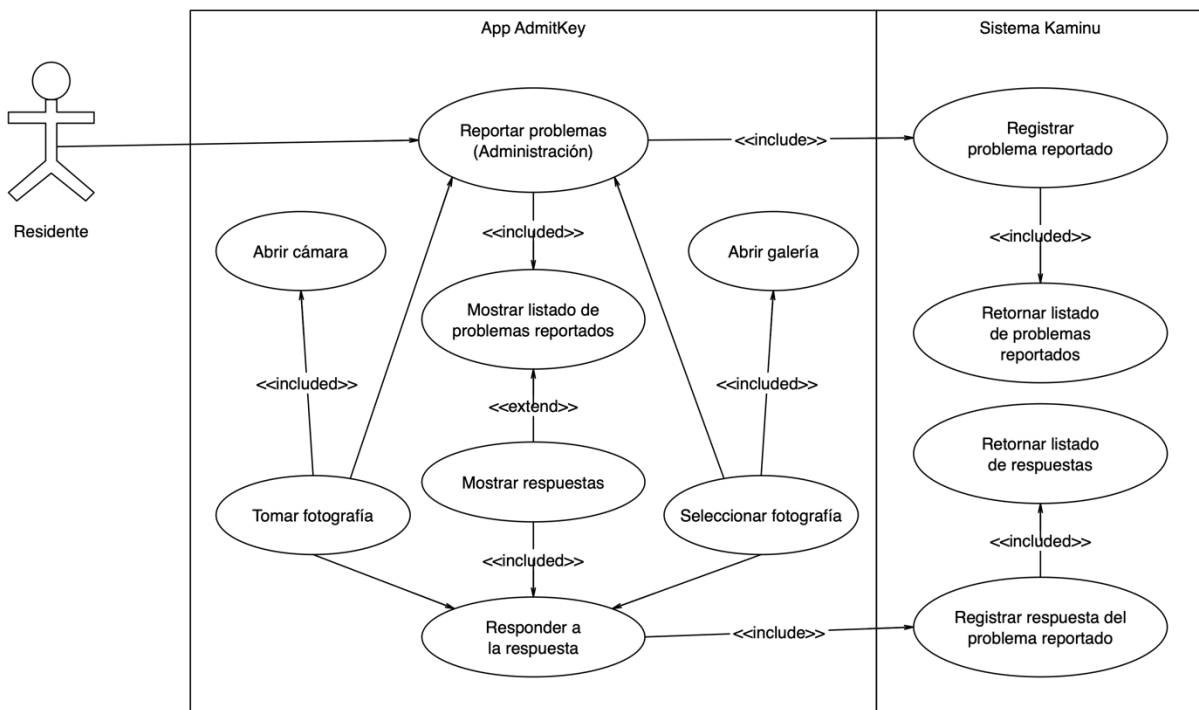


Figura 36. Diagrama de caso de uso 10: Administración

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se describe al caso de uso 10: Administración

Tabla 41. Caso de uso #10: Administración

Caso de uso #10	
Nombre	Administración
Descripción	Reportar problemas o pedidos que competan a la Administración de la urbanización con imágenes adjuntas.

Actor	Residente
Precondiciones	Aplicación instalada y contar con las credenciales para el acceso a la aplicación

Flujo normal

1. El residente pulsa el botón Administración ubicado en el menú principal
2. La aplicación avanza a la pantalla que muestra el listado de problemas reportados
3. El residente pulsa el botón Nuevo mensaje
4. La aplicación avanza a la pantalla de envío de mensajes
5. El residente ingresa el texto del mensaje y adjunta una imagen desde su galería o mediante la cámara.
6. El residente pulsa Enviar mensaje
7. La aplicación envía el mensaje al sistema Kaminu y muestra un mensaje informativo en pantalla.

Flujo alternativo

⇒ Paso 3

- a.1. El residente pulsa un problema de la lista.
- a.2. La aplicación consulta al sistema Kaminu y muestra los mensajes respondidos por la administración o un mensaje informativo en pantalla si aún no ha sido atendido.
- a.3. El residente escribe un nuevo mensaje y opcionalmente adjunta una nueva imagen
- a.4. El residente pulsa el botón Enviar mensaje.
- a.5. La aplicación envía el mensaje al sistema Kaminu y muestra un mensaje informativo.

Pos condiciones	Notificación de problemas enviados a la administración de la Urbanización.
------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Centro de control

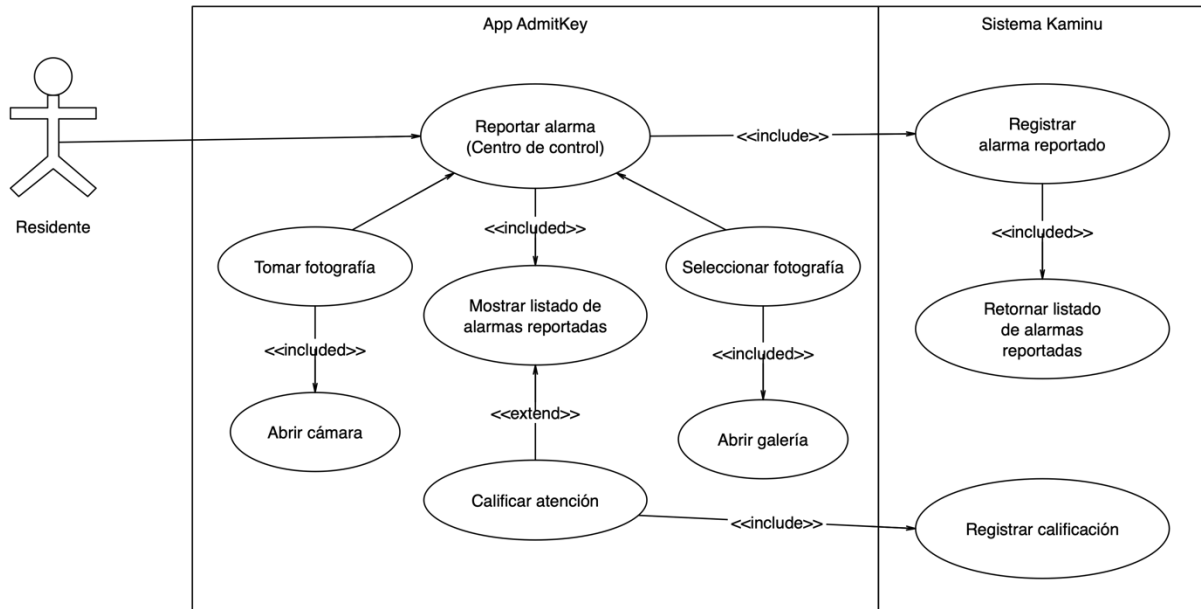


Figura 37. Diagrama de caso de uso 9: Centro de control

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se describe el caso de uso 10: Administración

Tabla 42. Caso de uso #11: Centro de control

Caso de uso #11	
Nombre	Centro de control
Descripción	Permite reportar alarmas o sucesos sospechosos a los puntos de control de la urbanización.
Actor	Residente
Precondiciones	Inicio de sesión correcto en la aplicación.
Flujo normal	
Envío	<ol style="list-style-type: none"> 1. El residente pulsa el botón Centro de control ubicado en el menú principal de la aplicación. 2. La aplicación avanza a la siguiente pantalla donde se muestra un listado de alarmas reportadas y un botón para reportar nuevas alarmas. 3. El residente pulsa Nuevo tema a reportar.

-
4. La aplicación avanza a la pantalla que muestra un formulario para rellenar la información necesarios.
 5. El residente selecciona el tipo de alarma, introduce el mensaje y opcionalmente agrega una imagen adjunta.
 6. La aplicación envía la alarma, indica un mensaje informativo en pantalla y retorna a la pantalla de la lista de alarmas reportadas.

Calificación

1. El residente selecciona un ítem de la lista.
2. La aplicación muestra en pantalla opciones de calificación
3. El residente introduce su calificación y pulsa el botón Enviar
4. La aplicación envía la calificación al sistema Kaminu y muestra en pantalla un mensaje informativo.

Flujo alternativo

Envío

⇒ Paso 6

La aplicación muestra en pantalla una alerta en caso de que haya ocurrido algún error.

Calificación

⇒ Paso 4

La aplicación muestra en pantalla una alerta en caso de que haya ocurrido algún error.

Pos condiciones

Alarmas notificadas a los centros de control existentes dentro de la urbanización.

Fuente: Elaboración propia

2.4 Desarrollo de la aplicación

2.4.1 Arquitectura tecnológica

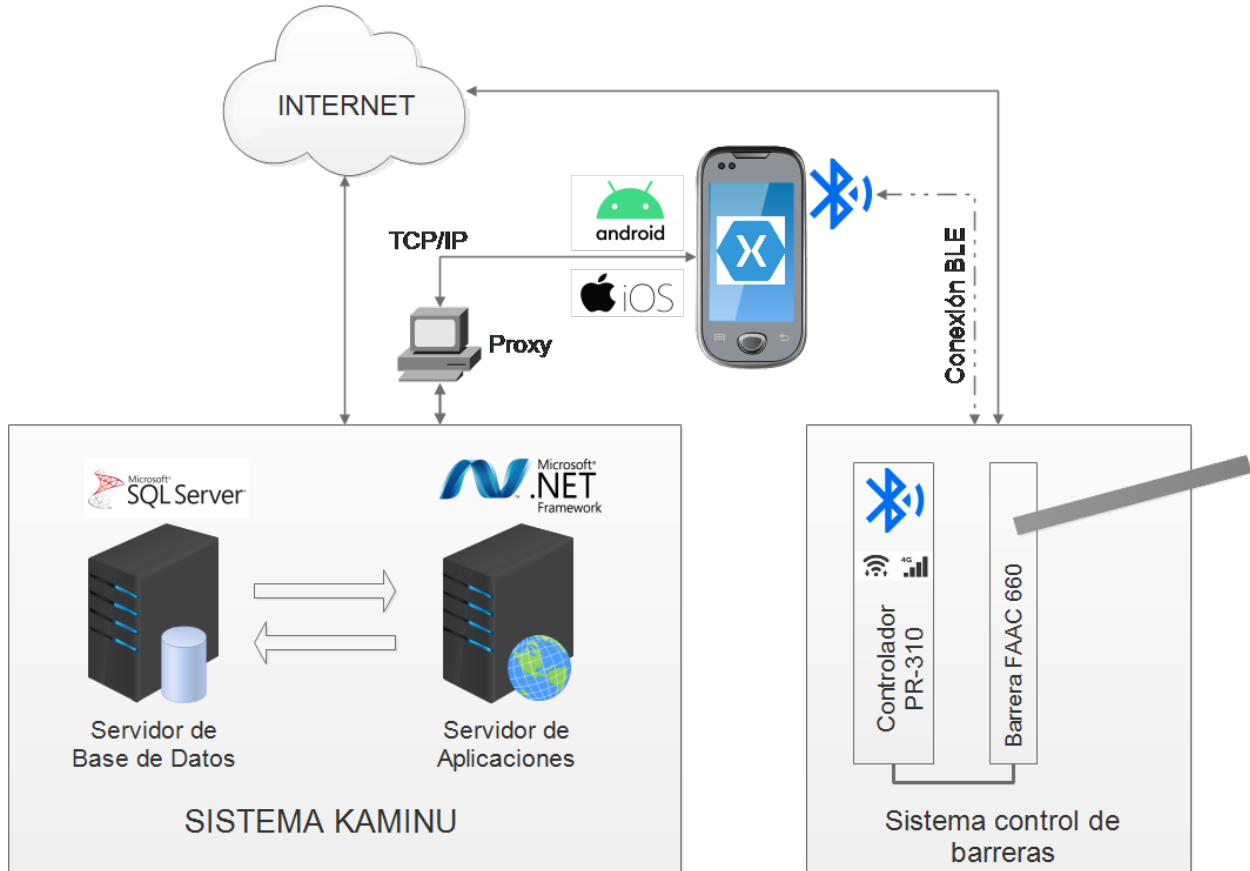


Figura 38. Arquitectura tecnológica AdmitKey
Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Sprint 1

HU-01 Gestión de Comandos

Para el desarrollo de gestor de comandos se elaboró un software de escritorio denominado Proxy Celular con lenguaje de programación Visual Basic 6.0. Esto con respecto a las políticas vigentes de uso de lenguajes de programación de la empresa Procelec Cía. Ltda.

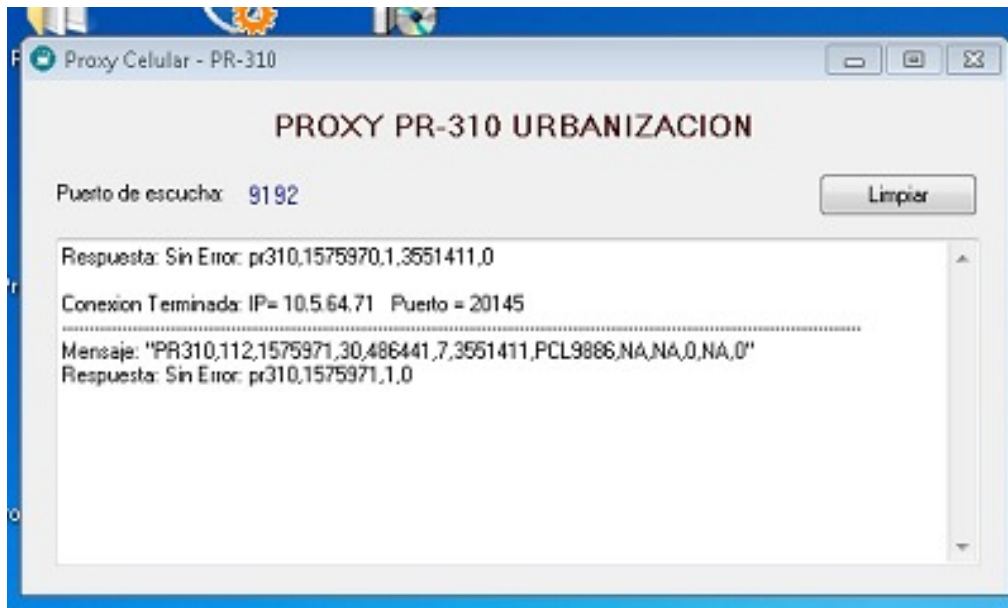


Figura 39. Proxy celular
Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Sprint 2

HU-02 Registro de Residencia

Para el respectivo registro de residencia se creó un formulario a la cual se puede acceder desde la pantalla de inicio de sesión, mismo que se conecta mediante el proxy celular para el guardado de datos en el sistema Kaminu.

CLARO EC 19:29 31%

AdmitKEY
EL CONDADO

Registro Propiedad

Una vez enviado el siguiente formulario, tanto el propietario de la vivienda como el arrendatario (Jefe de familia) recibirán el correo de inicio de solicitud de enrolamiento de propiedad.

Los datos de la sección 1.1 (Datos de la vivienda), pueden ser no exactos y podrán ser modificados por la administración de la urbanización al momento de la validación del formulario.

1. Datos de la vivienda:

Nro. Lote:

Nro. Propiedad:

Nomeclatura municipal:

Tipo de vivienda:

Calle principal:

Calle secundaria:

Coordenadas GPS

Latitud:

Longitud:

Figura 40. Formulario registro de residencia
Fuente: Elaboración propia

HU-03 Registro de residente

Para el respectivo registro de residentes se creó un formulario a la cual se puede acceder desde la pantalla de inicio de sesión de la aplicación, mismo que se conecta mediante el proxy celular para el guardado de datos en el sistema Kaminu.

CLARO EC 20:02 48%

AdmitKEY

Registro Residente

Correo

Tipo de Identificación

Nro de Identificación

Nombre

Correo de Jefe Familiar

Ingrese PIN

Figura 41. Formulario registro de residentes
Fuente: Elaboración propia

HU-04 Inicio de sesión

Se creó un formulario en la vista inicial de la aplicación para el respectivo acceso a la aplicación en dónde también se creó los accesos directos a formulario de registros y apertura externa.

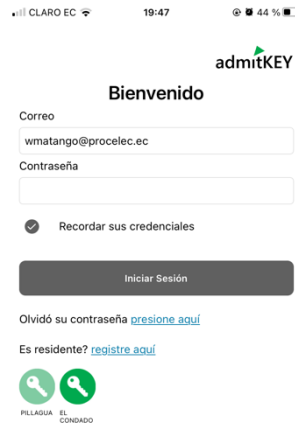


Figura 42. Vista inicio de sesión
Fuente: Elaboración propia

2.4.4 Sprint 3

HU-07 Apertura de barrera

Para este módulo se creó un botón de ejecución desde el menú, para esta funcionalidad se utilizó nuget Plugin.BLE existente en la librería de .NET, al instanciar dentro del proyecto de la aplicación se calibró en distintos escenarios maximizando la rapidez y eficiencia de la conexión al controlador de barreras llamadas PR-310 la cual se encuentra lista y preparada para recibir conexiones inalámbricas mediante tecnología Bluetooth.



Figura 43. Apertura desde menú principal
Fuente: Elaboración propia



Figura 44. Barrera abierta
Fuente: Propia

HU-08 Apertura de barrera con botón rápido

Para el funcionamiento del botón rápido, se extendió la misma funcionalidad creada anteriormente, a la cual se añade la activación de ésta cuando el usuario haya ingresado al menos una vez a la aplicación.

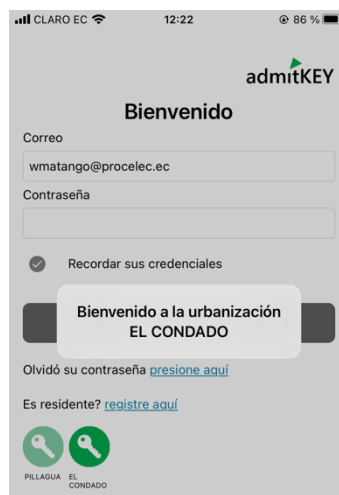


Figura 45. Apertura desde botones rápidos
Fuente: Elaboración propia

2.4.5 Sprint 4

HU-11 Bloqueo de vehículos

En la aplicación se presenta la lista de vehículos registrados, desde la cual el residente puede activar y desactivar la apertura de la barrera ingresando su clave personal.



Figura 46. Lista de vehículos registrados
Fuente: Elaboración propia

HU-12 Administración

En cumplimiento del requerimiento de la tarea básica para la administración, se creó un gestor administrativo que cuenta con un listado de mensajes enviados a la administración como también un chat para la interacción con la misma.

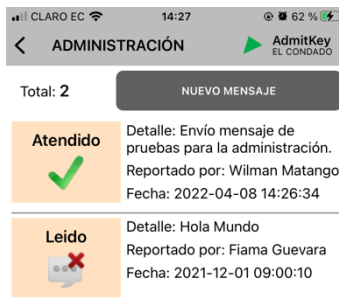


Figura 47. Lista de Mensajes
Fuente: Elaboración propia

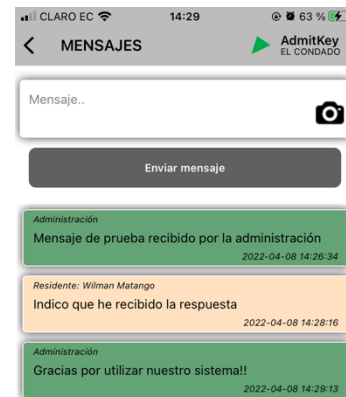


Figura 48. Conversación
Fuente: Elaboración propia

HU-13 Centro de control

Se creó un formulario para el reporte de las alarmas categorizados con el fin de indicar el nivel de gravedad y su pronta intervención ante la recepción de éstas.

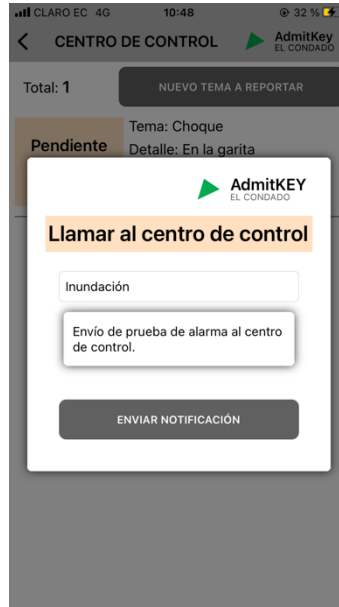


Figura 49. Formulario reportador de alarmas
Fuente: Elaboración propia

2.4.6 Sprint 5

HU-09 Invitaciones

Para el desarrollo de esta funcionalidad, fue necesario el acceso a los contactos guardados en el móvil del usuario para posteriormente recibir mensaje generado por el sistema Kaminu y ésta a su vez enviárselo mediante la aplicación de mensajería instantánea WhatsApp.

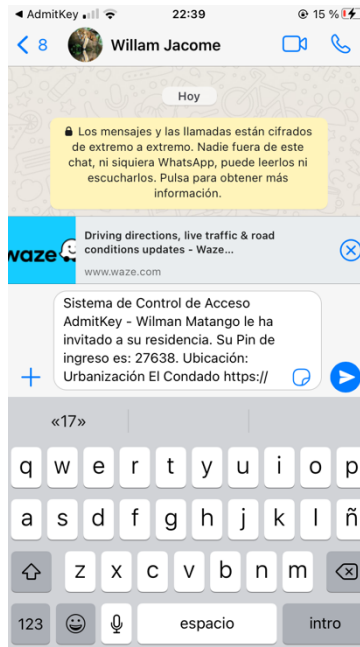


Figura 50. Mensajería WhatsApp
Fuente: *Elaboración propia*

HU-10 Gestión estado de cuenta

Se creó un formulario para la muestra de valores pendientes por pagar y otro para la actualización de datos para la factura electrónica, posteriormente se implementó el botón de pagos Placetopay mediante el cual se llevará a cabo este proceso de pagos.



Figura 51. Formulario Placetopay
Fuente: *Propia – vista de (Evertec, 2022)*

2.4.7 Sprint 6

HU-05 Visor de información

Se creó una vista para mostrar información sobre la residencia.

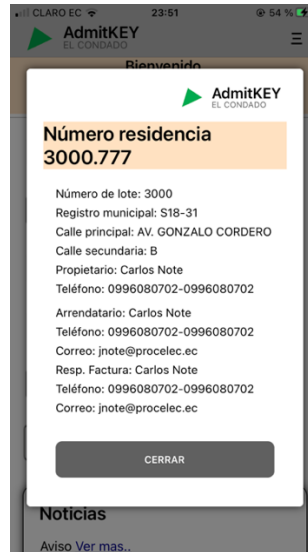


Figura 52. Vista información
Fuente: Elaboración propia

HU-06 Cambio de contraseña

Se creó un formulario para realizar la solicitud de cambio de contraseña de ingreso a la aplicación.



Figura 53. Formulario cambio de contraseña
Fuente: Elaboración propia

HU-14 Publicación

Mediante el cumplimiento del proceso de subida de aplicaciones establecido para cada una de las plataformas, la aplicación AdmitKey se encuentra disponible en App Store y Play Store.

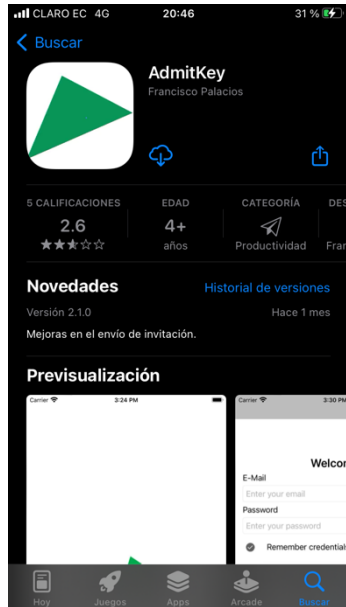


Figura 54. App Store
Fuente: Propia

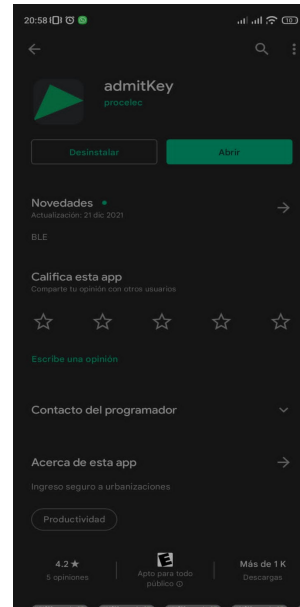


Figura 55. Play Store
Fuente: Propia

3. CAPÍTULO III. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Verificación de los resultados

Con el objetivo de valorar la satisfacción de la aplicación desarrollada en este trabajo, se aplicó el cuestionario de Computer System Usability Questionnaire CSUQ versión 3 que contiene 16 items con valoración de 1 a 7 siendo 1 totalmente en desacuerdo y 7 totalmente de acuerdo respectivamente. Se hace uso del cuestionario mencionado por ser adecuado para utilizar en pruebas de campo (Hedlefs et al., 2016) como también por el alto valor del Alfa de Cronbach presentado en la comparativa por (Barajas-bustillos, 2017).

(Lewis, 2018) menciona que, Los 16 items producen cuatro tipos de puntajes, una general y 3 subescalas de la siguiente forma

- Satisfacción general: conformado por la pregunta 16
- Calidad del sistema: conformado por las preguntas 1 a la 6
- Calidad de información: conformado por las preguntas 7 a la 12
- Calidad de la interfaz: conformados por las preguntas 13 a la 15

A continuación, se presenta las 16 preguntas que conforma CSUQ versión 3 expuestas por (Hedlefs et al., 2016)

1. En general, estoy satisfecho con lo fácil que es utilizar esta aplicación móvil.
2. Fue simple usar esta aplicación móvil.
3. Soy capaz de completar mi trabajo rápidamente utilizando esta aplicación móvil.
4. Me siento cómodo utilizando esta aplicación móvil.
5. Fue fácil aprender a utilizar esta aplicación móvil.
6. Creo que me volví experto rápidamente utilizando esta aplicación móvil.
7. La aplicación móvil muestra mensajes de error que me dicen claramente cómo resolver los problemas.
8. Cada vez que comento un error utilizando la aplicación móvil, lo resuelvo fácil y rápidamente.
9. La información (como ayuda en línea, mensajes en pantallas y otra documentación) que provee esta aplicación móvil es clara.
10. Es fácil encontrar en la aplicación móvil la información que necesito.

11. La información que proporciona la aplicación móvil fue efectiva ayudándome a completar las tareas.
12. La organización de la información en la aplicación móvil en la pantalla fue clara.
13. La interfaz de la aplicación móvil fue placentera.
14. Me gustó utilizar la aplicación móvil.
15. La aplicación móvil tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera.
16. En general, estuve satisfecho con la aplicación móvil.

A continuación, se presenta la tabla de clasificación de las preguntas en las sub características de Usabilidad de la norma ISO/IEC 25010.

Tabla 43. Clasificación de preguntas CSUQ en sub características de la norma ISO/IEC 25010

Sub característica de Usabilidad de la norma ISO/IEC 25010	Preguntas CSUQ
Inteligibilidad (Capacidad para reconocer su adecuación)	3, 11, 15
Aprendizaje (Capacidad de aprendizaje)	5, 9, 16
Operabilidad (Capacidad para ser usado)	1, 2, 4, 6, 10
Protección ante errores	7, 8
Estética	12, 13, 14

Fuente: (Coronado, 2021)

Para evaluar por cada pregunta, CSUQ utiliza la escala Likert que consta de 7 puntos, siendo 1 totalmente de acuerdo y 7 totalmente en desacuerdo.

Existe otra escala para medir la usabilidad del software denominado System Usability Scale SUS, se presenta a continuación.

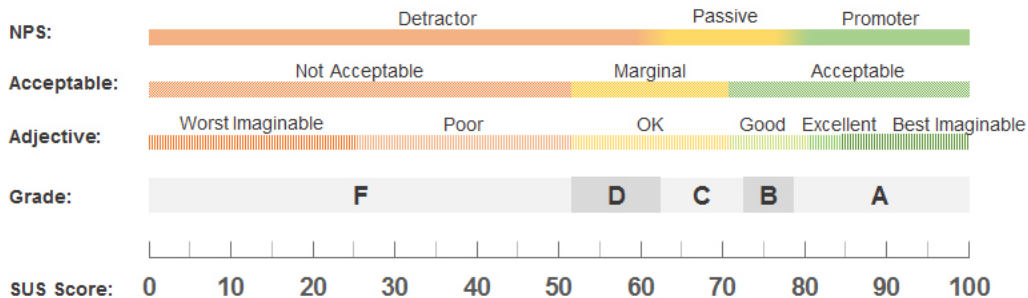


Figura 56. Escala de valores SUS
Fuente: (Gimeno, 2018)

De modo que se pueda emplear la escala en la medición de usabilidad del software se realizó la correspondencia de CSUQ a SUS mediante la fórmula expuesta por (Lewis, 2018). Ésta se debe aplicar por cada encuestado.

$$CSUQ = 100 - \left(\left(\frac{\sum_{k=0}^{16} P_K}{16} \right) - 1 \right) \left(\frac{100}{6} \right)$$

Formula 1. Correspondencia de CSUQ a SUS

Fuente: (Lewis, 2018)

3.1.1 Cálculo de tamaño de la muestra

Según datos recopilados desde la tiendas de aplicaciones App Store y Play Store, existen 1648 usuarios (residentes) con la aplicación activa por lo cual se tomó este dato como tamaño de la población del cual se calculó el tamaño de la muestra con la siguiente formula expuesta en (QuestionPro, 2022).

$$n = \frac{k^2 qpN}{e^2(N - 1) + k^2 pq}$$

Formula 2. Cálculo de muestra

Fuente: (QuestionPro, 2022)

Dónde:

- n = Tamaño de muestra buscado
- N = Tamaño de la población = 1648
- k = Nivel de confianza = 95% → 1,96
- e = Error de estimación máxima aceptada = 0.04
- p = probabilidad de que ocurra un el evento estudiado (éxito) = 0.5
- q = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado = (1 - p)

Reemplazando valores se tiene:

$$n = \frac{1,96^2(0,5)(0,5)(1648)}{0,05^2(1648 - 1) + 1,96^2(0,5)(0,5)} = 313$$

3.2 Interpretación de los resultados

La encuesta CSUQ se desarrolló mediante la herramienta Microsoft Forms donde se obtuvo respuestas de la población de 313 según la Formula 2 aplicada para esta evaluación.

La Tabla 43 expone las opciones de respuestas con las que se desarrolló la encuesta.

Tabla 44. Valoración de respuesta CSUQ v3

Opción de respuesta	Valoración
Totalmente en desacuerdo	7
Bastante en desacuerdo	6
En desacuerdo	5
Neutral	4
En acuerdo	3
Bastante de acuerdo	2
Totalmente de acuerdo	1

Fuente: (Lewis, 2018)

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de la encuesta por cada pregunta.

Tabla 45. Resultado de valores por preguntas

Pregunta	Valoración						
	7	6	5	4	3	2	1
1	0	0	0	7	93	197	101
2	0	0	0	4	49	242	103
3	0	0	0	4	77	208	109
4	1	0	0	10	57	196	134
5	0	0	0	6	85	217	90
6	0	0	0	9	102	203	84
7	0	0	1	8	79	143	167
8	0	0	0	5	106	202	85
9	0	0	1	8	75	169	145
10	0	0	0	7	71	222	98
11	0	0	0	6	58	205	129
12	0	0	0	1	71	193	133
13	0	0	2	12	104	206	74
14	0	0	0	10	44	209	135
15	0	0	0	6	60	206	126
16	0	0	0	8	46	179	165

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de las preguntas, la valoración 6 que corresponde a la opción “Bastante de acuerdo” aparece con mayor puntaje seguido por las opciones “Totalmente de acuerdo” y “De acuerdo” respectivamente como se puede observar en la siguiente gráfica.

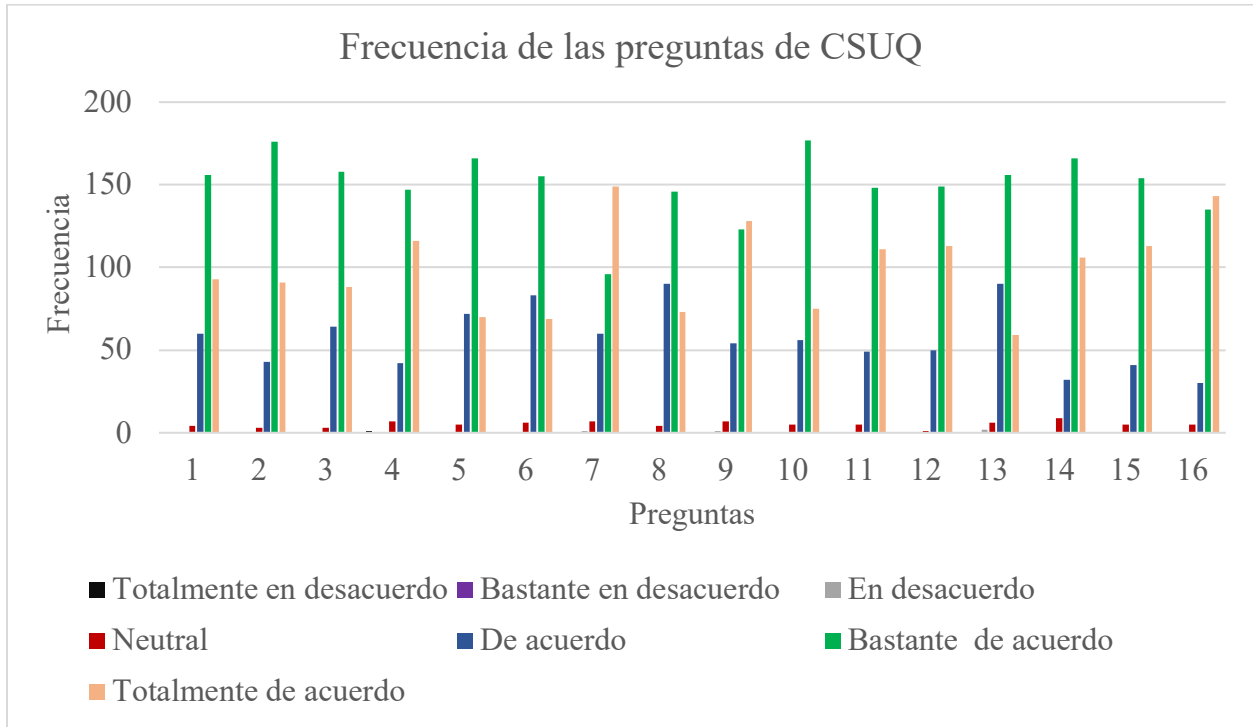


Figura 57. Histograma de frecuencias de las preguntas CSUQ
Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de histograma de los puntajes CSUQ se utilizó la siguiente tabla de rango de puntajes de modo que permita contrastar con la escala SUS expuesta en la figura 56.

Tabla 46. Rango de puntajes SUS

Rango de puntajes SUS	Grado
84,1 – 100	A+
80,8 – 84,0	A
78,9 – 80,7	A-
77,2 – 78,8	B+
74,1 – 77,1	B
72,6 – 74,0	B-
71,1 – 72,5	C+
65,0 – 71,0	C
62,7 – 64,9	C-
51,7 – 62,6	D
0,0 – 51,6	F

Fuente: (Lewis, 2018)

De acuerdo con la clasificación de los rangos de la tabla 46, se procedió a elaborar el histograma de frecuencias con puntajes CSUQ obtenidas al aplicar la fórmula 1 para medir la usabilidad del software, de tal manera que se puede interpretar que la aplicación que se ha desarrollado en este trabajo, según el histograma obtenido (Figura 58), se sitúa en el grado A+ indicado en la tabla 46 alcanzando el adjetivo “Mejor Imaginable” como califica en la figura 56.

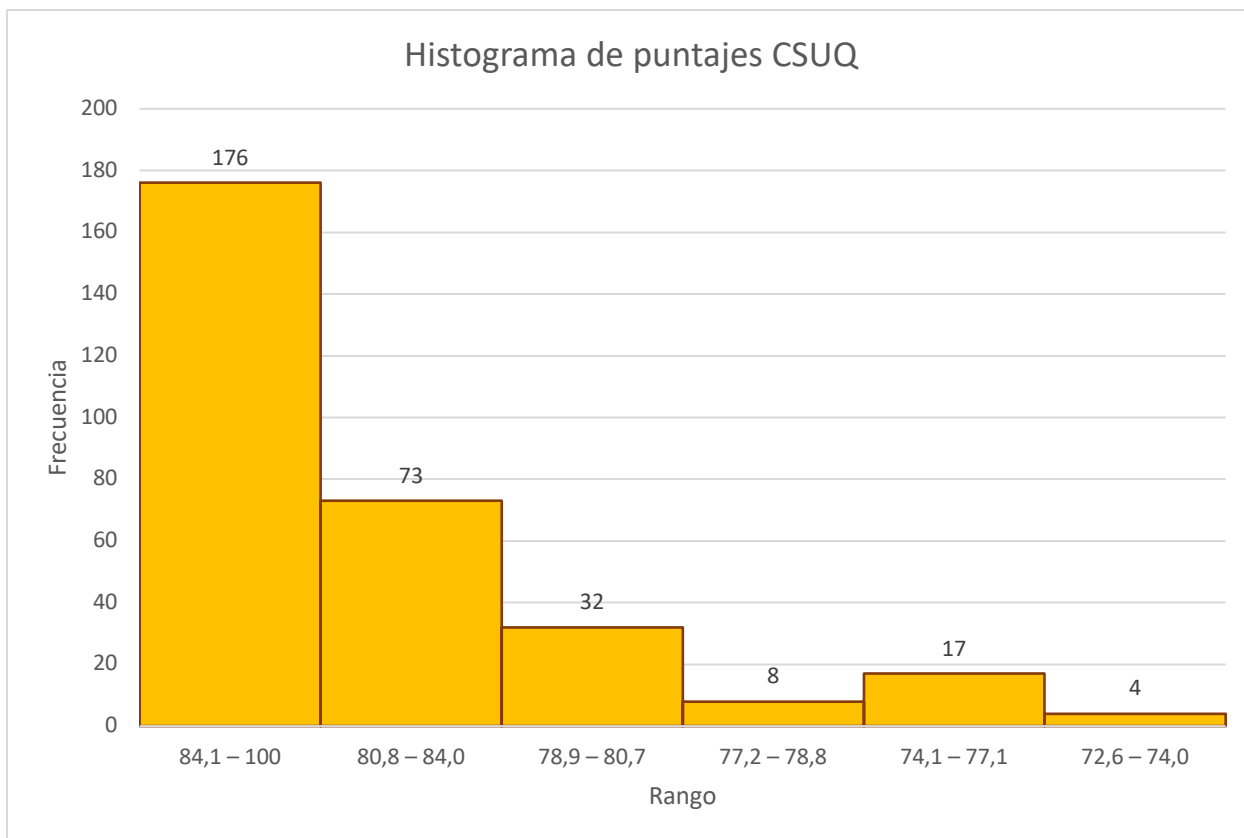


Figura 58. Histograma de puntajes CSUQ
Fuente: Elaboración propia

Además del histograma antes ilustrado, se calculó el promedio de las puntuaciones CSUQ obteniendo como resultado 84,997 puntos que pertenece al grado A+ según la Tabla 46 alcanzando el Adjetivo “Excelente” según la Figura 56; este puntaje figura como la calificación final para el presente desarrollo.

3.2.1 Análisis de sub características de usabilidad de la norma ISO/IEC 25010

A continuación, se presenta los análisis correspondientes a cada una de las sub características con las preguntas indicadas en la tabla 43.

- Inteligibilidad

Pregunta 3: Pude completar mi trabajo rápidamente utilizando esta aplicación móvil.

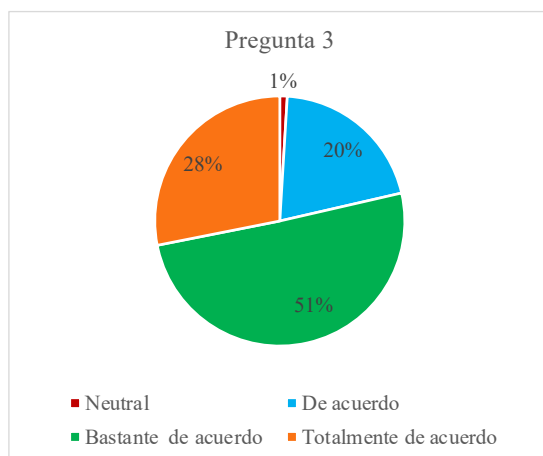


Figura 59. Gráfico pastel de la pregunta 3
Fuente: *Elaboración propia*

El 51% de los encuestados indican estar bastante de acuerdo con haber completado su trabajo mediante esta aplicación móvil, a esto también se suma el 28% de los encuestados con la opción totalmente de acuerdo así pudiendo deducir que la aplicación móvil si ayuda a cumplir con el trabajo correspondiente de manera rápida.

Pregunta 11: La información que proporciona la aplicación móvil fue efectiva ayudándome a completar las tareas.

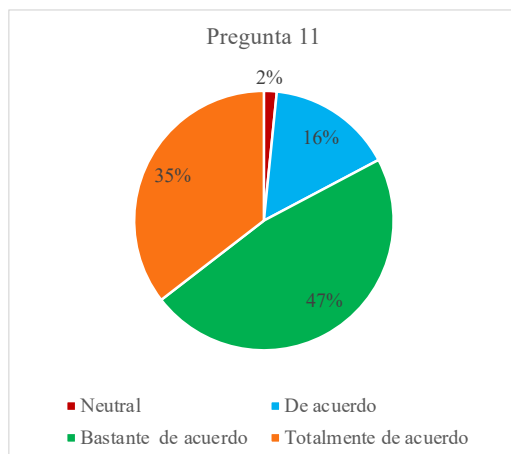


Figura 60. Gráfico pastel de la pregunta 11
Fuente: *Elaboración propia*

El 47% de los encuestados mencionan estar bastante de acuerdo en que la aplicación brindó información efectiva para llevar el cumplimiento de las tareas dentro de la aplicación.

Pregunta 15: La aplicación móvil tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera

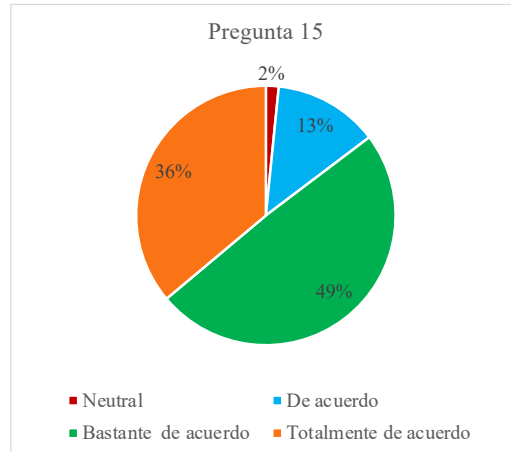


Figura 61. Gráfico pastel de la pregunta 15
Fuente: Elaboración propia

El 49% de los encuestados afirma estar bastante de acuerdo con mencionar que la aplicación móvil tuvo todas las herramientas que esperaban por parte de los usuarios (residentes) frente a las necesidades surgidas con el fin de automatizar las tareas básicas y cotidianas que se realizan dentro de las urbanizaciones.

- Aprendizaje

Pregunta 5: Fue fácil aprender a usar la aplicación móvil.

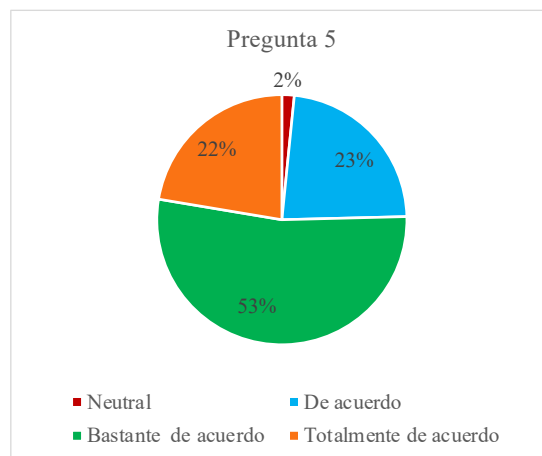


Figura 62. Gráfico pastel de la pregunta 5
Fuente: Elaboración propia

El 53% de los encuestados responden estar bastante de acuerdo con lo fácil que es aprender a usar la aplicación móvil seguido por la opción totalmente de acuerdo de 22%, porcentajes que indican que la aplicación realmente es fácil de usar.

Pregunta 9: La información (como ayuda en línea, mensajes en pantalla y otra documentación) que provee esta aplicación es clara.

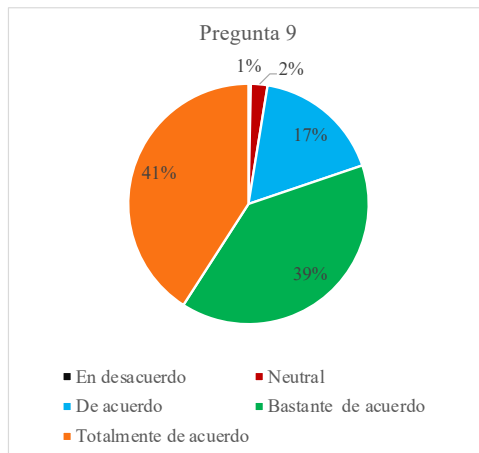


Figura 63. Gráfico pastel de la pregunta 9
Fuente: Elaboración propia

De los encuestados, un 41% con totalmente de acuerdo y 39% con bastante de acuerdo indican que la aplicación cuenta con información que guía para el uso en cumplimiento de las tareas para las cuales fue creada.

Pregunta 16: En general, estuve satisfecho con la aplicación móvil.

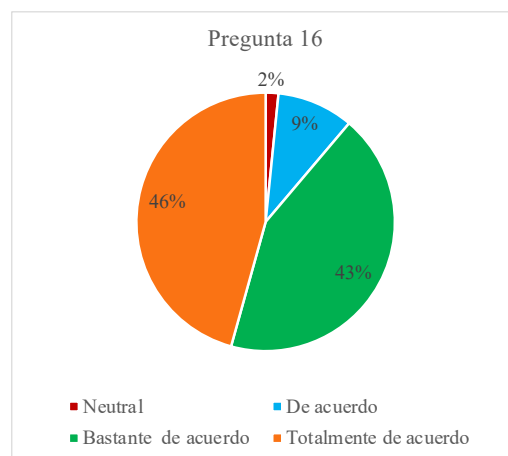


Figura 64. Gráfico pastel de la pregunta 16
Fuente: Elaboración propia

De los encuestados, un 46% con totalmente de acuerdo y 43% de bastante de acuerdo, los encuestados expresan satisfacción general hacia la aplicación luego de haber usado en tareas para las cuales fue desarrollada.

- Operabilidad

Pregunta 1: En general, estoy satisfecho con lo fácil que es usar esta aplicación móvil.

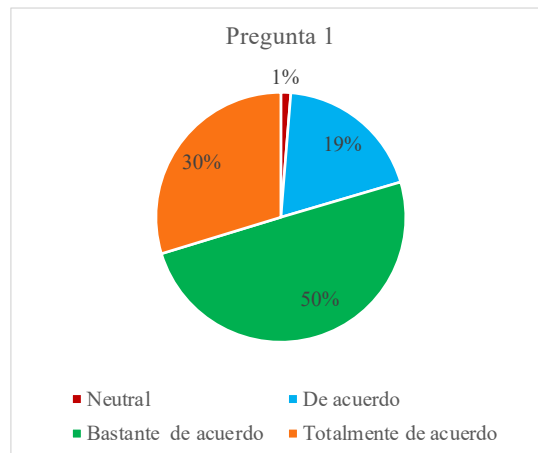


Figura 65. Gráfico pastel de la pregunta 1
Fuente: Elaboración propia

El 50% de los encuestados han mencionado que se encuentran bastante de acuerdo en estar satisfecho del fácil uso de la aplicación seguido por las totalmente de acuerdo con una 30% denotando generalmente la facilidad de uso.

Pregunta 2: Fue sencillo usar esta aplicación móvil

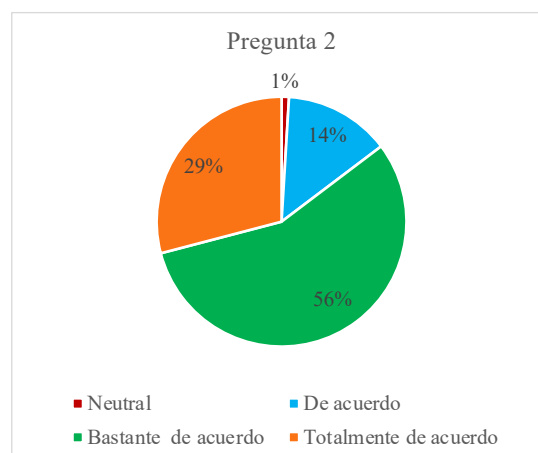


Figura 66. Gráfico pastel de la pregunta 2
Fuente: Elaboración propia

El 56% de los encuestados indican estar bastante de acuerdo en que es sencillo usar la aplicación para completar sus tareas dentro de la urbanización.

Pregunta 4: Me sentí cómodo usando esta aplicación móvil

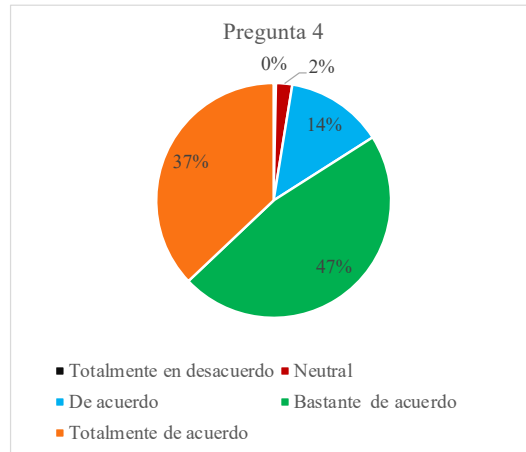


Figura 67. Gráfico pastel de la pregunta 4
Fuente: Elaboración propia

El 47% de los encuestados menciona estar bastante de acuerdo seguido por el 37% de totalmente de acuerdo, en tal virtud, se puede deducir que la aplicación es bastante cómoda para el uso de los usuarios.

Pregunta 6: Creo que me volví experto rápidamente usando esta aplicación móvil

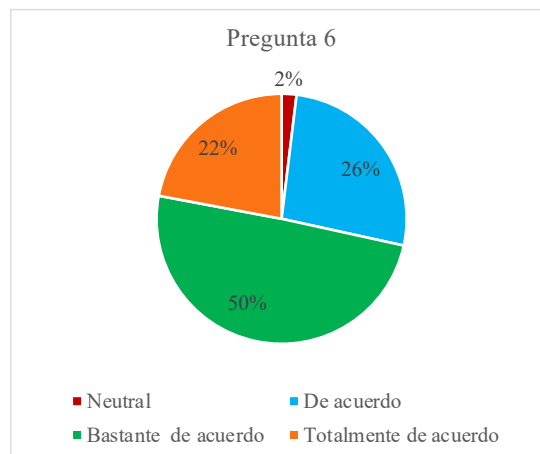


Figura 68. Gráfico pastel de la pregunta 6
Fuente: Elaboración propia

El 50% de los encuestados indican estar bastante de acuerdo con haber dominado el uso de la aplicación móvil usando para las tareas correspondientes de la urbanización.

Pregunta 10: Es fácil encontrar en esta aplicación móvil la información que necesito

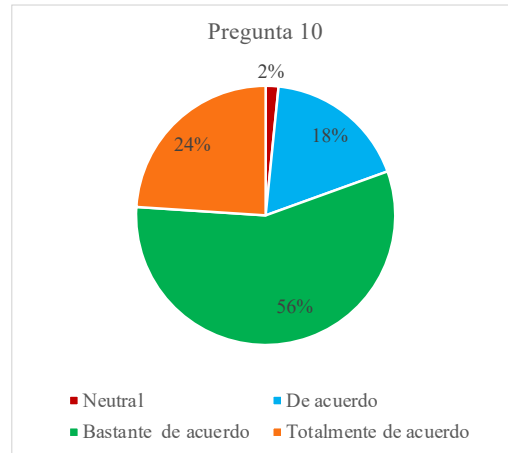


Figura 69. Gráfico pastel de la pregunta 10
Fuente: Elaboración propia

El 56% de los encuestados mencionan estar bastante de acuerdo con haber encontrado la información necesaria dentro de la aplicación las mismas que ayudan el cumplimiento de las tareas dentro de la aplicación.

- Protección de errores

Pregunta 7: La aplicación móvil muestra mensajes de error que me dicen claramente cómo resolver los problemas.

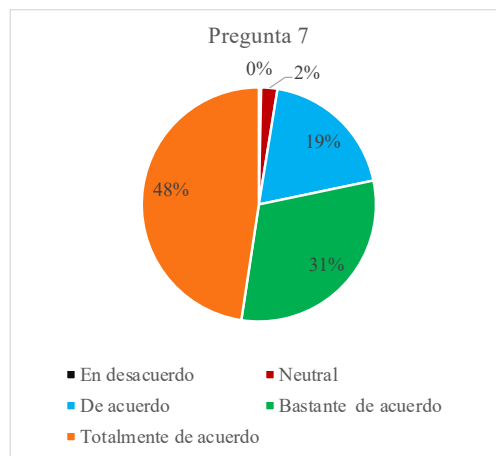


Figura 70. Gráfico pastel de la pregunta 7
Fuente: Elaboración propia

El 48% de los encuestados indican estar totalmente de acuerdo de que la aplicación móvil muestra mensajes de error que ayudan a resolver los problemas generados dentro de la aplicación.

Pregunta 8: Cada vez que cometo un error utilizando la aplicación móvil, lo resuelvo fácil y rápidamente.

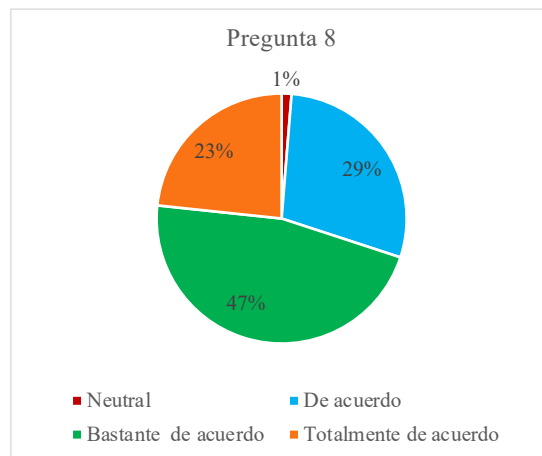


Figura 71. Gráfico paste de la pregunta 8
Fuente: Elaboración propia

El 47% de los encuestados indican estar bastante de acuerdo con que si han cometido algún error dentro de la aplicación móvil lo resolvieron fácilmente para continuar con las tareas correspondientes.

- Estética

Pregunta 12: La organización de la información de la aplicación móvil en la pantalla fue clara.

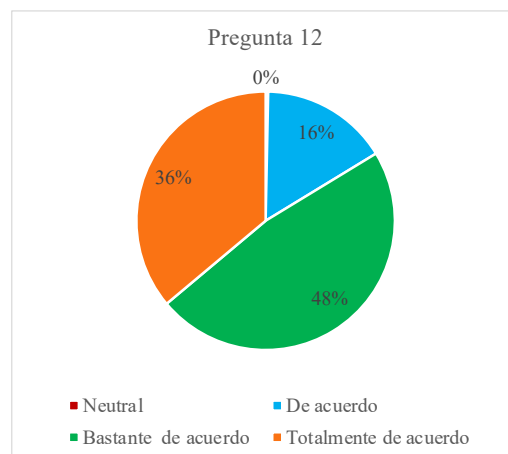


Figura 72. Gráfico pastel de la pregunta 12
Fuente: Elaboración propio

El 48% de los encuestados indican estar bastante de acuerdo con la organización de la información presentada dentro de la aplicación haciendo de esta una forma fácil de comprender el orden a seguir para completar una determinada tarea.

Pregunta 13: La interfaz de la aplicación móvil fue placentera.

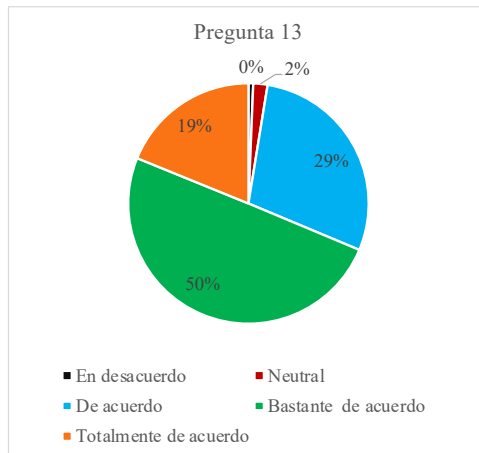


Figura 73. Gráfico pastel de la pregunta 13
Fuente: *Elaboración propia*

El 50% de los encuestados indican estar bastante de acuerdo con la interfaz presentada en la aplicación móvil de manera que se sienten plácidos al momento de usar para el cumplimiento de las tareas requeridas.

Pregunta 14: Me gustó utilizar la aplicación móvil

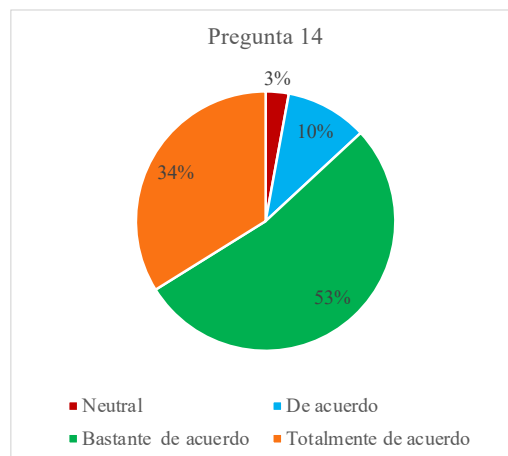


Figura 74. Gráfico pastel de la pregunta 14
Fuente: *Elaboración propia*

El 53% de los encuestados afirman estar bastante de acuerdo con que la aplicación es de su agrado al momento del uso en las tareas para las cuales fue desarrollada esta aplicación.

3.2.2 Prueba de normalidad

Con el fin dar tratamiento a los datos se realizó prueba de normalidad para cada pregunta con test D'Agostino skewness, Se aplicó esta prueba por tener una muestra de la población que supera a 50. Para ello se estableció el nivel de significancia en 0,05; entonces, si p-value es $\leq 0,05$ no siguen una distribución normal, caso contrario, si poseen una distribución normal afirma (Minitab, 2022).

La prueba realizada arrojó el siguiente resultado como se observa en la Tabla 47.

Tabla 47. Prueba de normalidad

Pregunta	p-value
1	0,0572
2	0,0357
3	0,1818
4	2,2452E-26
5	0,3149
6	0,4967
7	4,9836E-08
8	0,6732
9	6,2066E-07
10	0,0601
11	0,0009
12	0,0302
13	0,0570
14	3,813E-07
15	0,0002
16	6,7859E-09

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Correlación de variables

Se realizó pruebas de correlación en el mismo software SPSS Statistics mediante el método Rho Spearman para variables no paramétricas (no poseen normalidad) y Pearson para variables paramétricas (poseen normalidad) tal como se logró determinar en prueba de normalidad.

Se determinó el grado de correlación entre preguntas, según la siguiente tabla.

Tabla 48. Grado de relación según coeficiente de correlación

Rango	Relación
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a - 0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.11 a -0.50	Correlación negativa media
-0.01 a -0.10	Correlación negativa débil
0.00	No existe correlación
+0.01 a +0.10	Correlación positiva débil
+0.11 a +0.50	Correlación positiva media
+0.51 a +0.75	Correlación positiva considerable
+0.76 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta

Fuente: (Mondragón, 2014)

Cada una de las pruebas realizadas a continuación, satisface a una sub característica en específico de la usabilidad de la norma ISO/IEC 25010.

Las preguntas 1 y 2 mantienen una correlación de 0.194 que según la Tabla 48 pertenece a correlación positiva media con la satisfacción de la aplicación móvil.

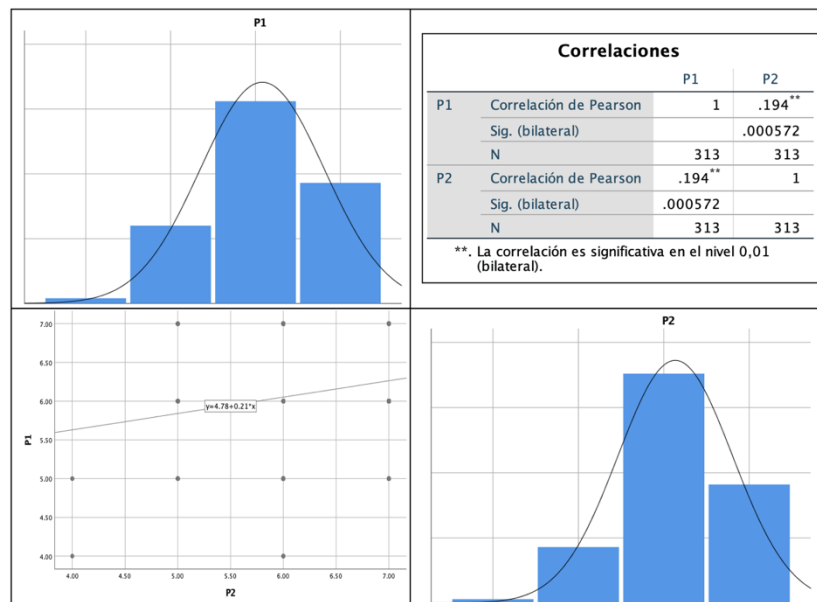


Figura 75. Correlación entre la pregunta 1 y 2

Fuente: Elaboración propia

Las preguntas 4 y 10 tiene una correlación de 0.186 que según la Tabla 48 pertenece a la correlación positiva media con la facilidad de encontrar información que necesita.

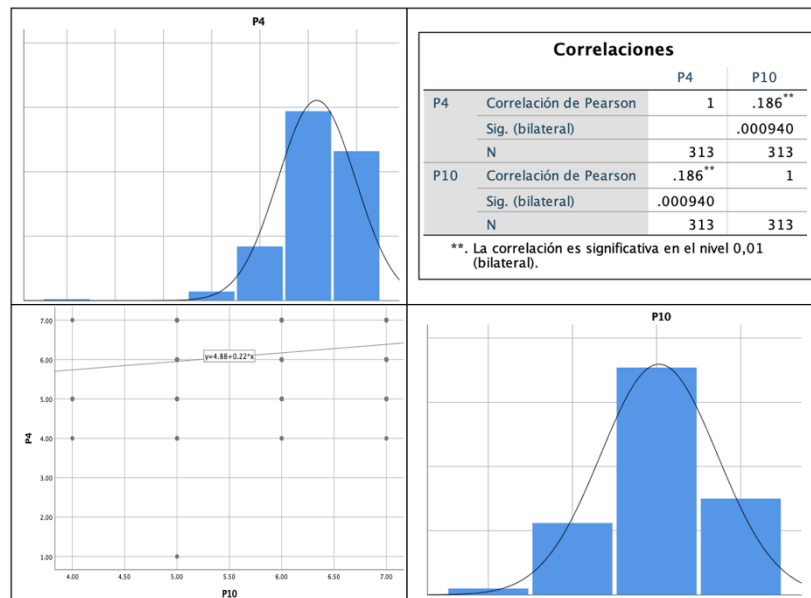


Figura 76. Correlación de preguntas 4 y 10
Fuente: Elaboración propia

Las preguntas 7 y 8 tienen una correlación de 0.108 que según la Tabla 48 pertenece a correlación positiva débil en cuanto al control y recuperación ante errores ocurridos dentro de la aplicación.

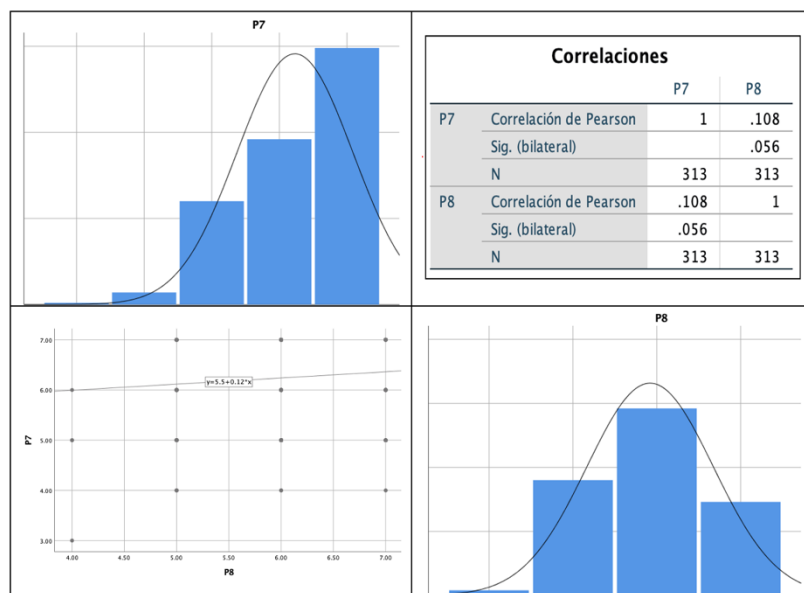


Figura 77. Correlación de las preguntas 7 y 8
Fuente: Elaboración propia

Las preguntas 9 y 16 tienen una correlación de 0.429 que según la Tabla 48 pertenece a una correlación media positiva entre la claridad de la información inmersa en la aplicación y la satisfacción de la aplicación.

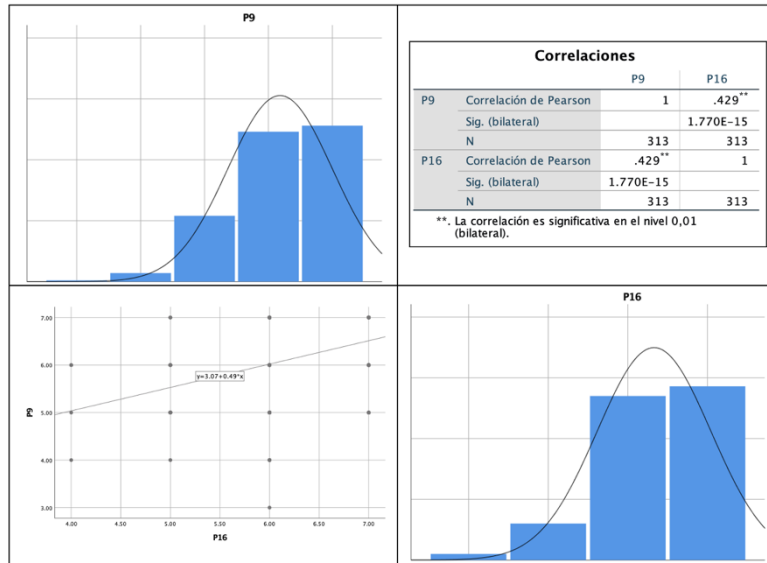


Figura 78. Correlación de las preguntas 9 y 16
Fuente: Elaboración propia

Las preguntas 11 y 15 tienen una correlación de 0,341 que según la Tabla 48 pertenece a la correlación positiva media entre la información proporcionada en la aplicación y las herramientas con las que fue desarrollada.

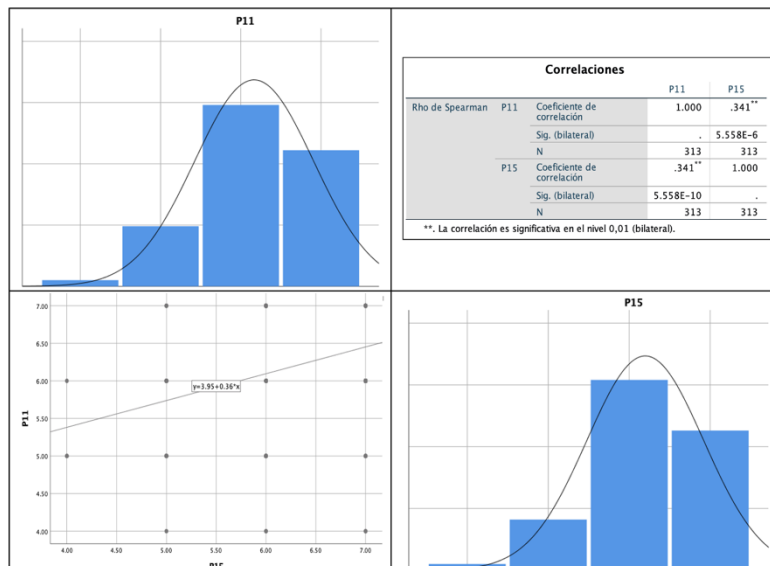


Figura 79. Correlación de las preguntas 11 y 15
Fuente: Elaboración propia

Las preguntas 12 y 14 tienen una correlación de 0.064 que según la Tabla 48 pertenece a la correlación positiva débil en cuanto a organización de la información entre el gusto de uso de la aplicación.

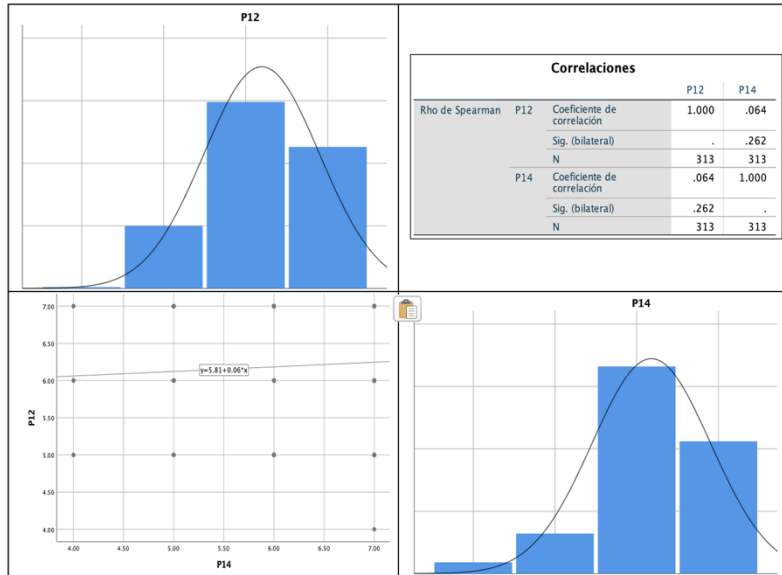


Figura 80. Correlación de las preguntas 12 y 14
Fuente: Elaboración propia

3.3 Análisis de impacto en ambiente de producción

Para dar por finalizado al desarrollo de este proyecto, se realizó un análisis de impacto a los ámbitos en dónde este proyecto ha influido ya sea positiva o negativamente. Con el fin de clasificar los grados de impacto, se procedió a crear la siguiente tabla de valoración.

Tabla 49. Valoración de impacto

Valoración	Descripción
-3	Impacto alto negativo
-2	Impacto medio negativo
-1	Impacto bajo negativo
0	No existe impacto
1	Impacto bajo positivo
2	Impacto medio positivo
3	Impacto alto positivo

Fuente: (Lewis, 2018)

3.3.1 Impacto tecnológico

Tabla 50. Impacto tecnológico

Indicador	Valoración							Total
	-3	-2	-1	0	1	2	3	
Facilidad de manejo de la aplicación							X	3
Multiplataforma							X	3
Funcionalidades IoT en aplicaciones móviles							X	3
Disponibilidad						X		2
Total						2	9	11

Fuente: Elaboración propia

Suma de impacto tecnológico: 11/4

Total, del nivel de impacto tecnológico: 2,75

Nivel de impacto tecnológico: Impacto positivo alto.

Interpretación de valores

- **Facilidad de manejo:** La aplicación es bastante intuitiva por lo que los usuarios pueden interactuar sin ninguna complicación, además contiene un orden específico para efectuar cada tarea.
- **Multiplataforma:** Por estar disponible en las tiendas de App Store y Play Store destinados a las dos plataformas móviles más reconocidas del mercado como son iOS y Android respectivamente.
- **Funcionalidades IoT:** Al interactuar con dispositivos periféricos inteligentes que ayudan a realizar actividades cotidianas de la humanidad mediante la conexión a internet, para este caso el controlador de barrera.
- **Disponibilidad:** La aplicación depende de dos factores principales para su funcionamiento, estos son el acceso a internet y la conectividad inalámbrica Bluetooth, a pesar de que en la actualidad la mayoría de los teléfonos inteligentes cuentan el segundo factor, no todos los usuarios pueden disponer de acceso a internet por distintos motivos convirtiendo a la aplicación no apta para su uso en aquel instante.

3.3.2 Impacto socio cultural

Tabla 51. Impacto socio cultural

Indicador	Valoración							Total
	-3	-2	-1	0	1	2	3	
Bienestar comunitario						X		2
Optimización de tiempo							X	3
Total						2	3	5

Fuente: Elaboración propia

Suma de impacto socio cultural: 5/2

Total, del nivel de impacto socio cultural: 2,5

Nivel de impacto socio cultural: Impacto alto positivo

Interpretación de resultados

- **Bienestar comunitario:** Mediante el uso de la aplicación los residentes han ejecutado las tareas básicas con la administración y los puntos de control desde la comodidad de su ubicación, reduciendo la necesidad de asistencia presencial en los campus de administración y puntos de control.
- **Optimización de tiempo:** Tanto para los administradores como para los agentes de control mediante la recepción de solicitudes a través de la aplicación han reducido los tiempos de respuesta en atender las peticiones de los residentes.

3.3.3 Impacto general

Tabla 52. Impacto general

Áreas	Valoración							Total
	-3	-2	-1	0	1	2	3	
Tecnológico						X		2,75
Socio cultural						X		2,50
Total								5,25

Fuente: Elaboración propia

Suma de impacto general: 5,25/2

Total, del nivel de impacto general: 2,62

Nivel de impacto ambiental: Aproximación a impacto alto positivo

Interpretación de los resultados

De acuerdo con la metodología usada para la medición de los impactos se obtuvo valoración de 2,62, valor que se aproxima a los 3 puntos que indica Impacto positivo alto según la Tabla 49. Esta es la valoración alcanzada para esta aplicación dado que está destinada al sector de la productividad.

CONCLUSIONES

- El desarrollo de aplicaciones móviles en un entorno de trabajo multiplataforma como Xamarin Forms, ayuda a economizar tanto el desarrollo en sí de la aplicación demandando un solo código de programación como también el costo de desarrollo obteniendo productos finales para cada una de las plataformas móviles potenciales del mercado a base de un solo código fuente.
- La introducción de tendencias y tecnologías de la rama del IoT, es de suma importancia ya que ayuda a automatizar pequeñas tareas cotidianas de la humanidad optimizando tiempo y esfuerzo en la ejecución de estas.
- El uso de la tecnología de conectividad inalámbrica de bajo consumo de energía como Bluetooth LE entre los teléfonos inteligentes y los dispositivos periféricos del IoT hacen de estas funcionalidades bastante productivas consumiendo una mínima cantidad de las baterías de los teléfonos inteligentes.
- El desarrollo del software mediante metodologías ágiles como el Scrum ayudan a llevar un orden incremental y eficiente obteniendo un producto concreto al final de cada iteración.
- El desarrollo de la aplicación para conjuntos residenciales El Condado y Pillahua ayudó a disminuir el tráfico en los puntos de control y disminución de visitas presenciales en los campus de la administración en cada una de las urbanizaciones. Del mismo modo, tanto como a los administradores y los agentes de control ayudó a mejorar y optimizar los tiempos de respuesta ante algún suceso o requerimiento dentro de estas.
- La aplicación de encuestas capaces de medir métricas específicas como el CSUQ, se ha logrado validar la usabilidad mediante aplicación de fórmulas y técnicas de medición obteniendo resultados visibles a través de gráficos estadísticos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda unirse a más urbanizaciones y/o conjuntos residenciales a utilizar esta aplicación ya que provee de mejoras en el acceso mediante el uso de un teléfono inteligente sin depender de los agentes de control. De la misma forma contribuye a mejorar la administración y atención de las peticiones y necesidades de los residentes.
- Usar marcos de trabajo como Xamarin Forms en el desarrollo de aplicaciones móviles que ayudan a obtener productos finales para cada plataforma móvil bajo un solo código fuente, por ende, se puede economizar los costos de desarrollo y demanda solo un lenguaje de programación.
- Usar conexión inalámbrica de bajo consumo de energía como Bluetooth LE porque ayuda a optimizar el uso de la batería de los dispositivos en comunicación.
- Potenciar el trabajo actual insertando funcionalidades que ayuden a mejorar la estadía y comodidad de los residentes, administradores y agentes de control.
- Aplicar cuestionarios válidos y reconocidos los cuales permitan medir determinadas características para comprobar la valía del desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- Abolafia, D. (2013). *El patrón MVVM | MVPWAY*. <https://mvpway.wordpress.com/2013/04/10/el-patrn-mvvm/>
- Albaladejo, X. (2017). *Qué es SCRUM – Proyectos Ágiles*. Web & Docs. <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>
- Barajas-bustillos, M. A. (2017). Estudio comparativo de cuestionarios para la evaluación de la usabilidad en software. *Revista Ingeniantes*, 2(1), 1–7. https://www.researchgate.net/publication/321836324_Estudio_comparativo_de_cuestionarios_para_la_evaluacion_de_la_usabilidad_en_software
- Bellido, F., De la cruz, J. L., Torres, M., & Gistas, J. A. (2004). *Comunicación inalámbrica con Bluetooth*.
- Beltrán, L. (2017). *IntroXamarin/Presentación - Introduccion a Xamarin.pdf at master · icebeam7/IntroXamarin · GitHub*. Web & Docs. <https://github.com/icebeam7/IntroXamarin/blob/master/Extras/Presentación - Introduccion a Xamarin.pdf>
- Bluetooth SIG. (2022). *Bluetooth Technology Overview | Bluetooth® Technology Website*. <https://www.bluetooth.com/learn-about-bluetooth/tech-overview/>
- Bravo, D. (2007). *Bluetooth*. <http://artemisa.unicauca.edu.co/~dabravo/bluetooth/quees.htm>
- Certia. (2020). *Curso Xamarin Forms - Desarrollo único y despliegue en cualquier entorno*. Cursos ALM. <https://www.certia.net/curso-de-xamarin-forms/>
- Coronado, C. (2021). *Universidad Técnica Del Norte Facultad De Ingeniería En Ciencias Aplicadas Carrera De Ingeniería En Mantenimiento*. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11207/2/04_MAUT_142_TRABAJO GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11207/2/04_MAUT_142_TRABAJO_GRADO.pdf)
- Electrónica. (2007). *Radio Bluetooth (RF)*. Web & Docs. <https://www.electronicafacil.net/tutoriales/Radio-Bluetooth-RF.php>
- España, G. (2005). *Bluetooth | Observatorio Tecnológico*. <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/en/equipamiento->

tecnologico/hardware/262-claudio-garcia

- Evertec. (2022). *Pasarela de pagos e-commerce* | Evertec. Web & Docs. <https://www.evertecinc.com/pasarela-de-pagos-e-commerce/>
- Fernández, J. F. (2021). *Utilización de dispositivos móviles como herramienta de sensado en aplicaciones de IoT*.
- Ferrer Sanz, I. (2021). *Desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma para la creación y resolución de nonogramas*.
- Franco, R., & Caballero, X. (2018). *Tipos de sistemas operativos móviles - Sistemas operativos*. Web & Docs. <https://sites.google.com/site/sistemasoperativosfranco9/tipos-de-sistemas-operativos-moviles>
- Gimenez, A. (2020). *Xamarin, desarrollo multiplataforma nativo - Blog de Hiberus Tecnología*. Web & Docs. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/xamarin-desarrollo-multiplataforma-nativo/>
- Gimeno, S. (2018). *Cinco formas de interpretar un SUS*. <https://www.torresburriel.com/weblog/2018/09/26/cinco-formas-de-interpretar-un-sus/>
- Hedlefs, M. I., De la Garza, A., Sánchez, M. P., & Garza, A. A. (2016). Spanish language adaptation of the Computer Systems Usability Questionnaire CSUQ. *RECI Revista Iberoamericana de Las Ciencias Computacionales e Informática*, 4(8), 84.
- Hermes, D. (2015). *Xamarin Mobile Application Development: Cross-Platform C# and Xamarin.Forms ... - Dan Hermes - Google Libros* (Apress). <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QocnCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP3&dq=xamarin+forms&ots=ADF-0apBYZ&sig=6ucIU58PU7GByapjlaoRoa2Evs#v=onepage&q&f=false>
- Herrera Lozada, J. C., Pérez Romero, P., & Marciano Melchor, M. (2009). Polibits. *Polibits*, 40, 57–62. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-90442009000200009&lng=en&tlng=en
- Hurtado, J. S. (2021). Cómo funciona la Metodología Scrum: Qué es y cómo utilizarla. *Thinking for Innovation*. <https://www.iebschool.com/blog/metodologia-scrum-agile-scrum/>

- Kindt, P. H., Saur, M., Balszun, M., & Chakraborty, S. (2018). Neighbor Discovery Latency in BLE-Like Protocols. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 17(3), 617–631. <https://doi.org/10.1109/TMC.2017.2737008>
- Kindt, P. H., Yunge, D., Diemer, R., & Chakraborty, S. (2020). Energy modeling for the bluetooth low energy protocol. *ACM Transactions on Embedded Computing Systems*, 19(2). <https://doi.org/10.1145/3379339>
- Klippa. (2019). *Qué es la tecnología OCR y cómo utilizarla - Klippa*. Web & Docs. <https://www.klippa.com/es/blog/informativo/que-es-la-tecnologia-ocr-y-como-utilizarla/>
- Kumar, N. (2016). *Inside Bluetooth Low Energy, Second Edition - Naresh Kumar Gupta - Google Libros*. Google Books. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3nCuDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=bluetooth+low+energy&ots=rMW6vZxetf&sig=WyMIFz_nvTRU2GhDJZP3DBT-0ZE#v=onepage&q=bluetooth low energy&f=false
- Lewis, J. R. (2018). Measuring Perceived Usability: The CSUQ, SUS, and UMUX. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(12), 1148–1156. <https://doi.org/10.1080/10447318.2017.1418805>
- Liu, J., Chen, C., & Ma, Y. (2012). Modeling and performance analysis of device discovery in Bluetooth Low Energy networks. *GLOBECOM - IEEE Global Telecommunications Conference*, 1538–1543. <https://doi.org/10.1109/GLOCOM.2012.6503332>
- Loma, S. (2022). *SCRUM Agile*. https://lomasys.com.mx/wp-content/uploads/2021/06/scrum_proceso.jpg
- Microsoft. (2021a). *¿Qué es Xamarin.Forms? - Xamarin | Microsoft Docs*. Docs.Microsoft.Com. <https://docs.microsoft.com/es-es/xamarin/get-started/what-is-xamarin-forms>
- Microsoft, C. (2021b). *¿Qué es IaaS? Infraestructura como servicio | Microsoft Azure*. Web & Docs. <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-iaas/#overview>
- Microsoft, C. (2021c). *¿Qué es Xamarin? - Xamarin | Microsoft Docs*. Web & Docs. <https://docs.microsoft.com/es-es/xamarin/get-started/what-is-xamarin>
- Microsoft, C. (2021d). *Introducción a Xamarin - Xamarin | Microsoft Docs*. Web & Docs.

<https://docs.microsoft.com/es-es/xamarin/get-started/>

Microsoft, C. (2022). *Modelo Model-View-ViewModel - Xamarin* | *Microsoft Docs*. Web & Docs.

<https://docs.microsoft.com/es-es/xamarin/xamarin-forms/enterprise-application-patterns/mvvm>

Minitab. (2022). *Interpret the key results for Normality Test - Minitab Express*.

<https://support.minitab.com/en-us/minitab-express/1/help-and-how-to/basic-statistics/summary-statistics/normality-test/interpret-the-results/key-results/#step-1-determine-whether-the-data-do-not-follow-a-normal-distribution>

Mondragón, M. (2014). Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Movimiento Científico*, 8(1), 98–1047.

Naciones Unidas. (2021). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible – Desarrollo Sostenible*. Web & Docs. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Palacio, M. (2021). *Scrum Master*.

Panamá, U. T. (2009). Prisma Tecnológico - Bluetooth. *Artículo de Investigación*.

Prasetya, K. D., Suharjito, & Pratama, D. (2021). Effectiveness Analysis of Distributed Scrum Model Compared to Waterfall approach in Third-Party Application Development. *Procedia Computer Science*, 179(2019), 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.12.014>

Prieto, J. (2015). Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos. *Introducción a Los Sistemas de Comunicación Inalámbricos*, 5–29. [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_\(Modulo_1\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_1).pdf)

Procelec. (2020). *Perspectiva* | *Procelec*. Web & Docs. <https://www.procelec.ec/>

QuestionPro. (2022). *Tamaño de la muestra. Qué es y cómo calcularla*. | *QuestionPro*. Web & Docs. <https://www.questionpro.com/es/tamaño-de-la-muestra.html>

RedHat. (2021). *¿Qué es un SaaS?* Web & Docs. <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-saas>

Reyes, L. (2018). *Aplicando el patrón de diseño MVVM* | by *Leomaris Reyes* | *Medium*. Blog & Post. <https://medium.com/@reyes.leomaris/aplicando-el-patrón-de-diseño-mvvm->

d4156e51bbe5

- Roda, F. (2021). *Metodología SCRUM para desarrollo de software a medida*.
<https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum.html>
- Scrum Manager. (2021). *Historia de usuario - Scrum Manager BoK*. Web & Docs.
https://www.scrummanager.net/bok/index.php/Historia_de_usuario
- Sdn, S., El, U., Openflow, P., Valencia, A., Christian, E., Simulacion, D. Y., Prototipo, D. E. U. N., Definida, D. E. R. E. D., & Software, P. O. R. (2015). *Universidad De Guayaquil Ingeniero En Networking Y*.
- Serrano, Á. J. (2016). *Desarrollo de una App para móviles de control de una plataforma IoT*. 59.
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/86513/112816.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Shan, G., & Roh, B. H. (2018). Advertisement Interval to Minimize Discovery Time of Whole BLE Advertisers. *IEEE Access*, 6, 17817–17825.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2817343>
- Siva, J., Yang, J., & Poellabauer, C. (2019). Connection-less BLE performance evaluation on smartphones. *Procedia Computer Science*, 155(2018), 51–58.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.011>
- Tech, G. (2020). *How to Make a Bluetooth Device Discoverable - Nerd Techy*.
<https://nerdtechy.com/make-bluetooth-discoverable>
- Traza. (2019). *Aspectos que afectan el buen funcionamiento de una solución RFID + Traza*. Web & Docs. <https://www.traza.com/blog/post/Aspectos-afectan-buen-funcionamiento-solucion-RFID/>
- Universidad Internacional de Valencia. (2021). *Rfid: qué es y cómo funciona | VIU*. Web & Docs.
<https://www.universidadviu.com/pe/actualidad/nuestros-expertos/rfid-que-es-y-como-funciona>
- Veintimilla, J. G., Ulloa, J. F., & Veintimilla, M. A. (2017). Transformación De La Educación Superior Por Medio Del Surgimiento Del Internet De Las Cosas (IOT). *CISCI 2017 - Decima Sexta Conferencia Iberoamericana En Sistemas, Cibernetica e Informatica, Decimo Cuarto*

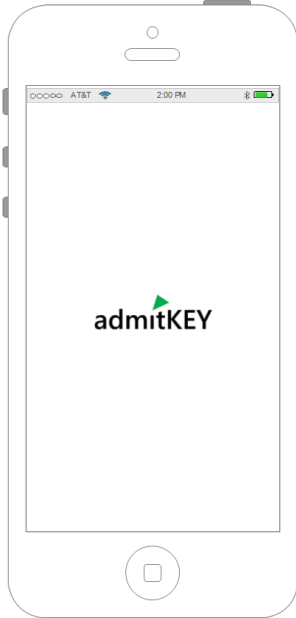
Simposium Iberoamericano En Educacion, Cibernetica e Informatica, SIECI 2017 - Memorias, 278–282.

Villamil, X., & Guarda, T. (2019). App Móvil Desarrollada con Metodología Ágil para IoT Controlada desde una Red LAN/WAN con Placa de Desarrollo de Hardware Libre (Arduino). *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, 17*, 379–392.

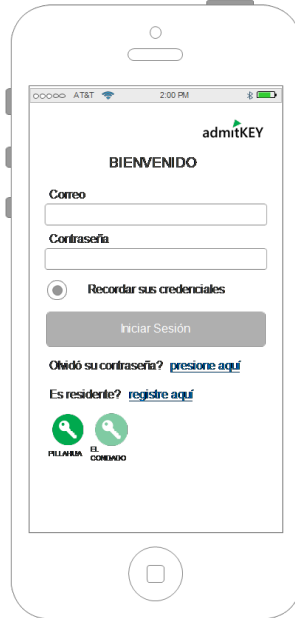
Vishal, K., & Kushwaha, A. S. (2019). Mobile Application Development Research Based on Xamarin Platform. *Proceedings - 4th International Conference on Computing Sciences, ICCS 2018*, 115–118. <https://doi.org/10.1109/ICCS.2018.00027>

ANEXOS

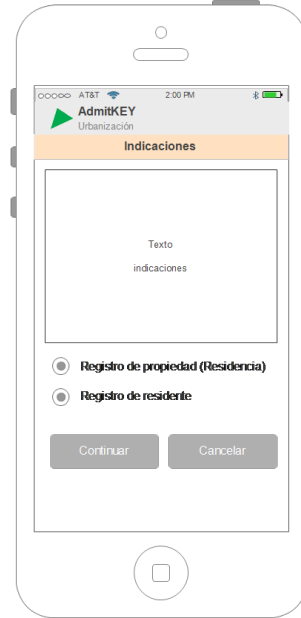
Prototipo de la aplicación



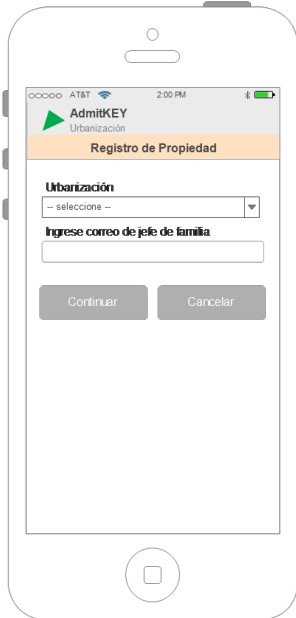
Portada



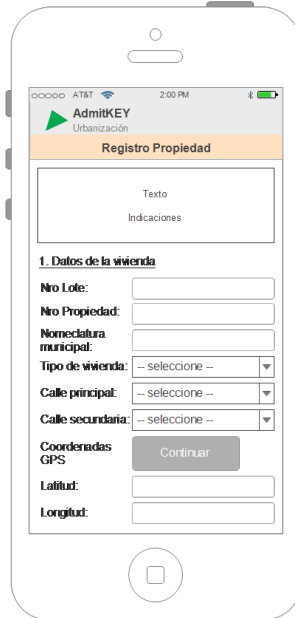
Inicio de sesión



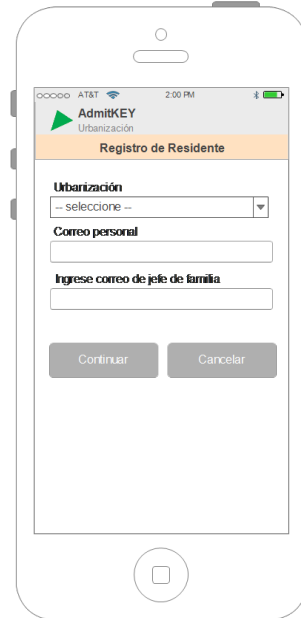
Indicaciones de registro



Registro de correo
(Propiedad)



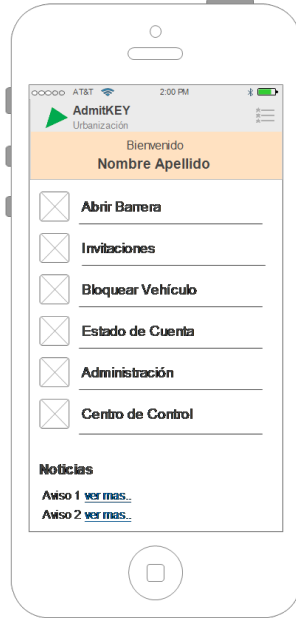
Registro de datos
(Propiedad)



Registro de correo
(Residente)



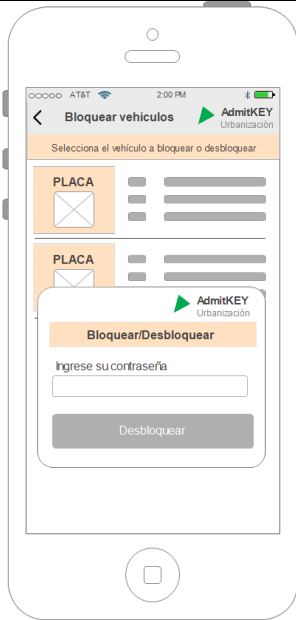
Registro de datos
(Residente)



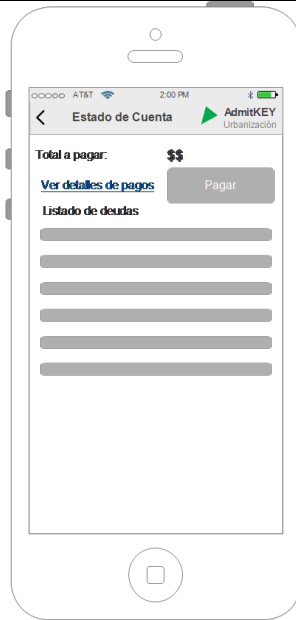
Menú principal



Invitación



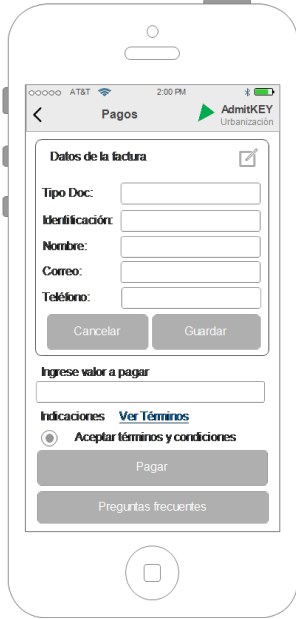
Bloqueo de vehículo



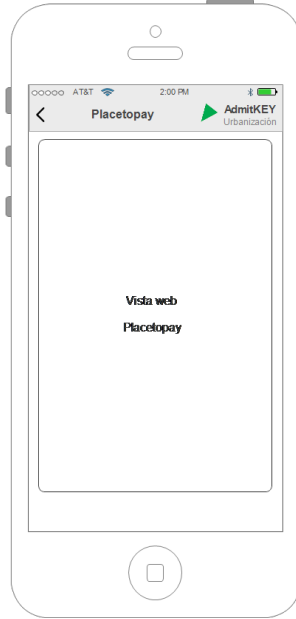
Estado de cuenta



Historial pagos



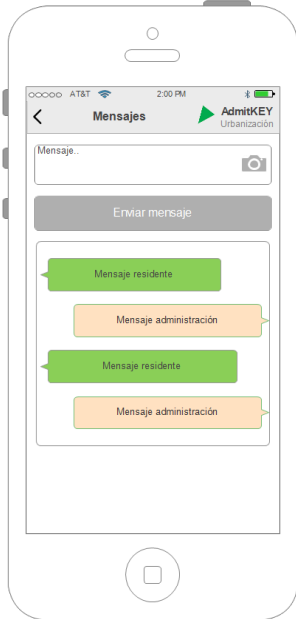
Pagos



Placetopay



Administración



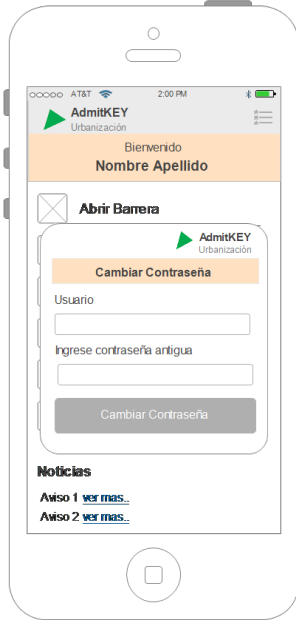
Mensajes



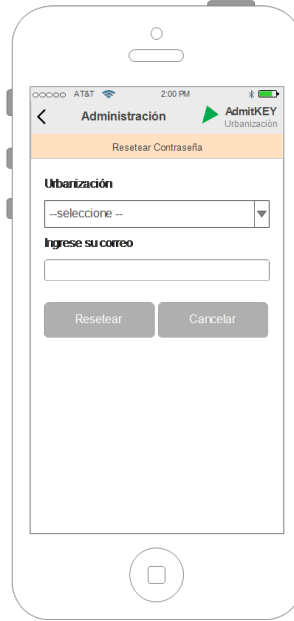
Centro de control



Calificación



Cambio de contraseña



Reseteo de contraseña

Publicación

- Repositorio de AdmitKey para Android

<https://play.google.com/store/search?q=admitkey&c=apps&hl=es>

- Repositorio de aplicación AdmitKey para iOS

<https://apps.apple.com/ec/app/admitkey/id1538626360>