

UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
DE LA RIOJA

unir

Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)

Escuela de Ingeniería

**Máster Universitario en Diseño y Gestión de
Proyectos Tecnológicos**

Mi Barrio E-voting System

Trabajo Fin de Máster

Presentado por: Quintana Miranda, Esteban De Jesús

Director: Dr. Infante Moro, Alfonso

Ciudad: Panamá

Fecha: 22 de julio de 2021

Resumen

En muchos países la gestión de los recursos públicos no atiende las necesidades reales de la población. Esa situación ha derivado en una participación ciudadana muy pobre y unos altos niveles de corrupción en el manejo de fondos públicos. Ante esta situación el proyecto Mi Barrio *e-voting system* ofrece una plataforma basada en *blockchain* que permita realizar votación de forma transparente, incorruptibles e inmutables entre los residentes de una comunidad para la aprobación de obras a realizar en su comunidad. De manera tal que la discrecionalidad y toma de decisión de como invertir los fondos públicos a nivel de las comunidades esté restringido y sea más transparente. Como a metodología de gestión se utilizara la guía del PMBOK, en cuanto a la a la metodología de implementación se utilizará SCRUM y para la gestión de riesgo se seguirá la metodología de probabilidad vs impacto. Con ese proyecto se espera mejorar la participación ciudadana y reducir los casos de corrupción a en los gobiernos locales.

Palabras Clave: Cadena de bloques, Democracia, Transparencia, Votos, Contratos Inteligentes

Abstract

In many countries, the management of public resources does not meet the real needs of the population. This situation has resulted in very poor citizen participation and high levels of corruption in the management of public funds. Faced with this situation, Mi Barrio electronic voting system project offers a platform based on blockchain that allows voting in a transparent, incorruptible and immutable way among the residents of a community for the approval of works to be carried out in their community. In such a way that discretion and decision-making on how to invest public funds at a community level is restricted and more transparent. This project is expected to improve citizen participation and reduce corruption cases in local governments.

Keywords: Blockchain, Democracy, Transparency, Votes, Smart Contracts

Índice de contenido

1. Introducción	10
1.1. Motivación	11
1.2. Planteamiento del trabajo	12
1.3. Estructura del trabajo	14
2. Contexto y estado del arte	16
2.1. Análisis del contexto	16
2.2. Estado del arte	20
2.2.1. Descripción de <i>Blockchain</i> y Smart contracts	20
2.2.2. Antecedentes de sistemas de votación electrónica	22
2.2.3. Sistemas de votación electrónica basado en blockchain	24
3. Objetivos y metodología de trabajo	25
3.1. Objetivo general	25
3.2. Objetivos específicos	25
3.3. Metodología de trabajo	26
3.3.1. Metodología para la gestión del proyecto	26
3.3.2. Metodología para el desarrollo del proyecto	27
3.3.3. Metodología para la identificación y evaluación de riesgos	28
3.3.4. Metodología para la evaluación de las métricas de calidad	32
4. Análisis y definición del alcance	33
4.1. Identificación de interesados	33
4.2. Definición de requerimientos	34
4.3. Descripción del proyecto	36
4.3.1. Descripción funcional	36
4.3.2. Descripción técnica	38
4.3.3. Alcance del proyecto	39
5. Estructura del trabajo	40
5.1. Selección y gestión del recurso humano	40
5.2. Definición de paquetes de trabajo	44
5.2.1. WP 1 Plan de Calidad	46
5.2.2. WP 2 Alcance del proyecto	46
5.2.3. WP 3 Conformación de equipo	47
5.2.4. WP 4 Requerimientos funcionales	47

5.2.5.	WP 5 Requerimientos no funcionales	48
5.2.6.	WP 6 Estructura de desglose de trabajo.....	48
5.2.7.	WP 7 Cronograma	49
5.2.8.	WP 8 Modelo de datos	49
5.2.9.	WP 9 Arquitectura de la plataforma.....	50
5.2.10.	WP 10 Infraestructura de plataforma.....	50
5.2.11.	WP 11 Mockups de la plataforma	51
5.2.12.	WP 12 Servidor web API	52
5.2.13.	WP 13 Web App.....	52
5.2.14.	WP 14 Android App.....	53
5.2.15.	WP 15 IOs App	53
5.2.16.	WP 16 Blockchain Network.....	54
5.2.17.	WP 17 Video tutoriales	54
5.2.18.	WP 18 Social media del proyecto	55
5.2.19.	WP 19 Campaña de registro	55
5.3.	Definición del cronograma de actividades	56
5.4.	Planificación de la calidad.....	61
5.4.1.	Introducción.....	61
5.4.2.	Objetivos del plan de calidad.....	61
5.4.3.	Estructural general de gestión.....	61
5.4.4.	Responsabilidad del equipo.....	62
5.5.	Gestión de las comunicaciones.....	62
5.5.1.	Medios de comunicación.....	62
5.5.2.	Plataformas de comunicación	62
5.5.3.	Reuniones	63
6.	Análisis de riesgos y presupuesto.....	64
6.1.	Plan de respuesta a riesgos	64
6.1.1.	Comité de gestión del riesgo	64
6.1.2.	Identificación de riesgos y estructura de desglose de riesgo.....	65
6.1.3.	Análisis del riesgo.....	67
6.1.4.	Mitigación del riesgo.....	68
6.2.	Elaboración de presupuesto	71
6.2.1.	Análisis de costos encontrados.....	71
6.2.2.	Calculo de presupuesto	73

7. Ejecución, control y monitoreo	77
7.1.1. Control del cronograma	77
7.1.2. Control de costos	77
7.1.3. Control de cambios	77
7.1.4. Control de recurso humano	78
7.1.5. Control de la calidad	79
8. Conclusiones y trabajo futuro	79
9. Referencias bibliográficas	81

Índice de figuras

Figura 1 Representación gráfica del proceso de encriptación de la información dentro de un blockchain. Fuente: (Kasthala 2019)	20
Figura 2. Ejemplos de aplicaciones basadas en blockchain.	21
Figura 3 Matriz de poder / interés	33
Figura 4. Diagrama del proceso de sistema Mi Barrio e-voting System.	37
Figura 5. Diagrama de los elementos que componen el proyecto	38
Figura 6. Estructura de desglose de trabajo del proyecto	44
Figura 7 Diagrama de Gantt del proyecto. Vista de Paquetes de trabajo.....	56
Figura 8 Estructura de desglose de riesgos.....	65

Índice de gráficas

Gráfico 1. Percepción del aumento de la corrupción en los países de américa latina.18

Índice de tablas

Tabla 1 Desigualdad en los países de América Latina.....	17
Tabla 2 Procesos del PMBOK seleccionados para la gestión del proyecto	26
Tabla 3 Escala de probabilidad	29
Tabla 4 Escala de Impacto	30
Tabla 5 Probabilidad VS Impacto	30
Tabla 6 Escala de Prioridad	30
Tabla 7 Estatus de riesgos y medidas de mitigación.....	31
Tabla 8 Criterios de para la medición de la calidad	32
Tabla 9 Registro de interesados	34
Tabla 10 Requerimientos funcionales de la plataforma.....	35
Tabla 11 Requerimientos no funcionales.....	35
Tabla 12 Perfil del director de proyecto	40
Tabla 13 Perfil del asistente administrativo.....	40
Tabla 14 Perfil del arquitecto de software.....	41
Tabla 15 Perfil del líder de desarrollo de software.....	41
Tabla 16 Perfil del desarrollador de aplicaciones móviles.....	42
Tabla 17 Perfil del desarrollador de frontend	42
Tabla 18 Perfil del desarrollador de backend.....	42
Tabla 19 Perfil del QA y Testing.....	43
Tabla 20 Desarrollador de Blockchain	43
Tabla 21 Paquetes de trabajo del proyecto	45
Tabla 22 Hitos del proyecto.....	45
Tabla 23 Paquete de trabajo 1 plan de calidad	46
Tabla 24 Paquete de trabajo 2 alcance del proyecto	46
Tabla 25 Paquete de trabajo 3 conformación de equipo	47
Tabla 26 Paquete de trabajo 4 requerimientos funcionales	47
Tabla 27 Paquete de trabajo 5 requerimientos no funcionales	48
Tabla 28 Paquete de trabajo 6 estructura de desglose de trabajo.....	48
Tabla 29 Paquete de trabajo 7 cronograma.....	49
Tabla 30 Paquete de trabajo 8 modelo de datos	49
Tabla 31 Paquete de trabajo 9 arquitectura de la plataforma	50
Tabla 32 Paquete de trabajo 10 infraestructura de plataforma	50
Tabla 33 Paquete de trabajo 11 mockups de la plataforma	51
Tabla 34 Paquete de trabajo 12 Servidor web API.....	52
Tabla 35 Paquete de trabajo 13 Web App	52

Tabla 36 Paquete de trabajo 14 Android App	53
Tabla 37 Paquete de trabajo 15 IOs App	53
Tabla 38 Paquete de trabajo 16 Blockchain network	54
Tabla 39 Paquete de trabajo 17 video tutoriales	54
Tabla 40 Paquete de trabajo 18 social media del proyecto	55
Tabla 41 Paquete de trabajo 19 campaña de registro	55
Tabla 42 Duración de cada fase del proyecto	57
Tabla 43 Duración de cada paquete de trabajo	57
Tabla 44 Planificación de tareas que componen el proyecto	58
Tabla 45 Reuniones de seguimiento	63
Tabla 46 Integrantes del comite de gestión de riesgos	64
Tabla 47 Riesgos del proyecto identificados	66
Tabla 48 Análisis de los riesgos del proyecto	67
Tabla 49 Plan de mitigación de los riesgos del proyecto	68
Tabla 50 Salario estimado para el recurso humano	72
Tabla 51 Costos vinculados a equipo de hardware	72
Tabla 52 Costos asociados a licencias de software	73
Tabla 53 Costos indirectos	73
Tabla 54 Cálculo del presupuesto del recurso humano	74
Tabla 55 Cálculo de presupuesto de infraestructura en AWS	74
Tabla 56 Cálculo del presupuesto del equipo de hardware requerido para el proyecto	75
Tabla 57 Cálculo del presupuesto del software requerido para el proyecto	75
Tabla 58 Cálculo de presupuesto para costos indirectos	76
Tabla 59 Presupuesto total del proyecto	76
Tabla 60 Parámetros de solicitud de cambio	78

1. Introducción

La corrupción en el ámbito público es uno de los tres problemas más importantes que la población Latinoamericana identifica como un bloqueo en su desarrollo social y económico (CORPORACIÓN LATINOBARÓMETRO 2018). En la estructura de gobierno de cada país, los niveles más bajos de gobierno son los que tienen menos controles y menos transparencia en el uso de recursos.

Por otra parte, la participación ciudadana en la toma de decisiones públicas se ha limitado a la votación que se realiza cada 4 o 5 años dependiendo del país. Motivo por el cual los niveles de desconocimiento en el que y como los gobiernos comunitarios gestionan y toman decisiones sobre el uso de fondos públicos es prácticamente inexistentes.

Como respuesta a la problemática presentada y haciendo uso de las tecnologías actuales, el proyecto Mi Barrio *e-voting* system pretende diseñar, desarrollar e implementar una plataforma basada en *blockchain* y *smart contracts* que permita realizar votaciones de forma transparente, incorruptibles e inmutables entre los residentes de una comunidad para la aprobación de obras a realizar en su comunidad.

La plataforma pondrá a disposición de los ciudadanos un sistema de votación que en función de los resultados obtenidos pueda bloquear el uso de partidas para una determinada obra o contratación por parte de su junta comunal. Todo esto en un ambiente completamente transparente y público, que permita realizar un seguimiento continuo del uso de los fondos públicos en los gobiernos locales.

1.1. Motivación

La opacidad en el uso de los recursos públicos es un mal que se encuentra presente en la mayoría de los países de Latinoamérica (Comisión Económica para América Latina y el 2016). Existe una desconexión total entre la población y su responsabilidad de fiscalizador de las actuaciones y toma de decisiones de sus autoridades públicas. Esta situación ha dado paso a un incremento de la corrupción y una mala utilización de los fondos públicos que condena a la región a un desarrollo social y económico cada vez más lento (Comisión Económica para América Latina y el 2019).

En América Latina los indicadores de pobreza, violencia, criminalidad mantienen un crecimiento sostenido en los últimos años (ONUDD 2019). Por otra parte, los países que forman parte de América Latina presentan los niveles más alto de desigualdad del mundo (Comisión Económica para América Latina y el 2019), donde los indicadores de salud, educación y desarrollo de infraestructura son cada vez peores. Esta realidad es el resultado de una pésima gestión y aprovechamiento de los recursos públicos de los países.

La falta de transparencia en el ámbito público es el resultado de la poca información que se trasmite y la ausencia de procesos que dinamicen y faciliten la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre el qué y cómo utilizar el dinero público. A nivel comunitario, la ausencia de controles es aún más evidente, la mayoría de los gobiernos locales carecen de plataformas oficiales para el manejo y difusión de información.

Es común que a nivel de las comunidades los residentes no conozcan quiénes son sus autoridades y el cómo y en qué invierten los fondos que los gobiernos centrales destinan. Específicamente, en Panamá, la mayoría de las juntas comunales carecen de sistemas informáticos organizados que faciliten la gestión transparente de sus fondos.

Dentro de este contexto, este proyecto pretende crear una plataforma que facilite, dinamice y agilice la participación de las personas en la toma de decisiones públicas. Al mismo tiempo pretende aumentar la transparencia mediante el manejo de un sistema de votaciones seguras donde los gobiernos locales presenten sus propuestas y sea la comunidad la que decida para que ellos se conviertan en simples ejecutores.

1.2. Planteamiento del trabajo

El proyecto consiste en el desarrollo de todos los componentes necesarios para poner en operación una plataforma web y móvil que permita a los integrantes de una comunidad evaluar mediante un voto electrónico las propuestas presentadas por sus gobiernos locales. El proyecto estará constituido por cinco componentes principales: una red de *blockchain*, un servidor web, una plataforma web, una aplicación móvil para sistemas operativos Android y una aplicación móvil para sistemas operativos IOs.

Se utilizará una arquitectura software basada en servicios. Cada servicio expondrá una API en formato JSON utilizando como protocolo de comunicación HTTPS. El despliegue de los componentes será mediante máquinas virtuales dentro de *Amazon Web Services*. Y se utilizará como sistema de autenticación el estándar JWT y el Oauth2 para el manejo de los *tokens* de accesos. La autenticación y autorización por parte de los usuarios implementará un sistema de doble autenticación.

El servidor web será desarrollado utilizando como lenguaje de programación JAVA y como *framework* de desarrollo *Spring Boot*. El servidor web se ejecutará sobre máquinas que utilizan sistemas operativos Linux, en la distribución Debian. Para la persistencia de los datos esenciales se utilizará como motor de base de datos, *Postgresql* en su versión 11.0. Como tecnología de despliegue se utilizará *Docker* en su versión 18.

La aplicación web será desarrollada utilizando *React* en su versión 16 como librería principal y será desplegada en un Servidor *Nginx*. Los usuarios podrán acceder a la plataforma web utilizando los navegadores Google Chrome, Safari y Mozilla. Como guía de diseño se utilizará *Material Design* en la versión implementada por Material UI.

Las aplicaciones móviles serán aplicaciones híbridas. Para su desarrollo se utilizará la librería *React Native*. Como guía de estilos se utilizará *Material Paper*. Ambas aplicaciones podrán ser descargadas desde las tiendas oficiales de cada plataforma, *Play Store* para el caso de Android y *App store* para el caso de usuarios de IOs.

El protocolo de *blockchain* utilizando para el desarrollo de los contratos inteligentes será *Ethereum* y como lenguaje de programación de los contratos inteligentes se utilizará *Solidity* en su versión 0.8-4. Para su implementación se creará una red de *blockchain* como servicio dentro de la infraestructura en la nube del *Amazon Web Services*

El equipo de desarrollo estará compuesto por 9 personas. El perfil de los integrantes del equipo de desarrollo es el siguientes:

- Un (1) desarrollador de aplicaciones móviles con 3 años de experiencia en el uso de *React Native*
- Un (1) diseñador gráfico con 3 años de experiencia en el desarrollo de diseños de aplicaciones móviles y plataformas web
- Un (1) desarrollador de *frontend* con 3 años de experiencia en el uso de *React*
- Un (1) desarrollador de *backend* con 5 años de experiencia en el Java y *spring boot*
- Un (1) desarrollador de *blockchain* con 2 años de experiencia el desarrollo de contratos inteligentes con *solidity*.
- Un (1) Arquitecto de software con 3 años de experiencia en el desarrollo de soluciones web.
- Un (1) Probador de software con 3 años de experiencia en el desarrollo y planificación de pruebas manuales y automáticas de software.
- Un (1) asistente administrativo con 1 año de experiencia tareas administrativas.
- Un (1) administrador de proyecto con 3 años de experiencia en la gestión y desarrollo de proyectos de software.

El proyecto tendrá una duración total de aproximada de 11 meses. Los primeros 2 meses serán dedicados a la planificación y definición de los requerimientos, alcance y conformación del equipo. Se contemplan 9 meses de desarrollo.

1.3. Estructura del trabajo

En este primer capítulo se ha presentado el resumen, la introducción y motivación del proyecto. Donde se ha presentado el problema de la poca transparencia y falta de participación ciudadana son causantes del pobre desarrollo social y económico de los países. Se ha descrito que mediante el desarrollo de este proyecto podemos minimizar este impacto negativo en la población.

En el Capítulo 2 se profundizará en el contexto del problema a solucionar. Se inicia con un análisis del entorno social y se explica cómo el mal manejo de fondos públicos se refleja en los indicadores de violencia, salud y educación. Posteriormente, se presenta el estado del arte de la solución propuesta, analizando diferentes iniciativas similares, así como la madurez de las tecnologías a utilizar.

El Capítulo 3 presenta el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto. En este capítulo también se profundiza en la descripción de las metodologías a utilizar en las fases de gestión, desarrollo, evaluación de riesgo y calidad. Adicionalmente, se presenta una descripción más amplia del proyecto.

El Capítulo 4 describe el análisis y la definición del alcance del proyecto. En esta sección se presentan los *stackholders* del proyecto, los requerimientos funcionales, los requerimientos no funcionales del proyecto y se amplía la descripción funcional - técnica del proyecto al tiempo que se delimita el alcance de este.

El Capítulo 5 aborda la información relacionada con la gestión de los recursos humanos, la definición de los recursos, la descripción de los paquetes de trabajo, el cronograma de actividades, la planificación de la calidad y la gestión de las comunicaciones en el proyecto.

En el Capítulo 6 se presenta el presupuesto del proyecto y el análisis de riesgo. Se describe el plan de mitigación, definiendo la estructura del comité de gestión de riesgo, la estructura de desglose de riesgo y el análisis de riesgos. Seguidamente se presenta el presupuesto del proyecto mediante el análisis de costos y el cálculo del presupuesto.

El capítulo 7 describe el plan para el monitoreo y control del proyecto definiendo las acciones a realizar para el control del cronograma, costos, control de cambios, recurso humano y calidad. Finalmente, el Capítulo 8 presenta las conclusiones del autor, presentando su opinión sobre cada uno de los temas y el aprendizaje obtenido durante el desarrollo del presente

documento. Por último, el Capítulo 9 describe las referencias bibliográficas utilizadas en el documento.

2. Contexto y estado del arte

El presente capítulo tiene la intención de describir los fundamentos sociales y tecnológicos que sustentan el proyecto. La primera parte describe el contexto social donde se desarrolla el proyecto y el problema que se quiere solucionar. Seguidamente se hace una descripción técnica del estado del arte de la tecnología a utilizar en el desarrollo del proyecto. Finalmente se ofrecen algunas conclusiones sobre la madurez y tendencias de la tecnología utilizada.

2.1. Análisis del contexto

El nivel de desigualdad de un país o región se mide utilizando el coeficiente de GINI. Entre más alejado de cero sea el coeficiente de GINI, mayor es la desigualdad en ese país o región. A nivel mundial, América Latina es una de las regiones con más desigualdad. En el 2019 el coeficiente de GINI promedio para la región fue de 46.2 (Comisión Económica para América Latina y el 2019). Siendo Panamá uno de los países con mayor índice, con un valor de 50.4.

La mala distribución de los recursos económicos de los países ha generado que a lo largo de la región existan múltiples problemas sociales que se ven reflejados en los altos índices de delincuencia, homicidios y corrupción. Según (ONUDD 2019) en el 2019 el 37% de los homicidios a nivel mundial se dieron en América Latina. Por otra parte, según (CORPORACIÓN LATINOBARÓMETRO 2018) la corrupción ocupa el tercer lugar en los problemas más importantes de la región.

Tabla 1 Desigualdad en los países de América Latina

Desigualdad en países de América Latina - Índice de Gini (de mayor a menor)	
Brasil	51,3
Colombia	50,8
Panamá	50,4
Honduras	50,0
Costa Rica	48,7
Guatemala	48,3
Paraguay	47,8
Chile	47,7
Nicaragua	46,2
República Dominicana	45,3
Ecuador	45,0
Bolivia	44,6
Perú	43,8
México	43,4
Argentina	42,4
Haití	41,1
El Salvador	40,0
Uruguay	39,7
<i>Fuente: Banco Mundial - últimos datos disponibles para cada país</i>	

Fuente: (Llorente 2018)

En este contexto social, la utilización eficiente y eficaz de los recursos públicos resulta vital para lograr revertir la situación. No obstante, son las instituciones públicas los principales centros de corrupción y de despilfarro de recursos económicos. En base al estudio de (CORPORACIÓN LATINOBARÓMETRO 2018) el 51% de los latinoamericanos cree que sus autoridades públicas forman parte de los mecanismos de corrupción.

La falta de controles y transparencia en el manejo de fondos públicos han sido el modus operandi utilizado para cometer actos de corrupción a todos los niveles. En los últimos años se ha visto cómo varios presidentes han sido juzgados por cometer actos de corrupción durante sus mandatos (BBC Mundo Redacción 2018). En Panamá, el desvío de partidas utilizadas en juntas comunales ha sido objeto de investigación por falta de transparencia.

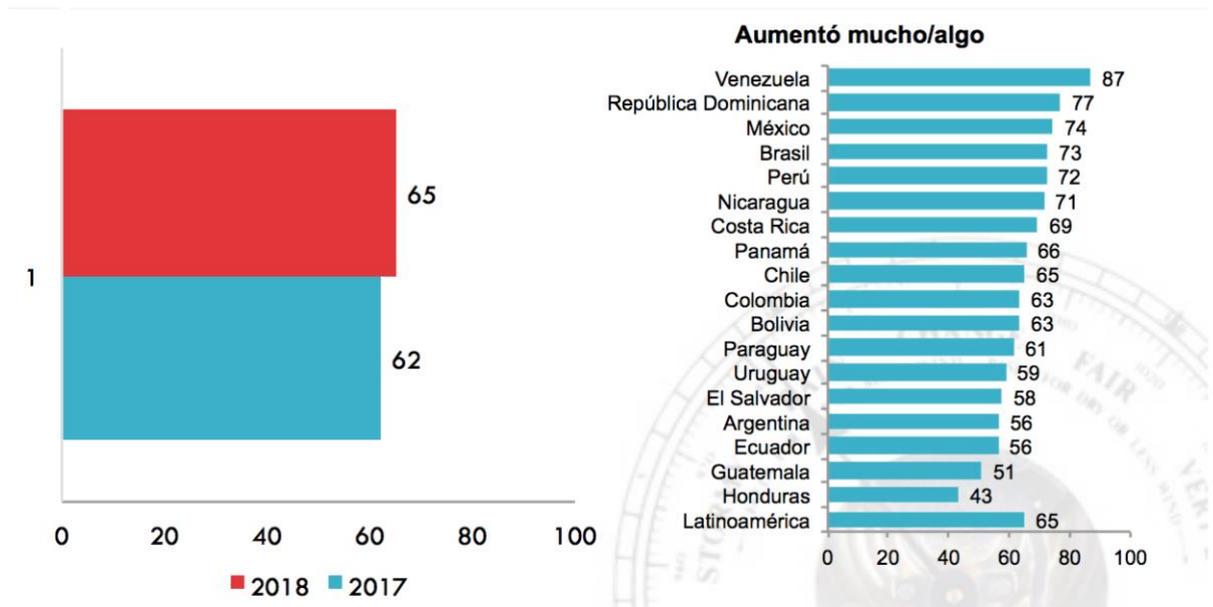


Gráfico 1. Percepción del aumento de la corrupción en los países de América Latina.

Fuente: (CORPORACIÓN LATINOBARÓMETRO 2018)

Nota: el gráfico indica % de personas que consideran que la corrupción ha aumentado. Por ejemplo, para el 2017, 62% de las personas consideraban un aumento en la corrupción mientras que, en el 2018, fue un 65%

En las condiciones actuales, la población no cuenta con los mecanismos que le permitan realizar una fiscalización activa sobre el manejo de los fondos asignados a sus comunidades. La participación ciudadana en la toma de decisiones públicas es muy pobre y se limita las votaciones que se realizan cada quinquenio. Este modelo de participación ciudadana es heredado, de los tiempos donde la comunicación era limitada y era necesario delegar la representación a un tercero.

Este modelo de gestión pública ha provocado que en muchas ocasiones las inversiones realizadas no cubran las necesidades reales de la población. Esta situación ha incrementado la insatisfacción de las personas, reduciendo de forma dramática el crecimiento y desarrollo social de las comunidades y de las personas que en ellas residen. (CORPORACIÓN LATINOBARÓMETRO 2018).

En la actualidad los problemas de comunicación que se tenían años atrás han sido resueltos gracias a la tecnología, herramientas como el internet, las redes sociales, entre otras permiten que la comunicación viaje en tiempo real. Por otra parte, actualmente existen mecanismos de autenticación que permiten identificar a un individuo con certeza (p. ej. sistemas utilizados por

bancos, sistemas encriptados) con lo cual es posible conocer la opinión de esa persona sobre determinado tema con total seguridad.

Mediante el sistema de votación, el proyecto facilita a los residentes de una comunidad su participación ciudadana activa. Adicional favorece a mejorar el desempeño de los gobiernos locales al estar monitoreados y poder medir y comparar su desempeño con sus semejantes. Logrando con esto que estas entidades sean más transparentes y consultivos.

En base a lo anterior expuesto, el proyecto *Mi barrio E-voting system* propone la creación de una plataforma, basada en las tecnologías de *blockchain* y *smart contracts*, que permita a miembros de una comunidad fiscalizar la gestión de sus gobiernos locales mediante un sistema de votación rápido, seguro y transparente. Al tiempo que pone a disposición de gobiernos locales una herramienta que les permita interactuar de forma directa, certera y más democrática con la población que atienden.

2.2. Estado del arte

A continuación, se detalla el estado del arte de las tecnologías a utilizar para la implantación del proyecto. Se inicia con la descripción técnica de la tecnología *blockchain* y los contratos inteligentes (*Smart contracts*). Seguidamente se presentan algunos antecedentes del uso de esta tecnología en el ámbito de la votación electrónica. Finalmente se describen los sistemas de votación que han utilizado *blockchain* como tecnología principal.

2.2.1. Descripción de *Blockchain* y *Smart contracts*

Blockchain puede ser definido como una base de datos distribuidas donde la información almacenada no puede ser modificada. El concepto de *Blockchain* fue introducida en el 2009 por Satoshi Nakamoto, en el *paper Bitcoin: a peer to peer electric cash system*. Desde entonces la tecnología *blockchain* ha sido la encargada de resguardar las transacciones electrónicas de la criptomoneda Bitcoin.(Nakamoto 2009)

La *blockchain* está compuesta por múltiples computadoras que mantiene una copia de los datos almacenados. Cada computador de esta red distribuida se le llama nodo. Cuando una nueva información es registrada en la *blockchain* esta se agrupa en lo que llaman bloque. Este bloque de información es encriptado y almacenado en todos los nodos de la red, a este proceso se le llama minado. (ul Hassan et al. 2019)

Cada bloque de información dentro de la *blockchain* es encriptado. Para realizar la encriptación la *blockchain* utiliza un algoritmo de encriptación recurrente. La nueva información es encriptada en base la información previa. Esto implica que para poder modificar un dato se debe modificar toda la información, almacenada en todos los nodos de la red lo cual es prácticamente imposible (ul Hassan et al. 2019).

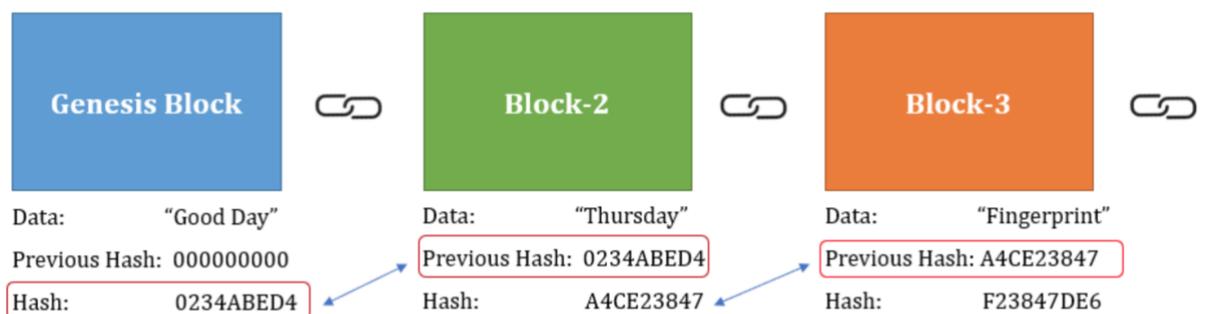


Figura 1 Representación gráfica del proceso de encriptación de la información dentro de un *blockchain*. Fuente: (Kasthala 2019)

Los datos dentro de una *blockchain* se encuentran encriptados y distribuidos. La distribución de datos lo convierte en un sistema descentralizado, que minimiza la manipulación de datos por parte de terceros. Por otro lado, el mecanismo de encriptación lo convierte en una tecnología segura. La Figura 2 presenta algunas de las aplicaciones basadas en blockchain.

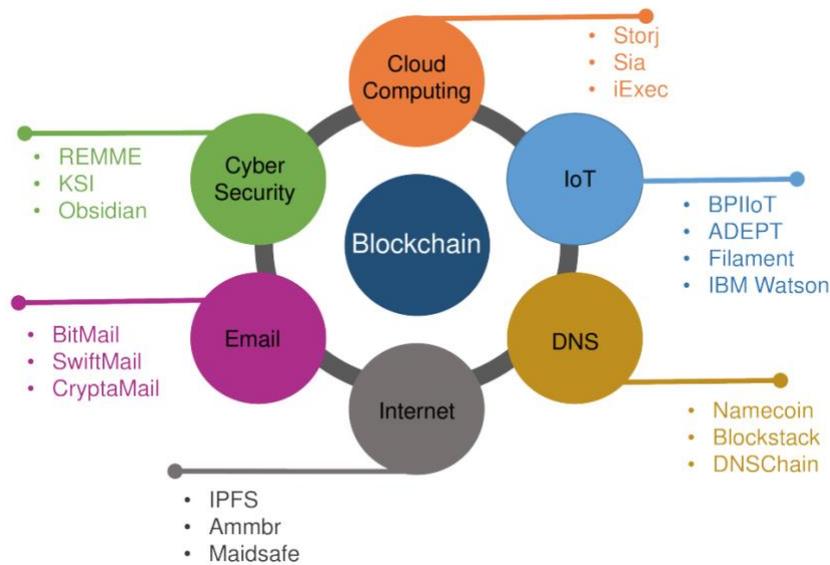


Figura 2. Ejemplos de aplicaciones basadas en blockchain.

Fuente: (ul Hassan et al. 2019)

Una de las aplicaciones más interesantes de la blockchain son los llamados contratos inteligentes (*Smart Contracts*). Al igual que su contraparte física los contratos inteligentes están compuestos de cláusulas, que en función del cumplimiento de las condiciones pactadas se ejecuta una acción. La diferencia principal es que los *smart contracts* se codifican y almacenan en un sistema digital.

Una vez programadas el contrato las condiciones se ejecutarán si y solo si las condiciones pactadas se cumplen. En este sentido, la *blockchain* ha permitido que una vez definidos los contratos estos no se puedan cambiar en tiempo, y evitar que una de las partes incumpla con su parte.

Un caso típico puede ser la compra de productos por internet. Mediante un contrato inteligente se codifica que el dinero de cliente solo se transfiera a la cuenta del vendedor si la mercancía llega antes del tiempo de espera determinado. Ya mediante sensores, esta condición puede ser verificada y al cumplirse el contrato inteligente hará la transferencia de la cuenta del cliente a la cuenta del vendedor de lo contrario el dinero regresará a la cuenta del cliente.

2.2.2. Antecedentes de sistemas de votación electrónica

Los procesos de elección tradicional mantienen su confiabilidad en la honestidad de las personas que llevan el proceso. Independiente del proceso de votación elegido se debe cumplir con los requerimientos de seguridad, transparencia y prevención de manipulación de los resultados, mientras se mantiene el anonimato de los votantes. (Thuy et al. 2019).

Según (Wolf, Nackerdien, y Tuccinardi 2011) Los sistemas de votación electrónica deben cumplir con los siguientes criterios

- Privacidad: El valor de la votación no debe ser conocidos por otros. Nadie debe saber quién votó por quién.
- Verificación individual: un votante debe poder verificar por quién votó.
- Elegibilidad: Solo las personas seleccionadas pueden votar:
- Justicia: el sistema no debe emitir los resultados de la votación hasta después de finalizar la votación.
- Unicidad: cada votante debe emitir una solo voto.
- Robustez: nadie debe poder modificar o manipular los resultados de la votación.
- Verificación universal: todos deben poder validar la claridad e imparcialidad de la votación

En la actualidad los sistemas de votación electrónica remota o REV, por sus siglas en inglés, son ampliamente usando tanto a nivel público como en el sector privado. En Australia, en las elecciones del 2015 del estado de *New South Wales*, cerca de 280,000 votantes emitieron sus votos por medios electrónicos. Países como Estonia y Canadá han sido pioneros en el desarrollo y utilización de sistemas de votación electrónica. (Gibson et al. 2016)

En los sistemas convencionales de votación electrónica se suelen utilizar diversos componentes que minimizan los riesgos. La utilización de métodos de encriptación, componentes de hardware como sistemas biométricos, máquinas de votación y la utilización de redes privadas son algunas de acciones que los sistemas actuales proporcionan como medida de mitigación a los riesgos de transparencia y seguridad. (Wolf et al. 2011) (Sedky y Ramzy Hamed 2015) (Adeshina y Ojo 2014).

Sin embargo, los sistemas de votación electrónica que son productos propietarios que no permiten el análisis del código fuente que sostiene al aplicativo minimizando la transparencia en las votaciones. Por otra parte, las opciones públicas o de código abierto se ven expuestas a la aparición de brechas que puedan ser accedidas por múltiples personas. (Wolf et al. 2011).

Otra característica de los sistemas actuales es que están diseñados e implementados utilizando bases de datos centralizados. Esto significa que la información reposa sobre una misma base de datos, incrementando la vulnerabilidad y haciéndolos más propensos a sufrir ataques cibernéticos. (Patil, Rathi, y Tribhuwan 2018).

2.2.3. Sistemas de votación electrónica basado en blockchain

Es necesario que los sistemas de votación electrónicos ofrezcan una persistencia de datos incorruptibles y que el mismo tiempo provea transparencia con seguridad hacia los votantes. La tecnología *blockchain* ofrece la capacidad de crear registros que son inmutables e incorruptibles al mismo tiempo ofrece privacidad y transparencia a las transacciones que se desarrollan sobre esta tecnología. (Patil et al. 2018).(Suharsono, Kuspriyanto, y Rahardjo 2019)

Debido a sus propiedades, la utilización de *blockchain* ha dado paso al desarrollo de sistemas de votación electrónica descentralizados o *BEV* por sus siglas en inglés. (*Blockchain enabled e-voting*). En 2018 la empresa *Voatz* probó un sistema votación basado en *blockchain* en las elecciones de gobiernos estudiantiles, iglesias y organizaciones sin fines de lucro. (Kshetri y Voas 2018)(de los Santos, de los Santos, y de los Santos 2020).

En el 2017 el programa de ciudadanía activa de Moscú movió su sistema de votación ciudadana a un sistema basado en *blockchain*. Por otra parte, Corea del Sur utilizó en marzo del 2017 un sistema *BEV* para la aprobación de proyectos comunitarios donde participaron 90,000 residentes. En Estonia los accionistas de la empresa *LVH Group* utilizan una plataforma basada en *blockchain* para emitir sus votos en las reuniones anuales de la compañía. (Kshetri y Voas 2018).(Kurbatov et al. 2019)

En comparación con los sistemas basados en *blockchain* las máquinas utilizadas para la emisión de votos electrónicos tienen la desventaja de que pueden ser vulnerados de forma física, mediante sabotajes físicos que pone en riesgo la integridad de la votación. (Thuy et al. 2019)(Rodiana, Rahardjo, y W. 2018)

(Thuy et al. 2019) presentaron una plataforma de votación electrónica utilizando *blockchain* llamada *Votereum*. Esta plataforma utilizó como plataforma de *blockchain* *Ethereum*, El sistema se fundamentó en la utilización de contratos inteligentes utilizando *Solidity* como lenguaje de programación, dos servidores utilizando *NodeJs* y una interface gráfica diseñada en *Angular*.

El sistema presentado por Thuy cumplió con los requerimientos de privacidad, unicidad, verificabilidad y robustez. Sin embargo, el sistema carecía de un sistema de emisión de recibo con la información del voto emitido.

3. Objetivos y metodología de trabajo

A lo largo de este capítulo se presentan el objetivo general del proyecto, los objetivos secundarios, la metodología del trabajo y la descripción formal del proyecto.

3.1. Objetivo general

Diseñar, desarrollar e implementar una plataforma basada en blockchain que permita realizar votaciones de forma transparente, incorruptibles e inmutables entre los residentes de una comunidad para la aprobación de obras a realizar en su comunidad.

3.2. Objetivos específicos

- Desarrollar una plataforma de blockchain para la utilización de contratos inteligentes.
- Desarrollar e implementar aplicaciones para dispositivos móviles y ordenadores que consulten a la plataforma de blockchain
- Registrar a los residentes de la comunidad en la plataforma.
- Capacitar al personal del gobierno local para que realice las votaciones sobre las obras que desea realizar en la comunidad.
- Capacitar a los residentes para que participen de forma activa en las votaciones y seguimiento del uso de los fondos públicos que administran los gobiernos locales

3.3. Metodología de trabajo

A lo largo de esta sección se introduce las metodologías que se utilizará para llevar adelante el proyecto. Se inicia con la presentación de la metodología utilizada para la gestión del proyecto en su conjunto. Seguidamente se presenta la metodología de desarrollo a utilizar en la construcción de la plataforma. Finalmente se describen las metodologías a utilizar en la evaluación de riesgos y evaluación de indicadores de calidad.

3.3.1. Metodología para la gestión del proyecto

Para lo relacionado con la gestión del proyecto en su conjunto su utilizará como metodología la guía del PMBOK. Esta metodología en marca el proyecto en 5 grupos procesos: inicio, planificación, ejecución y cierre. El quinto grupo de proceso es el de monitoreo y control es transversal al desarrollo completo. Para cada uno de estos grupos de procesos se han seleccionado los procesos necesarios para el desarrollo del proyecto y se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2 Procesos del PMBOK seleccionados para la gestión del proyecto

Grupo de proceso	Proceso
Inicio	Desarrollar el acta de constitución del Proyecto
	Identificar a los interesados
Planificación	Recopilar Requisitos
	Crear EDT/WBS
	Desarrollar el cronograma
	Determinar el presupuesto
	Planificar la gestión de la calidad
	Planificar la gestión de riesgo
Ejecución	Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto
Monitoreo y control	Controlar el cronograma
	Controlar los costos
Cierre	Cerrar el proyecto

Fuente: Elaboración propias

3.3.2. Metodología para el desarrollo del proyecto

Para el desarrollo o ejecución del proyecto se utilizará la metodología SCRUM. Los procesos y actividades definidos por esta metodología han sido utilizando ampliamente en el desarrollo de proyectos software obteniendo buenos resultados. La metodología define tres roles principales en la construcción de un proyecto de software:

- Dueño del producto (*Product Owner*): encargado de definir las tareas a realizar en el desarrollo con la idea de maximizar el valor del producto.
- *Scrum Master*: es el responsable de velar por el cumplimiento de los lineamientos de la metodología. Es un vínculo entre el dueño del producto y el equipo de desarrollo.
- Equipo de desarrollo (*Development Team*): Está compuesto por el personal técnico encargado de construir los componentes de software.

La metodología establece que los requerimientos del proyecto se administren bajo un listado, llamado *backlog*, que es administrado y priorizado por el dueño de producto. El *product owner* selecciona una cantidad de tareas del *backlog* para ser trabajadas durante un periodo de tiempo llamado Sprint que puede oscilar entre 1 y 4 semanas.

Para el proyecto en concreto se definen las siguientes actividades definidas por la metodología:

- Duración de 2 semanas para cada Sprint
- *Daily standup meeting* de 15 minutos
- *Spring planning meeting* de 4 horas
- *Retrospect spring meeting* de 4 horas
- *Spring review* de 1 hora.

3.3.3. Metodología para la identificación y evaluación de riesgos

En el apartado de los riesgos a los cuales se enfrenta el proyecto se propone utilizar una metodología compuesta de 5 fases: identificación de los riesgos, cuantificación y priorización de los riesgos, respuesta a los riesgos y supervisión y control de los riesgos.

En la fase de identificación de los riesgos se busca responder a las siguientes preguntas: ¿Qué puede fallar? ¿Qué tipo de problemas o eventos pueden ocurrir? El entregable de esta fase es un listado de riesgos identificados. Las herramientas ha utilizar durante esta etapa serán las siguientes: consulta interna, entrevistas y análisis de proyectos anteriores.

En la fase de cuantificación y priorización se utilizarán las escalas presentada en la Tabla 3 con el fin de asignar a cada riesgo una probabilidad de ocurrencia. La escala presentada en la

Tabla 4 será utilizada para asignar a cada riesgo el nivel de impacto que puede tener en los objetivos del proyecto. Finalmente, con los valores obtenidos se utilizará la Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 para asignar a cada riesgo su nivel de prioridad dentro del proyecto utilizando la Tabla 6.

Tabla 3 Escala de probabilidad

Escala	Probabilidad	Definición
A	Muy Alta	Riesgo cuya probabilidad es MUY ALTA, es decir, se tiene mucha seguridad que se presente, superior al 80%
B	Alta	Riesgo cuya probabilidad es ALTA, es decir, se tiene entre el 60% - 80% de seguridad que se presente.
C	Media	Riesgo cuya probabilidad es MEDIA, es decir, se tiene entre el 40% - 60% de seguridad que se presente.
D	Baja	Riesgo cuya probabilidad es BAJA, es decir, se tiene entre el 20% - 40% de seguridad que se presente.
E	Muy baja	Riesgo cuya probabilidad es MUY BAJA, es decir, menos del 20% de seguridad que se presente.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Escala de Impacto

Escales	Impacto	Definición
A	Alto	El impacto es ALTO; requiere medidas sustanciales para mitigar el impacto. La continuación del proyecto es afectada si no se toman las medidas de mitigación apropiadas.
B	Medio	El impacto es MEDIO. La calidad del proyecto es seriamente afectada si no se toman las medidas de mitigación apropiadas.
C	Bajo	El impacto es BAJO; las medidas para mitigar el impacto son fáciles de implementar. La calidad del proyecto se ve muy poco afectada así como la entrega en tiempo de los resultados.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Probabilidad VS Impacto

		IMPACTO		
		A	B	C
PROBABILIDAD	A	A	A	B
	B	A	B	C
	C	B	C	D
	D	C	D	E
	E	D	E	E

Tabla 6 Escala de Prioridad

Escales	Prioridad	Definición
A	Prioridad Máxima	Debe ser atendido con urgencia, disponiendo los recursos necesarios para aplacar cualquier impacto
B	Prioridad Alta	Amerita ser atendido, se deben destinar una cantidad de recursos para su atención
C	Prioridad Media	Se deben aplicar las medidas de atención al evento, sin descuidar las asignaciones de los recursos que se disponen.
D	Prioridad Baja	Se debe disponer atención, cuando exista la disponibilidad de recursos para su atención.
E	Prioridad Mínima	Debe ser atendido con los propios recursos destinados, cuando no exista ningún otro evento de prioridad mayor.

Fuente: Elaboración propia

Para la fase respuesta a riesgo se levantará un plan de contingencia donde cada riesgo tendrá como mínimo una medida de mitigación. En lo referente a la supervisión y control de los riesgos cada riesgo y medida de mitigación tendrá vinculado un indicador de estado definido como lo muestra la

Tabla 7. Adicionalmente se definen las siguientes actividades a realizar:

- Reuniones quincenales para monitorear del estatus de los riesgos y sus medidas de mitigación
- Redactar informes quincenales del estatus de los riesgos y sus medidas de mitigación

Tabla 7 Estatus de riesgos y medidas de mitigación

Estatus	Descripción
OK	Para el caso de los riesgos Indica que el riesgo está bajo control. Para las medidas de mitigación indica que la medida puede ser ejecutada sin problemas
NOK	Para el caso de los riesgos Indica que el riesgo se ha presentado. Para las medidas de mitigación indica que la medida no puede ser ejecutada en caso de que el riesgo se dé.

Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Metodología para la evaluación de las métricas de calidad

La estrategia de evaluación y seguimiento de los criterios de calidad definidos para el proyecto consiste en las siguientes acciones:

- Mediciones mensuales de los indicadores.
- Captura de los datos de las mediciones en las plantillas asignadas y almacenado en la carpeta compartida del proyecto.
- Utilización de la Tabla 8 como criterio para la medición de los indicadores

Tabla 8 Criterios de para la medición de la calidad

Criterio	Desviación	Descripción	Recomendación
$VR > VMA$	Verde	Los resultados están alineados	El proyecto puede continuar con un alto nivel de calidad.
$VMA > VR > 75\% VMA$	Ámbar	Los resultados siguen la línea establecida por el proyecto, pero los niveles de calidad no se han alcanzado.	Los participantes tienen que revisar los resultados y su calidad para confirmar su validez. El proyecto puede continuar, pero necesita un análisis de la utilidad y/o eficiencia de los resultados.
$75\% VMA > VR$	Rojo	Los resultados están claramente por debajo del nivel de calidad esperado	Es imprescindible desarrollar un plan de contingencia para recuperar la calidad esperada del proyecto

Fuente: Elaboración propia

4. Análisis y definición del alcance

A continuación, se da una descripción más amplia de las funciones y alcance del proyecto. Se definen a los interesados del proyecto, así como los requerimientos funcionales y no funcionales del proyecto. Finalmente se concretiza el alcance macro del proyecto.

4.1. Identificación de interesados

Los interesados o *stakeholders* son definidos como personas u organizaciones que se ven afectadas de forma directa por el desarrollo del proyecto. Con la intención de categorizar y priorizar a cada *stakeholder*, se utilizó la matriz poder / interés de los interesados (ver Figura 3).



Figura 3 Matriz de poder / interés

Fuente: (Guerrero 2018)

La Tabla 9 presenta el registro de interesados del proyecto.

Tabla 9 Registro de interesados

Nombre	Rol	Expectativas individuales	Interés (1-5)	Poder (1-5)
Banco internacional de Desarrollo	Patrocinador	Contar con información pública del uso de los recursos públicos en estados de democracia.	4	3
Junta comunal Juan Demóstenes	Beneficiario	Mejorar la comunicación con los residentes bajo su administración	3	2
Residenciales del corregimiento de Juan Demóstenes	Beneficiario	Fiscalizar y monitorear el uso de los recursos públicos por parte de la junta comunal.	5	2
Esteban Quintana	Patrocinador	Gestión del proyecto en tiempo y costo. Que los productos cumplan con los criterios de calidad.	5	5

Fuente: Elaboración propia

4.2. Definición de requerimientos

Los requerimientos definen el alcance del proyecto y establecen la línea base de trabajo a completar. En la presente sección se presentan los requerimientos funcionales y no funcionales de la plataforma. Por una parte, los requerimientos funcionales hacen referencia a las funciones que los usuarios podrán realizar en la plataforma. Y, por otra parte, los requerimientos no funcionales son aquellas características del sistema que están más orientando al cumplimiento de estándares y aspectos de calidad.

La Tabla 10 presenta los requerimientos funcionales de la plataforma y la Tabla 11 los requerimientos no funcionales.

Tabla 10 Requerimientos funcionales de la plataforma

ID	Nombre	Tipo	Prioridad
RF001	Ingreso a la plataforma	Funcional	Alta
RF002	Administración de votaciones	Funcional	Alta
RF003	Recuperación de contraseñas	Funcional	Alta
RF004	Creación de perfil	Funcional	Alta
RF005	Ingreso de voto	Funcional	Alta
RF006	Edición de perfil de usuario	Funcional	Media
RF007	Envío de notificaciones de votaciones	Funcional	Media
RF008	Generación de <i>token</i> de validación	Funcional	Alta
RF009	Visualización de resultados de votación	Funcional	alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Requerimientos no funcionales

ID	Nombre	Tipo	Prioridad
RNF001	Respaldo cada 24 horas de la base de datos	Funcional	Alta
RNF002	Tiempo máximo de respuesta a los usuarios 5 segundos	Funcional	Alta
RNF003	Capacidad de gestionar 50 000 usuarios de forma simultánea	Funcional	Alta
RNF004	Utilizar sistemas de monitoreo de ataques cibernéticos	Funcional	Alta
RNF005	Disponibilidad de la plataforma el 99.99% del tiempo	Funcional	Alta
RNF006	Utilización de estándares de diseño de web	Funcional	Media
RNF007	Diseño web responsive	Funcional	Media
RF008	1 hora como tiempo máximo de aprendizaje de un nuevo usuario	Funcional	Alta
RF009	Utilización de protocolo HTTPS	Funcional	alta

Fuente: Elaboración propia

4.3. Descripción del proyecto

A lo largo de esta sección se describe el funcionamiento del sistema a construir, definiendo un flujo de acciones, los componentes técnicos y físicos necesarios para su desarrollo. Finalmente se delimita y describe el alcance del proyecto.

4.3.1. Descripción funcional

El proyecto Mi Barrio *e-voting system* consta del desarrollo, diseño e implementación de una plataforma digital basada en *blockchain* que permita la votación electrónica a los residentes de una comunidad. La plataforma será diseñada para el uso de los gobiernos locales o comunitarios. En el caso específico de Panamá la figura de gobiernos locales lo ejercen las Juntas comunales de cada corregimiento.

Por medio del portal web de la plataforma las juntas comunales o gobiernos locales podrán publicar las obras y/o servicios que desean ejecutar dentro de la comunidad. Estas propuestas deberán definir el monto de la inversión, la población que se beneficiaría, el objetivo y un tiempo límite para su aprobación. Con esta información, la plataforma notificará a los residentes de la comunidad e iniciará una votación.

Internamente cada votación solicitada por el gobierno local es transformada en un contrato inteligente que se almacena en la *blockchain* implementada. Mediante un procedimiento interno la plataforma enviará una notificación a la aplicación móvil a los residentes pertenecientes a la comunidad. Cada residente podrá emitir un voto en cada votación. Al finalizar el tiempo límite de la votación, el sistema cierra el proceso de votación. Si la propuesta es aceptada, la plataforma envía un *token* de verificación al gobierno local y al banco que maneja la cuenta bancaria del gobierno local.

Al momento de realizar la solicitud de dinero al banco, los representantes del gobierno local deben presentar el *token*. El banco envía el token de verificado a la plataforma y se realiza la validación contra el contrato inteligente de la *blockchain*. Una vez verificado el *token* el banco libera la partida.

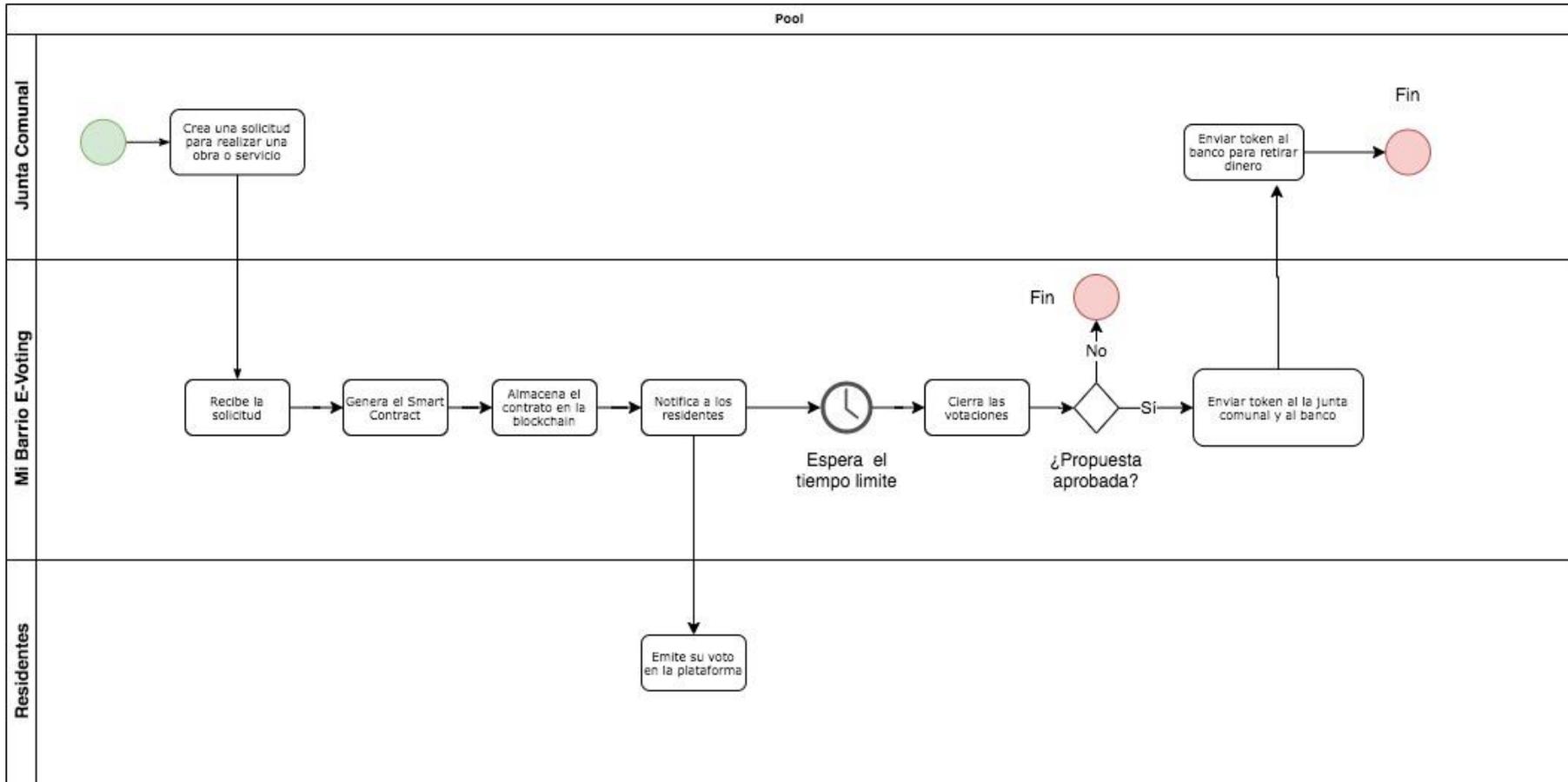


Figura 4. Diagrama del proceso de sistema Mi Barrio e-voting System.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Descripción técnica

La plataforma Mi Barrio *e-voting system* estará compuesta de 6 componentes principales:

- Una Base de datos
- Un servidor web
- Una aplicación para teléfonos móviles con sistema operativo Android
- Una aplicación para sistemas operativos IOs
- Una aplicación web
- Una red de *blockchain* con ethereum, una base de datos relacional.

Como sistemas de infraestructura en la nube se utilizará Amazon Web Services.

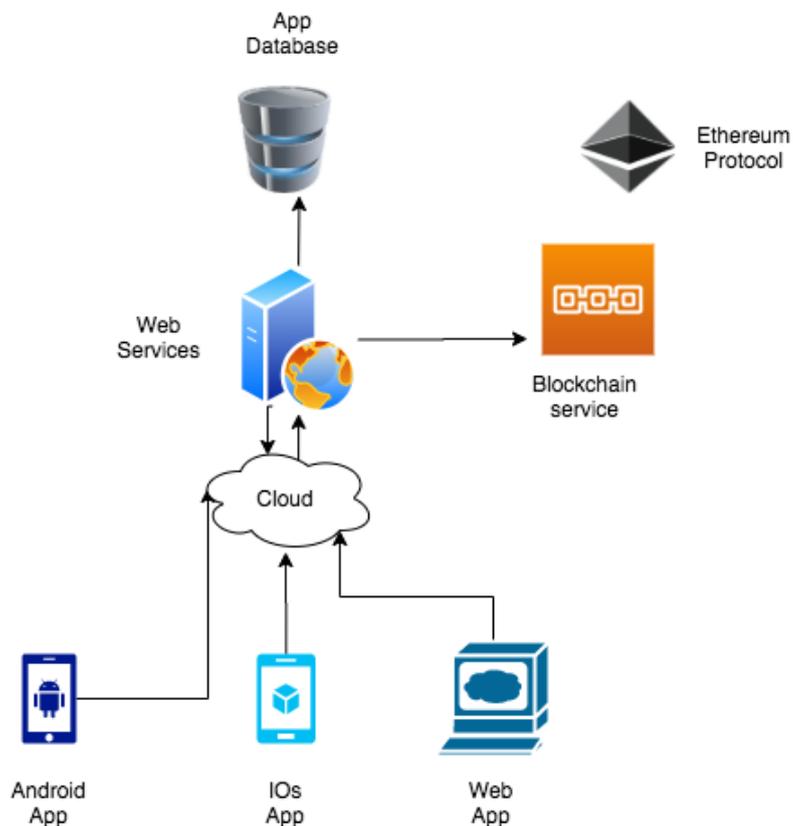


Figura 5. Diagrama de los elementos que componen el proyecto

Fuente: Elaboración propia

Como gestor de base datos se utilizará Postgresql en su versión 11. La elección de esta base de datos se hace en base a la estabilidad, madurez y costo de propiedad (es una aplicación de *open source*). Se utilizará una versión RDS del gestor de base de datos. Los datos almacenados en esta plataforma solo serán los necesarios para el registro de usuarios y configuraciones menores.

El servidor web será diseñado utilizando *Spring Boot* como *framework* de desarrollo web, JAVA como lenguaje de programación. Se define JSON como formato de intercambio de datos y la utilización de conexiones seguras utilizando el protocolo HTTPS. El servidor será desplegado dentro de contenedores utilizando *Docker* como tecnología de despliegue y máquinas virtuales EC2 dentro de *Amazon web services*.

Las aplicaciones móviles serán desarrolladas de forma híbrida utilizando *React Native* como *framework* de desarrollo. Como guía de diseño se seguirá las guías de Material Design. Como IDE desarrollo se utilizará *visual studio code*, El despliegue de la aplicación será mediante las tiendas oficiales de cada plataforma.

La plataforma web estará diseñada utilizando *React* en su versión 16 como librería de Interfaz de usuario. Como lenguaje de programación se utilizará Javascript en su versión ECMAScript 6. La plataforma web podrá ser consumida desde los navegadores Google Chrome, Safari y Mozilla Firefox.

Por último, como protocolo de *blockchain* se utilizará *ethereum* para el soporte de contratos inteligentes. Como lenguaje de programación de los contratos inteligentes se utilizará *Solidity* en su versión 0.7. Como cliente para la conexión se utilizará Web3 y Web3j

4.3.3. Alcance del proyecto

El alcance del proyecto abarca el diseño, desarrollo y puesta en marcha de la plataforma para efectuar votos electrónicos utilizando *blockchain* como base de datos distribuidas. El proyecto consta del desarrollo de los componentes de software necesarios para el correcto funcionamiento los cuales incluyen: el servidor web, las aplicaciones móviles, la plataforma web y la red de blockchain para alojar los contratos inteligentes.

5. Estructura del trabajo

En la siguiente sección se presenta la estructura del trabajo a realizar. Se inicia con la descripción del recurso humano necesario para llevar adelante el proyecto. Seguidamente se definen los paquetes de trabajo y el cronograma de proyecto. Se finaliza con la descripción del plan de calidad y la gestión de las comunicaciones dentro del proyecto.

5.1. Selección y gestión del recurso humano.

A lo largo de esta sección se especifican los perfiles del recurso humano necesario para el desarrollo del proyecto. Se define el rol que tendrá dentro del proyecto, así como su perfil requerido y las responsabilidades.

Tabla 12 Perfil del director de proyecto

Identificación del perfil			
Nombre	Director de proyecto	Acrónimo	DP
Objetivo del rol			
Planificar, organizar y coordinar todos los aspectos relacionados al desarrollo, gestión y ejecución del proyecto.			
Perfil requerido			
Máster en dirección de proyectos Certificación en dirección de proyecto por el PMI			
Responsabilidades			
Planificar y monitorear el proyecto, Gestionar el cronograma del proyecto Certificar el cumplimiento de los requerimientos de calidad Control y elaborar el presupuesto del proyecto Administrar el alcance del proyecto			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Perfil del asistente administrativo

Identificación del perfil			
Nombre	Asistente administrativa	Acrónimo	AADM
Objetivo del rol			
Ayudar en la gestión de las tareas administrativas relacionadas al proyecto.			
Perfil requerido			
Licenciatura en secretariado ejecutivo 1 año de experiencia			
Responsabilidades			

Administrar el buen uso de los recursos de la oficina
Gestionar la contratación del personal
Apoyar en el control de agenda del director del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Perfil del arquitecto de software

Identificación del perfil			
Nombre	Arquitecto de software	Acrónimo	ASW
Objetivo del rol			
Establecer y diseñar la estructura de componentes de la plataforma.			
Perfil requerido			
Maestría en Ingeniería de software			
3 años de experiencia en el diseño de plataformas web			
Responsabilidades			
Desarrollo de la arquitectura de software de la plataforma			
Establecimiento de la infraestructura de tecnología que soporte la plataforma.			
Desarrollo de modelo de datos a implementar en la plataforma.			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Perfil del líder de desarrollo de software

Identificación del perfil			
Nombre	Líder de desarrollo de software	Acrónimo	LDSW
Objetivo del rol			
Coordinar la integración e interacción entre el equipo de desarrolladores de software.			
Perfil requerido			
Máster en Ingeniería de software			
Certificado de SCRUM Máster			
3 años de experiencia en el desarrollo de proyectos software			
Responsabilidades			
Coordinar al equipo de software			
Validar los entregables y actividades a realizar por el equipo de desarrollo.			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Perfil del desarrollador de aplicaciones móviles

Identificación del perfil			
Nombre	Desarrollador de aplicaciones móviles	Acrónimo	APPDEV
Objetivo del rol			
Desarrollar las aplicaciones móviles de la plataforma			
Perfil requerido			
Licenciatura en desarrollo de software 2 años de experiencia en <i>React Native</i>			
Responsabilidades			
Desarrollo de la aplicación para sistemas operativos Android Desarrollo de la aplicación para sistemas operativos IOs			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 Perfil del desarrollador de frontend

Identificación del perfil			
Nombre	Desarrollador <i>Frontend</i>	Acrónimo	FRONTDEV
Objetivo del rol			
Desarrollo de la plataforma web			
Perfil requerido			
Licenciatura en desarrollo de software 2 años de experiencia en React			
Responsabilidades			
Desarrollo de la plataforma web			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 Perfil del desarrollador de backend

Identificación del perfil			
Nombre	Desarrollador <i>Backend</i>	Acrónimo	BACKDEV
Objetivo del rol			
Desarrollo del servicio web de la plataforma y base de datos			
Perfil requerido			
Licenciatura en desarrollo de software 5 años de experiencia en <i>Spring boot</i> 5 años de experiencia en JAVA			
Responsabilidades			
Desarrollo del servicio web de la plataforma			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Perfil del QA y Testing

Identificación del perfil			
Nombre	Líder de QA y Software <i>Testing</i>	Acrónimo	SWQA
Objetivo del rol			
Realizar las validaciones y control de calidad de los componentes de software			
Perfil requerido			
Licenciatura en desarrollo de software 5 años de experiencia la implementación de procesos de calidad software y pruebas			
Responsabilidades			
Definir los planes y escenarios de pruebas para la validación de la plataforma			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 Desarrollador de Blockchain

Identificación del perfil			
Nombre	Desarrollador de Blockchain	Acrónimo	BLOCKDEV
Objetivo del rol			
Implementar la red de blockchain a utilizar por la plataforma			
Perfil requerido			
Licenciatura en desarrollo de software 2 años de experiencia en <i>blockchain</i> 2 años de experiencia en <i>solidity</i>			
Responsabilidades			
Desarrollar e implementar la red de <i>blockchain</i> Desarrollar e implementar los contratos inteligentes a utilizar en la plataforma			

Fuente: Elaboración propia

5.2. Definición de paquetes de trabajo

En la ejecución de proyectos, la segmentación del trabajo a realizar es de vital importancia para poder estimar los recursos necesarios, así como el tiempo de ejecución. En la presente sección se presentan la estructura de desglose de trabajo, EDT, (Ver Figura 6 , Tabla 21), los paquetes de trabajo y los hitos del proyecto (ver Tabla 22).

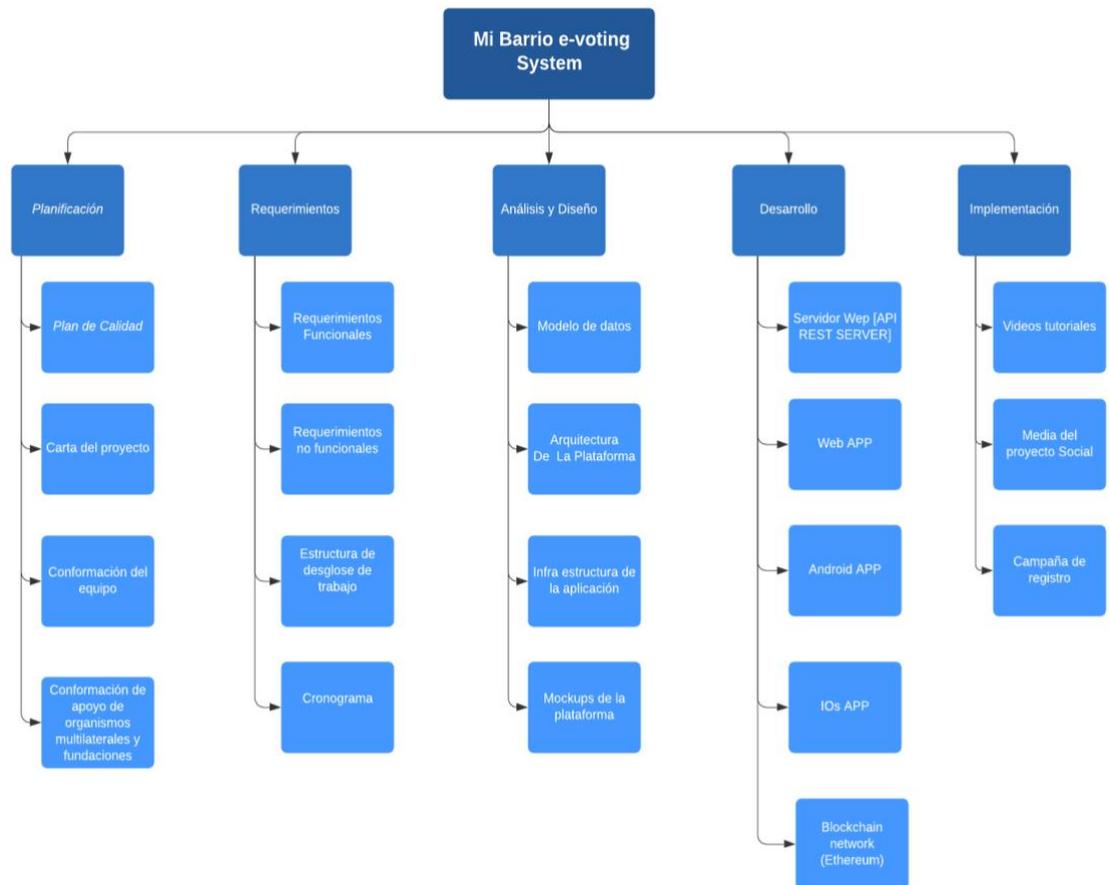


Figura 6. Estructura de desglose de trabajo del proyecto

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 21 presenta los principales paquetes de trabajo a completar durante el proyecto.

Tabla 21 Paquetes de trabajo del proyecto

Paquetes de trabajo	
1	Plan de Calidad
2	Carta del proyecto
3	Conformación del equipo
4	Convenios de apoyo de organismos multilaterales y fundaciones
5	Requerimientos Funcionales
6	Requerimientos no funcionales
7	Estructura de desglose de trabajo
8	Cronograma
9	Modelo de datos
10	Arquitectura de la Plataforma
11	Infraestructura de la aplicación
12	Wireframes de la plataforma
13	Servidor Wep [API REST SERVER]
14	Web APP
15	Android APP
16	IOs APP
17	Blockchain network (Ethereum)
18	Videos tutoriales
19	Media del proyecto Social
20	Campaña de registro

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Hitos del proyecto

Hito	Fecha	
1	Requerimientos definidos	28/01/21
2	Arquitectura y infraestructura completas	24/02/21
3	Diseño de la aplicación completo	22/01/21
4	Servidor web en ambiente de producción	02/08/21
5	Plataforma web en ambiente de producción	29/09/21
6	Aplicación de Android disponible en playstore	16/06/21
7	Red de blockchain configurada	09/03/21

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla cada paquete de trabajo identificado, definiendo una descripción, objetivos, tareas a realizar, entregables esperados e identificado que tienen una participación dentro del desarrollo de este.

5.2.1. WP 1 Plan de Calidad

Tabla 23 Paquete de trabajo 1 plan de calidad

Nombre	Plan de Calidad
Identificador del paquete	WP1
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	DP
Objetivo	
Definir los criterios de calidad, riesgos del proyecto, plan de mitigación y gestión de la comunicación.	
Descripción	
En este paquete de trabajo se desarrolla por completo el plan de calidad del proyecto. Especificando los indicadores de calidad, riesgos, plan de mitigación y la comunicación del proyecto.	
Tareas	
Identificar riesgos potenciales del proyecto, Identificar acciones para mitigar los riesgos, Definir indicadores de calidad del proyecto, Documentar el plan de calidad	
Entregables	
Plan de calidad	

Fuente: Elaboración propia

5.2.2. WP 2 Alcance del proyecto

Tabla 24 Paquete de trabajo 2 alcance del proyecto

Nombre	Alcance del proyecto
Identificador del paquete	WP2
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	DP
Objetivo	
Definir y delimitar el alcance y entregables del proyecto	
Descripción	
En este paquete de trabajo se define a alto nivel la descripción y alcance del proyecto	
Tareas	
Realizar reunión con stakeholders para definir el objetivo y alcance del proyecto, Redactar carta del proyecto	
Entregables	
Carta del Proyecto, Alcance del proyecto	

Fuente: Elaboración propia

5.2.3. WP 3 Conformación de equipo

Tabla 25 Paquete de trabajo 3 conformación de equipo

Nombre	Conformación de equipo		
Identificador del paquete	WP3		
Número de participantes	1	1	1
Participantes (Acrónimo)	DP	AADMI	
Objetivo			
Definir los roles del personal requerido para proyecto y ejecutar la contratación			
Descripción			
En este paquete de trabajo se definen los roles del recurso humano necesarios para proyecto, adicionalmente se efectúa la búsqueda y contratación.			
Tareas			
Definir roles y perfiles necesarios para el proyecto, publicar vacantes en portales de recursos humanos, entrevistar a candidatos, seleccionar personal para ocupar los puestos dentro del proyecto, contratar a personal seleccionado			
Entregables			
Definición de roles, Equipo del proyecto			

Fuente: Elaboración propia

5.2.4. WP 4 Requerimientos funcionales

Tabla 26 Paquete de trabajo 4 requerimientos funcionales

Nombre	Requerimientos Funcionales		
Identificador del paquete	WP4		
Número de participantes	1	1	1
Participantes (Acrónimo)	DP	ASW	LDSW
Objetivo			
Definir los requerimientos funcionales del proyecto			
Descripción			
En este paquete de trabajo se define el funcionamiento de la plataforma.			
Tareas			
Realizar reunión con stakeholders del proyecto, Realizar prototipo funcional de la aplicación utilizado <i>Wireframes</i> , Validar requerimientos con los stakeholders, Documentar los requerimientos funcionales del proyecto			
Entregables			
Documento de especificación funcional del proyecto, <i>Wireframes</i> de la plataforma			

Fuente: Elaboración propia

5.2.5. WP 5 Requerimientos no funcionales

Tabla 27 Paquete de trabajo 5 requerimientos no funcionales

Nombre	Requerimientos No Funcionales		
Identificador del paquete	WP5		
Número de participantes	1	1	1
Participantes (Acrónimo)	DP	ASW	LDSW
Objetivo	Definir los requerimientos no funcionales del proyecto		
Descripción	En este paquete de trabajo se define los aspectos no funcionales de la plataforma.		
Tareas	Realizar reunión con stakeholders y líderes técnicos para definir los requerimientos no funcionales, Confeccionar documento de requerimientos no funcionales		
Entregables	Documento de especificación no funcional del proyecto		

Fuente: Elaboración propia

5.2.6. WP 6 Estructura de desglose de trabajo

Tabla 28 Paquete de trabajo 6 estructura de desglose de trabajo

Nombre	Estructura de desglose de trabajo		
Identificador del paquete	WP6		
Número de participantes	1		
Participantes (Acrónimo)	DP		
Objetivo	Definir la estructura de desglose de trabajo del proyecto		
Descripción	En este paquete de trabajo se los entregables requeridos del proyecto y se confecciona la estructura de desglose de trabajo.		
Tareas	Analizar el funcionamiento de la plataforma Confeccionar diagrama de estructura de desglose de trabajo		
Entregables	Estructura de desglose de trabajo		

Fuente: Elaboración propia

5.2.7. WP 7 Cronograma

Tabla 29 Paquete de trabajo 7 cronograma

Nombre	Cronograma
Identificador del paquete	WP7
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	DP
Objetivo	
Definir la estructura de cronograma del proyecto	
Descripción	
En este paquete de trabajo se definen las actividades de cada paquete de trabajo, se confecciona el cronograma y el diagrama de Gantt.	
Tareas	
Revisar entregables de proyecto, realizar reunión con líderes de las áreas para identificar actividades, confeccionar cronograma del proyecto	
Entregables	
Cronograma del proyecto	

Fuente: Elaboración propia

5.2.8. WP 8 Modelo de datos

Tabla 30 Paquete de trabajo 8 modelo de datos

Nombre	Modelo de datos
Identificador del paquete	WP8
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	ASW
Objetivo	
Definir el modelo de datos de la plataforma	
Descripción	
En este paquete de trabajo se definen el modelo de datos necesario para cumplir con los requerimientos funcionales del proyecto.	
Tareas	
Analizar el funcionamiento de la plataforma, desarrollar el modelo de clases de plataforma, realizar Diagrama UML de clases	
Entregables	
Diagrama UML del modelo de datos	

Fuente: Elaboración propia

5.2.9. WP 9 Arquitectura de la plataforma

Tabla 31 Paquete de trabajo 9 arquitectura de la plataforma

Nombre	Arquitectura de la plataforma
Identificador del paquete	WP9
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	ASW
Objetivo	Definir la arquitectura de software a implementar en la plataforma
Descripción	En este paquete de trabajo se definen la arquitectura de software que soportará la plataforma.
Tareas	Realizar vista lógica de la plataforma, Realizar vista de despliegue de la plataforma, Realizar vista de procesos de la plataforma, Realizar vista física de la plataforma, Realizar vista de escenarios.
Entregables	Arquitectura de la plataforma modelo 4 + 1 vista

Fuente: Elaboración propia

5.2.10. WP 10 Infraestructura de plataforma

Tabla 32 Paquete de trabajo 10 infraestructura de plataforma

Nombre	Infraestructura de la plataforma
Identificador del paquete	WP10
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	ASW
Objetivo	Definir e implementar los recursos de infraestructura tecnológica para el correcto funcionamiento de la plataforma.
Descripción	En este paquete de trabajo se configuran y despliegan las máquinas virtuales, servidores y bases de datos requeridas para el desarrollo y puesta en marcha de la plataforma.
Tareas	Crear cuenta del proyecto en Amazon web service, Configurar los recursos de Base de datos para la plataforma, Configurar los recursos de maquinas virtuales para los servicios web, Configurar los recursos de maquinas virtuales para la plataforma web
Entregables	

Máquinas virtuales para el despliegue de la plataforma
Bases de datos necesarias para el despliegue de la plataforma

Fuente: Elaboración propia

5.2.11. WP 11 Mockups de la plataforma

Tabla 33 Paquete de trabajo 11 mockups de la plataforma

Nombre	Mockups de la plataforma
Identificador del paquete	WP11
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	GD
Objetivo	
Diseñar las interfaces de usuario de la plataforma para todas las aplicaciones.	
Descripción	
En este paquete se diseña las interfaces de las aplicaciones móviles y web de la plataforma.	
Tareas	
Diseñar mockups de aplicación móvil para Android, Diseñar mockups de aplicación móvil para IOs, Diseñar mockups de aplicación web, Validar mockups, Refactoring de mockups	
Entregables	
Mockups de la aplicación web	
Mockups de las aplicaciones móviles	

Fuente: Elaboración propia

5.2.12. WP 12 Servidor web API

Tabla 34 Paquete de trabajo 12 Servidor web API

Nombre	Servidor Web API
Identificador del paquete	WP12
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	BACKDEV
Objetivo	Desarrollar el servicio web de la plataforma
Descripción	En este paquete de trabajo se desarrollará el servicio web que soporta las transacciones de la plataforma.
Tareas	Configuración de entorno de desarrollo, Configurar pipeline de integración y despliegue continuo, Desarrollar servicios web para acceso a los datos, Probar endpoints de acceso a datos, Probar conexión con red de blockchain
Entregables	Servicio web de la plataforma

Fuente: Elaboración propia

5.2.13. WP 13 Web App

Tabla 35 Paquete de trabajo 13 Web App

Nombre	Web app
Identificador del paquete	WP13
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	FRONTDEV
Objetivo	Desarrollar la plataforma web del proyecto
Descripción	En este paquete de trabajo se desarrollará la plataforma web del proyecto.
Tareas	Configuración entorno de desarrollo, Configurar pipeline de integración y despliegue continuo, Desarrollar la aplicación web, Probar interfaces web y su conexión con el <i>backend</i>
Entregables	Plataforma web del proyecto

Fuente: Elaboración propia

5.2.14. WP 14 Android App

Tabla 36 Paquete de trabajo 14 Android App

Nombre	Android app
Identificador del paquete	WP14
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	APPDEV
Objetivo	Desarrollar la plataforma aplicación para sistemas operativos Android
Descripción	En este paquete de trabajo se desarrollará la aplicación móvil para sistemas operativos Android.
Tareas	Configuración de entorno de desarrollo, Configurar pipeline de integración y despliegue continuo, Desarrollar la aplicación para Android, Probar funcionalidades de la app y su integración con el <i>backend</i>
Entregables	Aplicación Móvil para Android del proyecto

Fuente: Elaboración propia

5.2.15. WP 15 IOs App

Tabla 37 Paquete de trabajo 15 IOs App

Nombre	IOs app
Identificador del paquete	WP15
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	APPDEV
Objetivo	Desarrollar la plataforma aplicación para sistemas operativos IOs
Descripción	En este paquete de trabajo se desarrollará la aplicación móvil para sistemas operativos IOs.
Tareas	Configuración de entorno de desarrollo, Configurar pipeline de integración y despliegue continuo, Desarrollar la aplicación para IOs, Probar funcionalidades de la app y su integración con el <i>backend</i>
Entregables	Aplicación Móvil para IOs del proyecto

Fuente: Elaboración propia

5.2.16. WP 16 Blockchain Network

Tabla 38 Paquete de trabajo 16 Blockchain network

Nombre	IOs app
Identificador del paquete	WP16
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	BLOCKDEV
Objetivo	
Desarrollar la red de blockchain a utilizar por la plataforma	
Descripción	
En este paquete de trabajo se desarrollará e implementará la red de blockchain a utilizar en el desarrollo del proyecto.	
Tareas	
Configurar red de blockchain, Implementar protocolo de <i>Ethereum</i> , Probar estabilidad de la <i>blockchain</i> , Desarrollo de plantillas de contratos inteligentes	
Entregables	
Aplicación Móvil para IOs del proyecto	

Fuente: Elaboración propia

5.2.17. WP 17 Video tutoriales

Tabla 39 Paquete de trabajo 17 video tutoriales

Nombre	Video tutoriales
Identificador del paquete	WP17
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	AADM
Objetivo	
Desarrollar los videos necesarios para la difusión y uso de la plataforma.	
Descripción	
En este paquete de trabajo se define y desarrollan los videos tutoriales a utilizar en la difusión y capacitación del uso de la plataforma.	
Tareas	
Realizar videos tutoriales del uso de las aplicaciones móviles, Realizar videos tutoriales del uso de la plataforma web, Realizar videos de mecanismo de registro en la plataforma	
Entregables	
Videos tutoriales	

Fuente: Elaboración propia

5.2.18. WP 18 Social media del proyecto

Tabla 40 Paquete de trabajo 18 social media del proyecto

Nombre	Social media del proyecto
Identificador del paquete	WP18
Número de participantes	1
Participantes (Acrónimo)	AADM
Objetivo	Desarrollar la campaña de difusión en redes sociales de la plataforma
Descripción	En este paquete de trabajo se define e implementa la estrategia de publicidad de la plataforma.
Tareas	Crear redes sociales de soporte del proyecto Generar campaña de difusión de la plataforma en redes sociales
Entregables	Estrategia de difusión de la plataforma en redes sociales

Fuente: Elaboración propia

5.2.19. WP 19 Campaña de registro

Tabla 41 Paquete de trabajo 19 campaña de registro

Nombre	Campaña de registro	
Identificador del paquete	WP19	
Número de participantes	1	1
Participantes (Acrónimo)	AADM	DP
Objetivo	Realizar campañas de acercamiento y registro de los a habitantes de las comunidades.	
Descripción	En este paquete de trabajo se programan y realizan campañas de registro en la plataforma	
Tareas	Identificar comunidades para implementación de plan piloto Realizar reuniones de registro en las comunidades elegidas	
Entregables	Plan de campañas de registro	

Fuente: Elaboración propia

5.3. Definición del cronograma de actividades

Para el control del tiempo del proyecto se desarrolló un diagrama de Gantt. La Figura 7 presenta el diagrama de Gantt en una vista de los paquetes de trabajo. La figura muestra los paquetes de trabajo a la izquierda y a la derecha la duración de cada paquete representado por una barra horizontal de color gris. El diagrama también muestra los hitos del proyecto en resaltados en color amarillo.

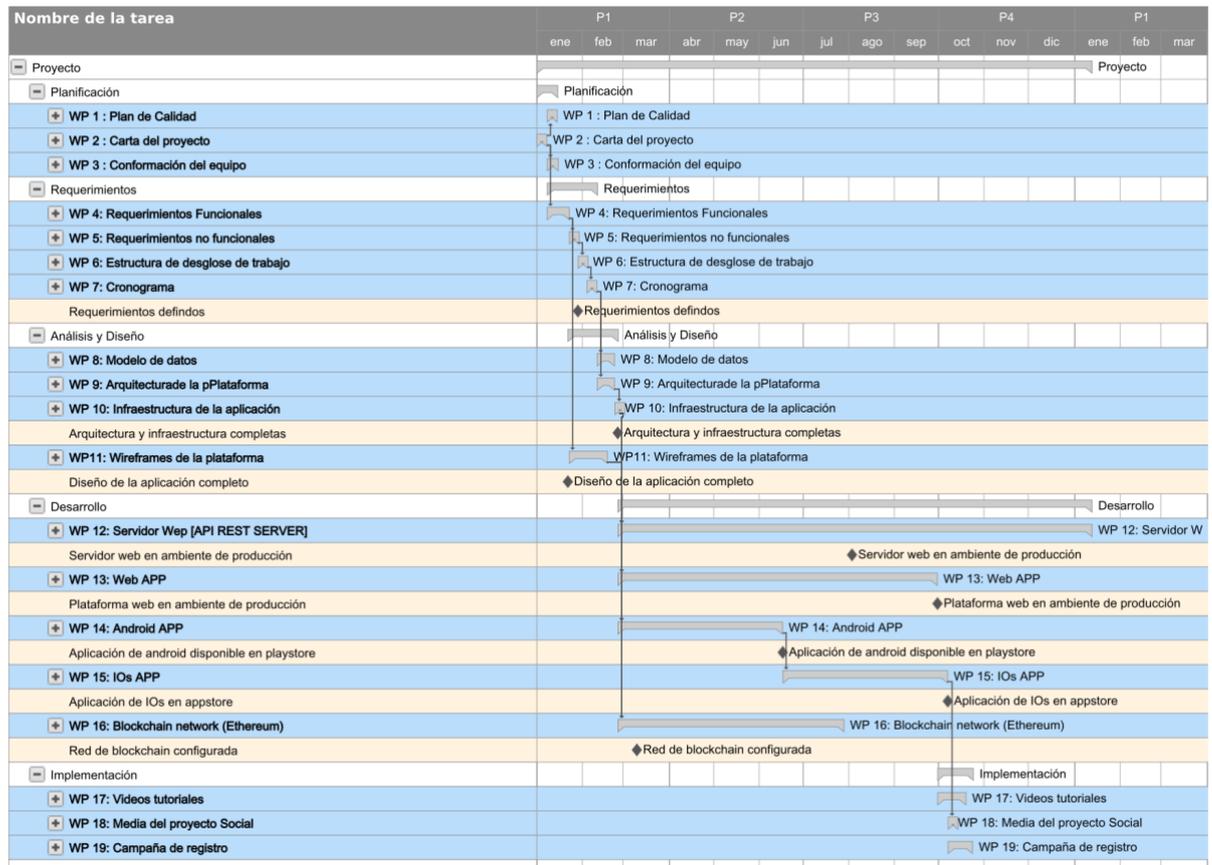


Figura 7 Diagrama de Gantt del proyecto. Vista de Paquetes de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado el cronograma se definió una duración total del proyecto de 323 días. La Tabla 42 y Tabla 43 presentan un resumen de la duración de cada fase del proyecto y la duración de cada paquete de trabajo. Finalmente, la Tabla 44 presenta la duración estimada para cada tarea identificada.

Tabla 42 Duración de cada fase del proyecto

Fase	Duración (Días)
Requerimientos	29d
Análisis y Diseño	29d
Desarrollo	276d
Implementación	21d

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43 Duración de cada paquete de trabajo

Paquete de trabajo	Duración (Días)
WP 1 : Plan de Calidad	6d
WP 2 : Carta del proyecto	6d
WP 3 : Conformación del equipo	6,5d
WP 4: Requerimientos Funcionales	13d
WP 5: Requerimientos no funcionales	5d
WP 6: Estructura de desglose de trabajo	5d
WP 7: Cronograma	6d
WP 8: Modelo de datos	10d
WP 9: Arquitectura de la pPlataforma	10d
WP 10: Infraestructura de la aplicación	2d
WP11: Wireframes de la plataforma	22d
WP 12: Servidor Wep [API REST SERVER]	276d
WP 13: Web APP	186d
WP 14: Android APP	96d
WP 15: IOs APP	96d
WP 15: IOs APP	96d
WP 17: Videos tutoriales	16d
WP 18: Media del proyecto Social	2d
WP 19: Campaña de registro	15d

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44 Planificación de tareas que componen el proyecto

ID Tarea	Tarea	Duración	Inicio	Fin	Responsable
	WP 1 : Plan de Calidad	6d	08/01/21	14/01/21	
Tarea 1.1	Identificar riesgos potenciales del proyecto	3d	08/01/21	11/01/21	Director de proyecto
Tarea 1.2	Identificar acciones para mitigar los riesgos	3d	12/01/21	14/01/21	Director de proyecto
Tarea 1.3	Definir indicadores de calidad del proyecto	3d	08/01/21	11/01/21	Director de proyecto
Tarea 1.4	Documentar el plan de calidad	3d	12/01/21	14/01/21	Director de proyecto
	WP 2 : Carta del proyecto	6d	01/01/21	07/01/21	
Tarea 2.1	Realizar reunión con stakeholders para definir el objetivo y alcance del proyecto	3d	01/01/21	04/01/21	Director de proyecto
Tarea 2.2	Redactar carta del proyecto	3d	05/01/21	07/01/21	Director de proyecto
	WP 3 : Conformación del equipo	6,5d	08/01/21	15/01/21	
Tarea 3.1	Definir roles y perfiles necesarios para el proyecto	2d	08/01/21	09/01/21	Director de proyecto
Tarea 3.2	Publicar vacantes en portales de recursos humanos	1d	11/01/21	11/01/21	Asistente administrativa
Tarea 3.3	Entrevistar a candidatos	2d	12/01/21	13/01/21	Director de proyecto
Tarea 3.4	Seleccionar personal para ocupar los puestos dentro del proyecto	0,5d	14/01/21	14/01/21	Director de proyecto
Tarea 3.5	Contratar a personal seleccionado	1d	14/01/21	15/01/21	Asistente administrativa
	WP 4: Requerimientos Funcionales	13d	08/01/21	22/01/21	
Tarea 4.1	Realizar reunión con stakeholders del proyecto	2d	08/01/21	09/01/21	Director de proyecto
Tarea 4.2	Realizar prototipo funcional de la aplicación utilizando wireframes	5d	11/01/21	15/01/21	Director de proyecto
Tarea 4.3	Validar requerimientos con los stakeholders	2d	16/01/21	18/01/21	Director de proyecto
Tarea 4.4	Documentar los requerimientos funcionales del proyecto	4d	19/01/21	22/01/21	Director de proyecto
	WP 5: Requerimientos no funcionales	5d	23/01/21	28/01/21	
Tarea 5.1	Realizar reunión con stakeholders y líderes técnicos para definir los requerimientos no funcionales	2d	23/01/21	25/01/21	Director de proyecto
Tarea 5.2	Confeccionar documento de requerimientos no funcionales	3d	26/01/21	28/01/21	Director de proyecto
	WP 6: Estructura de desglose de trabajo	5d	29/01/21	03/02/21	
Tarea 6.1	Analizar el funcionamiento de la plataforma	3d	29/01/21	01/02/21	Director de proyecto
Tarea 6.2	Confeccionar diagrama de estructura de desglose de trabajo	2d	02/02/21	03/02/21	Director de proyecto
	WP 7: Cronograma	6d	04/02/21	10/02/21	
Tarea 7.1	Revisar entregables de proyecto	2d	04/02/21	05/02/21	Director de proyecto
Tarea 7.2	Realizar reunión con líderes de las áreas para identificar actividades	2d	06/02/21	08/02/21	Director de proyecto

Tarea 7.3	Confeccionar cronograma del proyecto	2d	09/02/21	10/02/21	Director de proyecto
	WP 8: Modelo de datos	10d	11/02/21	22/02/21	
Tarea 8.1	Analizar el funcionamiento de la plataforma	3d	11/02/21	13/02/21	Arquitecto de software
Tarea 8.2	Desarrollar el modelo de clases de plataforma	5d	15/02/21	19/02/21	Arquitecto de software
Tarea 8.3	Realizar Digrama UML de clases	2d	20/02/21	22/02/21	Arquitecto de software
	WP 9: Arquitectura de la Plataforma	10d	11/02/21	22/02/21	
Tarea 9.1	Realizar vista lógica de la plataforma	2d	11/02/21	12/02/21	Arquitecto de software
Tarea 9.2	Realizar vista de despliegue de la plataforma	2d	13/02/21	15/02/21	Arquitecto de software
Tarea 9.3	Realizar vista de procesos de la plataforma	2d	16/02/21	17/02/21	Arquitecto de software
Tarea 9.4	Realizar vista física de la plataforma	2d	18/02/21	19/02/21	Arquitecto de software
Tarea 9.5	Realizar vista de escenarios	2d	20/02/21	22/02/21	Arquitecto de software
	WP 10: Infraestructura de la aplicación	2d	23/02/21	24/02/21	
Tarea 10.1	Crear cuenta del proyecto en Amazon web service	1d	23/02/21	23/02/21	Arquitecto de software
Tarea 10.2	Configurar los recursos de Base de datos para la plataforma	1	23/02/21	23/02/21	Arquitecto de software
Tarea 10.3	Configurar los recursos de maquinas virtuales para los servicios web	2d	23/02/21	24/02/21	Arquitecto de software
Tarea 10.4	Configurar los recursos de máquinas virtuales para la plataforma we	2d	23/02/21	24/02/21	Arquitecto de software
	WP11: Wireframes de la plataforma	22d	23/01/21	17/02/21	
Tarea 11.1	Diseñar mockups de aplicación movil para Android	5d	23/01/21	28/01/21	Diseñador grafico
Tarea 11.2	Diseñar mockups de aplicación movil para los	5d	29/01/21	03/02/21	Diseñador grafico
Tarea 11.3	Diseñar mockups de aplicación web	5d	04/02/21	09/02/21	Diseñador grafico
Tarea 11.4	Validar mockups	3d	10/02/21	12/02/21	Director de proyecto
Tarea 11.5	Refactoring de mockups	4d	13/02/21	17/02/21	Diseñador grafico
	WP 12: Servidor Wep [API REST SERVER]	276d	25/02/21	12/01/22	
Tarea 12.1	Configurarde entorno de desarrollo	3d	25/02/21	27/02/21	Backend developer
Tarea 12.2	Configurar pipeline de integración y despliegue continuo	3d	01/03/21	03/03/21	Backend developer
Tarea 12.3	Desarrollar servicios web para acceso a los datos	270d	04/03/21	12/01/22	Backend developer
Tarea 12.4	Probar endpoints de acceso a datos	270d	01/03/21	08/01/22	Probador de software
Tarea 12.5	Probar conexión con red de blockchain	5d	28/07/21	02/08/21	Backend developer
	WP 13: Web APP	186d	25/02/21	29/09/21	

Tarea 13.1	Configurar entorno de desarrollo	3d	25/02/21	27/02/21	Frontend developer
Tarea 13.2	Configurar pipeline de integración y despliegue continuo	3d	01/03/21	03/03/21	Frontend developer
Tarea 13.3	Desarrollar la aplicación web	180d	04/03/21	29/09/21	Frontend developer
Tarea 13.4	Probar interfaces web y su conexión con el backend	180d	04/03/21	29/09/21	Probador de software
	WP 14: Android APP	96d	25/02/21	16/06/21	
Tarea 14.1	Configurar entorno de desarrollo	3d	25/02/21	27/02/21	Movil app developer
Tarea 14.2	Configurar pipeline de integración y despliegue continuo	3d	01/03/21	03/03/21	Movil app developer
Tarea 14.3	Desarrollar la aplicación para android	90d	04/03/21	16/06/21	Movil app developer
Tarea 14.4	Probar funcionalidades del app y su integración con el backend	90d	04/03/21	16/06/21	Probador de software
	WP 15: los APP	96d	17/06/21	06/10/21	
Tarea 15.1	Configurar entorno de desarrollo	3d	17/06/21	19/06/21	Movil app developer
Tarea 15.2	Configurar pipeline de integración y despliegue continuo	3d	21/06/21	23/06/21	Movil app developer
Tarea 15.3	Desarrollar la aplicación para los	90d	24/06/21	06/10/21	Movil app developer
Tarea 15.4	Probar funcionalidades del app y su integración con el backend	90d	24/06/21	06/10/21	Probador de software
	WP 15: los APP	96d	25/02/21	27/07/21	
Tarea 16.1	Configurar red de blockchain	3d	25/02/21	27/02/21	Blockchain developer
Tarea 16.2	Implementar protocolo de Ethereum	3d	01/03/21	03/03/21	Blockchain developer
Tarea 16.3	Probar estabilidad de la blockchain	5d	04/03/21	09/03/21	Blockchain developer
Tarea 16.4	Desarrollo de plantillas de contratos inteligentes	120d	10/03/21	27/07/21	Blockchain developer
	WP 17: Videos tutoriales	16d	30/09/21	18/10/21	
Tarea 17.1	Realizar videos tutoriales del uso de las aplicaciones móviles	10d	07/10/21	18/10/21	Asistente administrativa
Tarea 17.2	Realizar videos tutoriales del uso de la plataforma web	10d	30/09/21	11/10/21	Asistente administrativa
Tarea 17.3	Realizar videos de mecanismo de registro en la plataforma	10d	30/09/21	11/10/21	Asistente administrativa
	WP 18: Media del proyecto Social	2d	07/10/21	08/10/21	
Tarea 18.1	Crear redes sociales de soporte del proyecto	2d	07/10/21	08/10/21	Asistente administrativa
Tarea 18.2	Generar campaña de difusión de la plataforma en redes sociales	2d	07/10/21	08/10/21	Asistente administrativa
	WP 19: Campaña de registro	15d	07/10/21	23/10/21	
Tarea 19.1	Identificar comunidades para implementación de plan piloto	5d	07/10/21	12/10/21	Asistente administrativa
Tarea 19.2	Realizar reuniones de registro en las comunidades elegidas	10d	13/10/21	23/10/21	Asistente administrativa

Fuente: Elaboración propia

5.4. Planificación de la calidad

Para cumplir con los requisitos del proyecto se plantea el siguiente plan de calidad que tiene como fin lograr que el proyecto se apegue a sus requerimientos. Se inicia con una breve introducción, seguidamente se presentan los objetivos y estructura general del plan de calidad. Finalmente se definen los roles dentro de la estructura de la gestión de calidad.

5.4.1. Introducción

Dentro del desarrollo del proyecto la calidad es una medida de que tanto se aproxima el proyecto a los requerimientos definidos en su planificación. A lo largo de esta sección se definen los objetivos del plan de calidad, la estructura de la gestión de la calidad, los roles así que participan en la ejecución del plan.

5.4.2. Objetivos del plan de calidad

Los objetivos del plan de calidad que se presentan son los siguientes:

- Asegurar que se cumplan los requerimientos de calidad que se establecen.
- Conformidad de todas las partes interesadas de que el proyecto ha finalizado cumpliendo los objetivos propuestos.
- Control del trabajo que se va a realizar y organizar el mismo.
- Control, gestión y mitigación del riesgo.

5.4.3. Estructural general de gestión

Para asegurar un cumplimiento efectivo del desarrollo del proyecto se presenta la siguiente estructura:

- Consejo Ejecutivo: Será el encargado de tener la última palabra en la toma de decisión sobre el proyecto, funcionalidades y/o requerimientos.
- Comité de Gestión del Proyecto: su responsabilidad será la de ejecutar el proyecto. Organizar el trabajo técnico, definir los planes de trabajo y tomar las decisiones en cuanto a la planificación y organización de las tareas.
- Equipo de desarrollo: su responsabilidad será de desarrollar el proyecto conforme a lo establecido en la planificación.

5.4.4. Responsabilidad del equipo

Roles y responsabilidad de los integrantes del equipo:

- Director de proyecto: Responsable de la gestión del proyecto
- Product Owner (PO): Encargado de gestionar los requerimientos del proyecto así como su aprobación.
- Líder de actividad: Encargado de que las actividades se desarrollen de forma correcta cumpliendo con los requerimientos asignados.

5.5. Gestión de las comunicaciones

La comunicación dentro de los proyectos representa un factor crítico de éxito. En esta sección se presentan las plataformas, medios, formato y frecuencia de reuniones.

5.5.1. Medios de comunicación

Con la finalidad de llevar a cabo una comunicación efectiva y eficaz se utilizará los siguientes medio de comunicación.

- Teléfono: se utilizará como último recurso para contactar a algún interesado y cuando se requiera una respuesta rápida y sea urgente.
- Correo electrónico: Se utilizará para el intercambio de información formal e informal.
- Herramienta de mensajería instantánea: Se utilizará para el intercambio de información formal e informal de forma individual o grupal.
- Videoconferencia: se utilizara para la realización de las reuniones.

5.5.2. Plataformas de comunicación

Para la gestión del proyecto se utilizarán las siguientes plataformas de colaboración:

- Google-sheets : Gestión de actividades
- Google-docs : Gestión de documentación
- Google Meets : Videoconferencias

5.5.3. Reuniones

A fin de dar seguimiento a los avances del proyecto, así como la validación de avances se realizarán las siguientes reuniones.

Tabla 45 Reuniones de seguimiento

Comite	Descripción	Frecuencia	Día - Hora
Consejo Ejecutivo	Validación de avances y/o consultas sobre requerimientos	Bisemanal	Sabados 10:00hrs
Comite de gestion de Proyecto	Revisión, evaluación y planificación del proyecto	Bisemanal	Viernes 20:30hrs
Validación	Reunión de verificación de avances con el usuario	Diaría (bajo demanda)	Diaría (bajo demanda)
Equipo de desarrollo	Revisión, evaluación de avances	Semanal	Viernes 20:00hrs

Fuente: Elaboración propia

6. Análisis de riesgos y presupuesto

A lo largo de la siguiente sección se presentan el análisis del riesgo y el presupuesto del proyecto. Se inicia con una descripción del plan de respuesta al riesgo, donde se define el comité de gestión, la estructura de desglose de riesgo, así como el plan de mitigación de cada riesgo. Seguidamente se presenta el análisis de costos del proyecto y los montos estimadas para cada rubro encontrado.

6.1. Plan de respuesta a riesgos

Los riesgos están presentes en todo proyecto. Dentro un proyecto los riesgos pueden tener impacto positivo o negativo. Lo importante es poder monitorear los riesgos y planificar una respuesta en caso de que el riesgo se presente. A lo largo de esta sección, se presenta el plan de respuesta de riesgos el proyecto.

6.1.1. Comité de gestión del riesgo

El control de riesgos dentro de un proyecto ha de ser responsabilidad de cada uno de los integrantes del proyecto. Sin embargo, una buena práctica es mantener un equipo encargado del monitoreo, seguimiento y comunicación del estado del riesgo. A este grupo encargado se les da el nombre de comité de gestión de riesgo. Para el proyecto, presentado en este documento, se ha definido que el comité esté integrado por los roles que presenta la tabla.

Tabla 46 Integrantes del comite de gestión de riesgos

Rol dentro del comité	Perfil del equipo	Descripción
Presidente	Líder de QA y Software Testing	Encargado de convocar y dar seguimiento a las reuniones de control de riesgo siguiendo la metodología presentada en el capítulo 3.
Secretario	Asistente administrativa	Redacción del informe de estado de los riesgos y gestionar las comunicaciones de las decisiones tomadas dentro del comité
Vocal	Líder de desarrollo de software	Encargado de transmitir al equipo de desarrollo las decisiones del comité de gestión de riesgo y transmitir al comité las inquietudes del equipo técnico.

Fuente: Elaboración Propia

6.1.2. Identificación de riesgos y estructura de desglose de riesgo

Dentro de los riesgos identificados del proyecto se pueden clasificar atendiendo los siguientes grupos:

- Riesgos de gestión: riesgos vinculados a los procesos de planificación, organización, seguimiento y control del proyecto.
- Riesgos de recursos: riesgos relacionados a la disponibilidad de los recursos humanos, económicos o materiales necesarios para la ejecución del proyecto.
- Riesgos de requerimientos: riesgos cuyo origen esta en una mala especificación de las necesidades o funcionalidades que el proyecto debe atender.
- Riesgos de tecnología: riesgos inherentes al uso de las tecnologías a utilizar en el proyecto.

Definidas las categorías los riesgos identificados se han agrupado y se presentan en un EDR en la Figura 8 y una descripción más completa en la

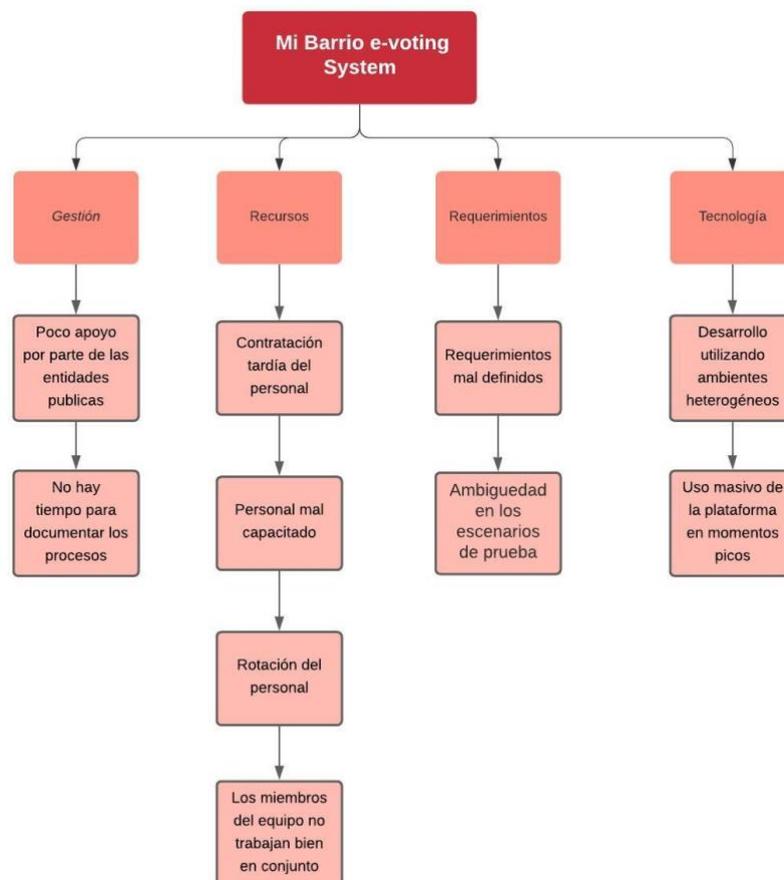


Figura 8 Estructura de desglose de riesgos

Fuente: elaboración propia.

Tabla 47 Riesgos del proyecto identificados

ID	Tipo	Amenaza	Consecuencia
RI001	Gestión	Poco apoyo por parte de las entidades publicas	Poco uso y promoción de la plataforma
RI002	Gestión	No hay tiempo para documentar los procesos	Aumenta de probabilidad de fallos en tareas de mantenimiento
RI003	Recursos	Contratación tardía del personal	Retrasos en el inicio del desarrollo del proyecto.
RI004	Recursos	El personal mal capacitado	Retrasos en el inicio del desarrollo del proyecto
RI005	Recursos	Rotación del personal	Retrasos en el desarrollo del proyecto. Incremento del presupuesto
RI006	Recursos	Los miembros del equipo no trabajan bien en conjunto	Retrasos en el desarrollo del proyecto
RI007	Requerimientos	Requerimientos mal definidos	Desarrollo incorrecto de las funcionalidades
RI008	Requerimientos	Ambigüedad en los escenarios de prueba	Falsos positivos, código no cubierto
RI009	Tecnología	Uso masivo de la plataforma en momentos picos	Plataforma fuera de servicio
RI010	Tecnología	Desarrollo utilizando ambientes heterogéneos	Inestabilidad de la plataforma en los ambientes de producción

Fuente: Elaboración propia

6.1.3. Análisis del riesgo

Para el análisis de los riesgos se seguirá la metodología definida en la sección 3.3.3. En donde a partir de las escalas definidas en la documentación se procede a evaluar la probabilidad, el impacto y la prioridad de cada riesgo identificado. La Tabla 48 presenta el resultado del análisis de los riesgos identificados.

Tabla 48 Análisis de los riesgos del proyecto

ID	Tipo	Amenaza	Probabilidad	Impacto	Prioridad
RI001	Gestión	Poco apoyo por parte de las entidades publicas	B	A	A (Máxima)
RI002	Gestión	No hay tiempo para documentar los procesos	B	B	B (Alta)
RI003	Recursos	Contratación tardía del personal	C	B	C (Media)
RI004	Recursos	El personal mal capacitado	C	B	C (Media)
RI005	Recursos	Rotación del personal	C	A	A (Máxima)
RI006	Recursos	Los miembros del equipo no trabajan bien en conjunto	C	A	A (Máxima)
RI007	Requerimientos	Requerimientos mal definidos	A	A	A (Máxima)
RI008	Requerimientos	Ambigüedad en los escenarios de prueba	B	B	B (Alta)
RI009	Tecnología	Uso masivo de la plataforma en momentos picos	B	A	A (Máxima)
RI010	Tecnología	Desarrollo utilizando ambientes heterogéneos	C	B	B (Alta)

Fuente: Elaboración Propia

6.1.4. Mitigación del riesgo

Para controlar el impacto de los riesgos dentro del proyecto se desarrollan medidas de mitigación. Estas medidas de mitigación son acciones concretas que se pueden desarrollar para minimizar o anular el impacto del riesgo en los objetivos del proyecto. Para los riesgos definidos en la sección anterior se han desarrolladas el plan de mitigación presentado en la Tabla 49

Tabla 49 Plan de mitigación de los riesgos del proyecto

ID	Amenaza	Mitigación	Rol Responsable	Criterio de aceptación
RI001	Poco apoyo por parte de las entidades publicas	Buscar apoyo de organismos multilaterales y fundaciones de apoyo a democracia.	Director de proyecto	Se cuenta con el apoyo de 5 organismos multilaterales y 10 fundaciones
RI002	No hay tiempo para documentar los procesos	Incluir la documentación del proceso como un entregable asociado a cada funcionalidad programada.	Líder de desarrollo de software	100 % de las funcionalidades de la plataforma cuentan con su diagrama de proceso y documentación de su implementación.
RI003	Contratación tardía del personal	Definir los roles necesarios en las etapas más tempranas del proyecto	Director de proyecto	Se cuenta con el organigrama del proyecto durante las primeras dos semanas del proyecto
RI004	El personal mal capacitado	Generar documentación de <i>onboarding</i> para el uso de las herramientas de trabajo. Compra de recursos de formativos para consumo del equipo.	Líder de desarrollo de software	Se cuenta con los documentos de configuración de las herramientas de trabajo

RI005	Rotación del personal	Contar con una base de datos de personal con habilidades similares a las del equipo Desarrollar de documentación del trabajo realizado por el personal	Asistente Administrativo	Base de datos con al menos 3 candidatos por posición en el organigrama.
RI006	Los miembros del equipo no trabajan bien en conjunto	Realizar reuniones diarias de seguimiento de avance Especificar de forma concretas los alcance y responsabilidad de cada persona	Líder de desarrollo de software	Se documentan actas de las reuniones firmadas por participantes
RI007	Requerimientos mal definidos	Validación y aprobación de requerimientos con usuarios. Reuniones de desarrolladores con usuarios para explicación ampliada de requerimientos	Líder de desarrollo de software	Se documentan actas de las reuniones firmadas por participantes
RI008	Ambigüedad en los escenarios de prueba	Establecer métricas de cobertura de código con pruebas unitarias Automatización de pruebas de integración.	Líder de QA	100 % de cobertura de código con pruebas unitarias. 100% Pruebas de integración automatizadas
RI009	Uso masivo de la plataforma en momentos picos	Utilizar sistemas de auto escalamiento de servidores.	Arquitecto de software	El sistema de auto escalamiento esta configurado de forma correcta y la plataforma no se cae en momentos de alta demanda

RI010	Desarrollo utilizando ambientes heterogéneos	Utilización tecnología de contenedores para el despliegue de la aplicación	Arquitecto de software	La aplicación web y servicios web son desplegados en contenedores
--------------	--	--	------------------------	---

Fuente: Elaboración propia

6.2. Elaboración de presupuesto

Para el correcto desarrollo del proyecto es necesario contar con los recursos económicos que permitan centrar al personal, comparar equipos, software, pago de alquiler entre otras actividades necesarias para la gestión del proyecto. En la siguiente sección se presenta el análisis del presupuesto para proyecto, se inicia con un análisis de los costos encontrados, luego se presenta un resumen por paquete de trabajo a desarrollar y finalmente se presenta el calculo total del presupuesto del proyecto.

Como moneda base para el cálculo y montos de los rubros se ha utilizado el dólar americano por ser la moneda de uso común en Panamá.

6.2.1. Análisis de costos encontrados

Dentro de lo costos asociados al proyecto tenemos al recurso humano. En el caso particular de Panamá, existen ciertas variantes que se deben tomar en cuenta a la hora de calcular el presupuesto del recurso humano. La ley panameña de contratación exige al empleador un pago de 12,25% del salario bruto como pago de cuota a la seguridad social para cada empleado. De igual forma el empleador ha de pagar un 1.5% del salario bruto en concepto de impuesto educativo.

Otro factor para tomar en cuenta es el pago del décimo tercer mes el cual consiste en el pago de un mes extra al empleado y que es pagado en tres partes iguales a lo largo del año. En base a los salarios del mercado, la Tabla 50 muestra el costo estimado en salario mensual para cada uno de los roles definidos en la sección 5.1.

Tabla 50 Salario estimado para el recurso humano

Perfil	Salario Bruto	Seguridad social Empleador	Impuesto educativo Empleador	Total
Director de Proyecto	€4.500,00	€551,25	€67,50	€5.118,75
Asistente Administrativo	€1.000,00	€122,50	€15,00	€1.137,50
Arquitecto de software	€3.500,00	€428,75	€52,50	€3.981,25
Líder de desarrollo de software	€3.000,00	€367,50	€45,00	€3.412,50
Desarrollador de aplicaciones móviles	€2.500,00	€306,25	€37,50	€2.843,75
Desarrollador Frontend	€2.500,00	€306,25	€37,50	€2.843,75
Desarrollador Backend	€2.500,00	€306,25	€37,50	€2.843,75
Líder de QA y Software Testing	€2.000,00	€245,00	€30,00	€2.275,00
Desarrollador de Blockchain	€2.500,00	€306,25	€37,50	€2.843,75

Fuente: Elaboración propia

Los equipos de hardware son otra de las fuentes de costos asociadas al desarrollo de proyecto. De forma específica para este proyecto es necesaria la adquisición de computadoras personales con especificaciones para desarrollo de software al igual que la compra de equipos de para pruebas de las aplicaciones móviles. Se presentan los equipos hardware que se consideran necesarios para el desarrollo del proyecto.

Tabla 51 Costos vinculados a equipo de hardware

Descripción	Precio unitario
Laptos para desarrollo de software	€1.200,00
Telefonos Android para pruebas	€300,00
Tablets Andoroid para pruebas	€300,00
Telefonos Apple para pruebas	€700,00
Laptos para administrativos	€800,00
Impresora	€200,00
Toner Negro	€50,00
Monitor 21 pulgadas	€200,00
Teclado	€20,00
Mouse	€15,00
Batería de respaldo	€80,00
Mouse	€20,00
Regletas	€10,00
Adaptadores para conexión con monitores	€50,00

Fuente: Elaboración propia

Otra área que genera costos en el desarrollo es la compra de licencias de software y/o librerías necesarias para la construcción de la plataforma. Si bien es cierto, el proyecto utilizará muchos componentes de código abierto, sí existen una serie de software propietario necesario para el desarrollo del presupuesto. La Tabla 52 presenta los ítems encontrados en este rubro.

Tabla 52 Costos asociados a licencias de software

Descripción	Monto	Comentario
IDE de Desarrollo	€49,00	Mes * Usuario
Microsoft 365 Empresa Estándar	€12,50	Mes * Usuario
G-suite para empresas	€10,80	Mes * Usuario
Database management System	€340,00	Un pago
Templates de frontend	€200,00	Un pago
Librerías para la gestión de graficos y componentes	€200,00	Un pago
Repositorio remoto de control de versiones	€20,00	Mes
Servicio de integración y despliegue continuo	€20,00	Mes

Fuente: Elaboración propia

En lo relacionado a los costos indirectos se contemplan los costos de alquiler de oficina, luz, agua y servicios de internet. Muestra valores comunes de estos rubros en la ciudad de Panamá en áreas comerciales y accesibles.

Tabla 53 Costos indirectos

Descripción	Precio unitario/mes
Alquiler de oficina 50 mts2	€1.100,00
Servicio de internet de alta velocidad	€100,00
Servicio de agua	€300,00
Servicio de energía eléctrica	€150,00

Fuente: Elaboración propia

6.2.2. Cálculo de presupuesto

A continuación, se presenta el cálculo global del presupuesto del proyecto. inicialmente se calcula las partidas más importantes por separado y luego se totalizan en una sola tabla. La Tabla 54 presenta el cálculo del presupuesto requerido para el recurso humano. La duración ha sido tomada del diagrama de Gantt donde se identificó el tiempo que será necesario para la contratación del personal. Para el personal que estará presente durante todo el proyecto se ha tomado la decisión de hacer el cálculo en base a un año.

En relación con el costo de infraestructura se utilizará Amazon web servicios como proveedor de infraestructura. El detalle de los componentes y precios se muestran en la Tabla 55.

Tabla 54 Cálculo del presupuesto del recurso humano

Perfil	Cantidad (meses)	Salario Bruto	Seguridad social Empleador	Impuesto educativo Empleador	Salario Bruto Mensual	Decimo Tercer Mes (Parcial)	Total
Director de Proyecto	12,00	€4.500,00	€551,25	€67,50	€5.118,75	€5.118,75	€66.543,75
Asistente Administrativo	12,00	€1.000,00	€122,50	€15,00	€1.137,50	€1.137,50	€14.787,50
Arquitecto de software	2,00	€3.500,00	€428,75	€52,50	€3.981,25	€663,54	€8.626,04
Lider de desarrollo de software	10,00	€3.000,00	€367,50	€45,00	€3.412,50	€2.843,75	€36.968,75
Desarrollador de aplicaciones móviles	7,00	€2.500,00	€306,25	€37,50	€2.843,75	€1.658,85	€21.565,10
Desarrollador Frontend	7,00	€2.500,00	€306,25	€37,50	€2.843,75	€1.658,85	€21.565,10
Desarrollador Backend	10,00	€2.500,00	€306,25	€37,50	€2.843,75	€2.369,79	€30.807,29
Líder de QA y Software Testing	10,00	€2.000,00	€245,00	€30,00	€2.275,00	€1.895,83	€24.645,83
Desarrollador de Blockchain	5,00	€2.500,00	€306,25	€37,50	€2.843,75	€1.184,90	€15.403,65
	Total	€24.000,00	€2.940,00	€360,00	€27.300,00	€18.531,77	€240.913,02

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55 Cálculo de presupuesto de infraestructura en AWS

Descripción	Región	Cantidad	Horas/año	Precio por hora	Total
Servidores Virtuales EC2 t2.xlarge, 8 vCpu y 32 GiB	us-east-1	3,00	8.760,00	€0,1856	€4.877,57
Servicio de base de datos RDS Postgres db.t3.medium	us-east-2	3,00	8.760,00	€0,0720	€1.892,16
Amazon Elastic Container Registry	us-east-3	1,00	8.760,00	€0,0000	€0,00
Amazon S3 50 TB	us-east-4	1,00	8.760,00	€0,0016	€14,02
				Total	€6.783,74

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56 Cálculo del presupuesto del equipo de hardware requerido para el proyecto

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total
Laptos para desarrollo de software	5,00	€1.200,00	€6.000,00
Teléfonos Android para pruebas	2,00	€300,00	€600,00
Tablets Android para pruebas	2,00	€300,00	€600,00
Teléfonos Apple para pruebas	2,00	€700,00	€1.400,00
Laptos para administrativos	4,00	€800,00	€3.200,00
Impresora	1,00	€200,00	€200,00
Toner Negro	10,00	€50,00	€500,00
Monitor 21 pulgadas	5,00	€200,00	€1.000,00
Teclado	10,00	€20,00	€200,00
Mouse	10,00	€15,00	€150,00
Batería de respaldo	3,00	€80,00	€240,00
Mouse	10,00	€20,00	€200,00
Regletas	4,00	€10,00	€40,00
Adaptadores para conexión con monitores	5,00	€50,00	€250,00
		Total	€14.580,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57 Cálculo del presupuesto del software requerido para el proyecto

Perfil	Cantidad	Usuario	Monto	Total	Monto en
IDE de Desarrollo	10,00	5,00	€49,00	€2.450,00	Mes * Usuario
Microsoft 365 Empresa Estándar	12,00	10,00	€12,50	€1.500,00	Mes * Usuario
G-suite para empresas	12,00	10,00	€10,80	€1.296,00	Mes * Usuario
Database management System	1,00	N/A	€340,00	€340,00	Un pago
Templates de frontend	1,00	N/A	€200,00	€200,00	Un pago
Librerías para la gestión de gráficos y componentes	1,00	N/A	€200,00	€200,00	Un pago
Repositorio remoto de control de versiones	12,00	N/A	€20,00	€240,00	Mes
Servicio de integración y despliegue continuo	12,00	N/A	€20,00	€240,00	Mes
			Total	€6.466,00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58 Cálculo de presupuesto para costos indirectos

Descripción	Cantidad	Precio unitario/mes	Total
Alquiler Oficina 50 mts2	€12,00	€1.100,00	€13.200,00
Servicio de internet de alta velocidad	€12,00	€100,00	€1.200,00
Servicio de agua	€12,00	€300,00	€3.600,00
Servicio de energía eléctrica	€12,00	€150,00	€1.800,00
		Total	€19.800,00

Fuente: Elaboración propia

Por último, en la Tabla 59 se presenta el presupuesto global del proyecto.

Tabla 59 Presupuesto total del proyecto

Rubro	Cantidad
Personal	€240.913,02
Hardware	€14.580,00
Infraestructura de IT (Servidores, Bases de datos, etc)	€6.783,74
Software	€6.466,00
Capacitación de usuarios	€1.000,00
Equipos de oficina varios	€4.000,00
Gastos legales	€2.500,00
Costos Indirectos (Renta oficina, Luz, Internet, Agua)	€19.800,00
Imprevistos	€5.000,00
Total	€301.042,76

Fuente: Elaboración propia

7. Ejecución, control y monitoreo

A lo largo de la siguiente sección se presenta la descripción de los procesos de control a utilizar dentro del proyecto. Se inicia con la descripción de la gestión y control de cronograma, seguidamente se presenta el control de costos y cambios. Finalmente se presenta la gestión del control de recursos humanos y la calidad.

7.1.1. Control del cronograma

El control del cronograma implica la revisión del estado actual de las tareas a realizar en comparación con lo planificado. El objetivo principal es evaluar el estado actual de la línea base del proyecto e identificar los factores que influyen de forma negativa o positiva sobre el desarrollo de las tareas con la finalidad de realizar los ajustes necesarios.

Como herramientas de evaluación y control del cronograma se utilizarán las técnicas del valor ganado y ruta crítica. Ambos valores serán analizados en base a la implementación que efectúa el software de gestión proyecto Microsoft Project. A partir de estos valores se realizarán las solicitudes de cambio a las áreas que representen un riesgo a la ruta crítica con la intención de evitar retrasos en el proyecto.

7.1.2. Control de costos

El control del costo tiene como meta verificar la utilización de los recursos financieros del proyecto y compararlos contra lo planificado. De igual forma busca evitar sobrecostos excesivos y controlar la línea base de costos del proyecto al tiempo que sirve como herramienta de comunicación de los cambios aprobados a los interesados del proyecto.

Durante la ejecución del proyecto se realizará una revisión semanal de los recursos físicos y humanos activos el proyecto, con la intención de evaluar el uso correcto de los mismos, así como el desempeño y necesidad de los recursos humanos. Como complemento se utilizará los valores de la técnica de valor ganado obtenidas del software de gestión Microsoft Project

7.1.3. Control de cambios

El control de cambio dentro de la gestión de proyecto tiene la finalidad de organizar, analizar, aprobar y aplicar los cambios dentro de las líneas base de cronograma y/o costo del proyecto. El control de cambio permite tener trazabilidad de los cambios solidados, la causa de estos y los impactos que tiene el cambio en el proyecto.

Dentro del proyecto se presentan las siguientes etapas dentro del control de cambios:

- Crear solicitud de cambio
- Entregar solicitud al director de proyecto
- Analizar el cambio solicitado
- Aprobar o rechazar el cambio según sea necesario.

La solicitud de cambio debe contar con la información que describe la que se puede ver a continuación.

Tabla 60 Parámetros de solicitud de cambio

Parámetro	Descripción
Fecha	Fecha en que se solicita el cambio
Fuente	Persona que ha identificado el cambio
Autores	Persona que crea la solicitud
Descripción	Descripción del cambio solicitado
Impacto	Impacto del cambio dentro del proyecto
Justificación	Descripción de la necesidad de aplicar el cambio
Comentario	Comentario general del proyecto describiendo o profundizando alguna particularidad de este
Plazo	Fecha limite en que se debe aplicar el cambio

Fuente: elaboración propia

Cada solicitud recibida dentro del proyecto se le asignará un consecutivo único que permita su identificación de forma inequívoca. Las solicitudes serán enviadas en formato electrónico y su gestión se realizará mediante la plataforma Microsoft SharedPoint.

7.1.4. Control de recurso humano

El control del recurso humano tiene como fin dar seguimiento al desempeño de los miembros del equipo. Al mismo tiempo es un proceso que permite depurar procesos en la dinámica del equipo que desarrolla el proyecto.

Dentro del marco del proyecto se utilizarán reuniones semanales de control y seguimiento de avances en las tareas que el equipo debe desarrollar. Durante las sesiones se presentará el listado de a tareas realizadas por cada individuo, los bloqueos que limiten el mejor desempeño. A partir de esta información se solicitará los cambios necesarios para mejorar el flujo operativo de cada equipo.

7.1.5. Control de la calidad

El control de calidad permite asegurar que el proyecto cumpla con los requerimientos del proyecto. Dentro de las secciones 5.4 Plan de calidad y 5.5 Gestión de las comunicaciones se definieron los roles y acciones a realizar para controlar la calidad del proyecto. De igual forma en la sección 3.3.4 se describe la metodología a utilizar en la gestión de la calidad.

Como parte del control de calidad se realizan mediciones de los criterios de calidad de manera que se puedan dar seguimiento a los factores que pueden impactar el desarrollo del proyecto.

8. Conclusiones y trabajo futuro

A lo largo de este documento se aborda una solución a la falta de transparencia y corrupción en la gestión de los recursos públicos. Este problema es una realidad concreta en los países de Latinoamérica donde los países que conforman esta región se encuentran entre los más desiguales del mundo.

Según el objetivo específico de fomentar la participación ciudadana podemos concluir que el desarrollo de este proyecto facilitará y agilizará el seguimiento y la participación en la toma de decisiones de los gobiernos locales.

En relación con la capacitación de y modernización de los gobiernos locales podemos concluir que la implementación de este proyecto representará un avance importante en la automatización y transparencia en la gestión de los fondos públicos.

La solución planteada en este documento hace uso de una de las tecnologías disruptivas de los últimos años. El proyecto utiliza la tecnología blockchain para crear un sistema de votación transparente y confiable. La solución presenta un modelo que puede ser utilizado en las estructuras más cercanas a la población; la idea principal es crear una herramienta que permita a los residentes de una comunidad aprobar qué obras o iniciativas los gobiernos locales pueden implementar.

Con la implementación del proyecto se aumentaría la transparencia en el uso de los recursos públicos a nivel de los gobiernos locales. Al mismo tiempo se minimizaría la discrecionalidad de los funcionarios ya que el proyecto obliga a que las inversiones que se pretendan realizar

deben pasar por el escrutinio de la población a la que sirven. La integración y bloqueo de recursos junto con los bancos es una de las características de este proyecto.

La solución presentada es válida porque mediante el uso de la blockchain se puede cumplir con los requerimientos de contar con un sistema de votación electrónica en tiempo real, transparente y seguro. Mediante el uso de la solución desarrollada en este documento, es posible minimizar la corrupción y el uso inadecuado de los recursos públicos en obras no necesarias dentro de las comunidades.

Respecto al objetivo general el desarrollo del proyecto concretiza la utilización de una tecnología disruptiva y fiable como lo es el blockchain en el control y gestión de los fondos públicos logrando de esta forma minimizar los puntos opacos en la gestión pública que dan paso a la corrupción.

9. Referencias bibliográficas

- Adeshina, Steve A., y Adegboyega Ojo. 2014. «Design imperatives for e-voting as a sociotechnical system». Pp. 1-4 en *2014 11th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO)*.
- BBC Mundo Redacción. 2018. «Los presidentes y expresidentes latinoamericanos salpicados por el escándalo Odebrecht, “la mayor red de sobornos extranjeros de la historia”». *BBC News Mundo*, marzo 22.
- Comisión Económica para América Latina y el. 2016. *La matriz de la desigualdad social en América Latina*. CEPAL.
- Comisión Económica para América Latina y el. 2019. *Perspectivas Económicas de América Latina 2019: Desarrollo En Transición*. CEPAL.
- CORPORACIÓN LATINOBARÓMETRO. 2018. «LATINOBARÓMETRO 2018».
- Gibson, J. Paul, Robert Krimmer, Vanessa Teague, y Julia Pomares. 2016. «A Review of E-Voting: The Past, Present and Future». *Annals of Telecommunications* 71(7):279-86. doi: 10.1007/s12243-016-0525-8.
- Guerrero, Dante. 2018. «DETERMINACIÓN DE INTERESADOS DEL PROYECTO».
- ul Hassan, Fakhar, Anwaar Ali, Siddique Latif, y Junaid Qadir. 2019. «Blockchain And The Future of the Internet: A Comprehensive Review».
- Kasthala, Venkat. 2019. «Blockchain Key Characteristics and Conditions to Use It as a Solution». *Medium*. Recuperado 17 de septiembre de 2020 (<https://medium.com/swlh/blockchain-characteristics-and-its-suitability-as-a-technical-solution-bd65fc2c1ad1>).
- Kshetri, Nir, y Jeffrey Voas. 2018. «Blockchain-Enabled E-Voting». *IEEE Software* 35(4):95-99. doi: 10.1109/MS.2018.2801546.
- Kurbatov, Oleksandr, Pavel Kravchenko, Nikolay Poluyanenko, Oleksiy Shapoval, y Tetiana Kuznetsova. 2019. «Using Ring Signatures For An Anonymous E-Voting System». Pp. 187-90 en *2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*.
- Llorente, Analía. 2018. «6 gráficos que explican el nivel de ingresos en los países de América Latina y cómo se comparan con el resto del mundo». *BBC News Mundo*, julio 12.
- Nakamoto, Satoshi. 2009. «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System».
- ONUDD. 2019. «Global Study on Homicide». *United Nations: Office on Drugs and Crime*. Recuperado 2 de septiembre de 2020 ([//www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/global-study-on-homicide.html](http://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/global-study-on-homicide.html)).
- Patil, Harsha V., Mrs Kanchan G. Rathi, y Mrs Malati V. Tribhuwan. 2018. «A Study on Decentralized E-Voting System Using Blockchain Technology». Recuperado 6 de septiembre de 2020 ([/paper/A-Study-on-Decentralized-E-Voting-System-Using-Patil-Rathi/4134a84047ad63d3ba606dc9ce44571519520de4](http://paper/A-Study-on-Decentralized-E-Voting-System-Using-Patil-Rathi/4134a84047ad63d3ba606dc9ce44571519520de4)).

- Rodiana, Irham Mulkan, Budi Rahardjo, y Aciek Ida W. 2018. «Design of a Public Key Infrastructure-based Single Ballot E-Voting System». Pp. 6-9 en *2018 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*.
- de los Santos, Giovanni N., Jessie Richie N. de los Santos, y Lorna G. de los Santos. 2020. «e-voting kiosk: A Network Architecture School-based Registration and Voting System». Pp. 1-5 en *2020 IEEE 12th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*.
- Sedky, Mohammad Hosam, y Essam M. Ramzy Hamed. 2015. «A secure e-Government's e-voting system». Pp. 1365-73 en *2015 Science and Information Conference (SAI)*.
- Suharsono, Teguh Nurhadi, Kuspriyanto Kuspriyanto, y Budi Rahardjo. 2019. «Verifiability Metric Notion in e-Voting System». Pp. 164-67 en *2019 IEEE 13th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA)*.
- Thuy, Linh Vo-Cao-, Khoi Cao-Minh, Chuong Dang-Le-Bao, y Tuan A. Nguyen. 2019. «Votereum: An Ethereum-Based E-Voting System». Pp. 1-6 en *2019 IEEE-RIVF International Conference on Computing and Communication Technologies (RIVF)*.
- Wolf, Peter, Rushdi Nackerdien, y Domenico Tuccinardi. 2011. *Introducing Electronic Voting: Essential Considerations | IDEA*.