



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA  
REDES INTELIGENTES**

**TEMA  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL USO DE UN SISTEMA  
DE REGISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE VACUNAS CONTRA  
COVID- 19 EN ECUADOR UTILIZANDO BLOCKCHAIN**

**AUTORA  
VILLACIS PIGUAVE BRIGITTE VIRGINIA**

**DIRECTORA DEL TRABAJO  
ING. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG.**

**GUAYAQUIL, ABRIL 2021**



## ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN



### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL USO DE UN SISTEMA DE REGISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE VACUNAS CONTRA COVID- 19 EN ECUADOR UTILIZANDO BLOCKCHAIN			
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):		VILLACIS PIGUAVE BRIGITTE VIRGINIA	
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):		ING. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO / ING. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA	
<b>INSTITUCIÓN:</b>		UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	
<b>UNIDAD/FACULTAD:</b>		FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
<b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>			
<b>GRADO OBTENIDO:</b>		INGENIERA EN TELEINFORMÁTICA	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>		29 de septiembre del 2021	<b>No. DE PÁGINAS:</b> 84
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>		REDES INTELIGENTES	
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>		blockchain, vacunación, seguridad, confidencial, bloque.	
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>  <p>En la presente tesis se desarrollará un nuevo diseño sobre el sistema de vacunación, también se llevó a cabo una entrevista con expertos donde nos dieron información valiosa y revelaron algunas deficiencias del sistema de inmunización actual. Toda información debe de ser confidencial y no estar expuesta a delincuentes que pueden tomar datos confidenciales, por lo que llevaron al uso de medidas de seguridad, entre ellas blockchain, tecnología desarrollada por Bitcoin, donde proporciona registros, el vínculo entre el bloque de información anterior y el siguiente. Para ello, es necesario determinar qué parámetros se deben considerar para comprender qué factores, variables o condiciones afectarán la función del sistema de registro y la distribución de vacunas contra el covid-19. En el diseño propuesto es más confiable y ágil al implementar el factor de doble autenticación esto hace que los niveles de seguridad sean altos y guardar los datos de los cuidadosos vacunados.</p>			

**ABSTRACT**

In this thesis, a new design on the vaccination system will be developed, an interview with experts was also carried out where they gave us valuable information and revealed some deficiencies in the current immunization system. All information must be confidential and not exposed to criminals who can take confidential data, which led to the use of security measures, including blockchain, technology developed by Bitcoin, where it provides records, the link between the previous block of information. and the next. To do this, it is necessary to determine what parameters should be considered in order to understand what factors, variables or conditions will affect the function of the registration system and the distribution of vaccines against COVID-19. In the proposed design, it is more reliable and agile by implementing the double authentication factor, which increases the security levels and saves the data of the careful vaccinated people.

ADJUNTO PDF:	SI <b>X</b>	NO <b>X</b>
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0986737164	E-mail: brigitte.villacisp@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramon Maquilon Nicola	
	Teléfono:593-2658128	
	E-mail: <a href="mailto:direccionTi@ug.edu.ec">direccionTi@ug.edu.ec</a>	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE  
AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA**



**INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON  
FINES NO ACADÉMICOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

---

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON  
FINES NO ACADÉMICOS

Yo, **VILLACIS PIGUAVE BRIGITTE VIRGINIA**, con C.C. No. **0923031827**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL USO DE UN SISTEMA DE REGISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE VACUNAS CONTRA COVID- 19 EN ECUADOR UTILIZANDO BLOCKCHAIN"** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN\*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

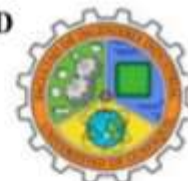
*Brigitte Villacis*

VILLACIS PIGUAVE BRIGITTE VIRGINIA  
C.C.No. 0923031827



## ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Habiendo sido nombrado TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por VILLACIS PIGUAVE BRIGITTE VIRGINIA, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL USO DE UN SISTEMA DE REGISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE VACUNAS CONTRA COVID- 19 EN EL ECUADOR UTILIZANDO BLOCKCHAIN, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio URKUND quedando el 0% de coincidencia.

Link: <https://secure.arkund.com/old/view/107274682-516818684351#q1bKLvayio7VUSrOTM/LTMtMTsxLTIWYmqgFAA==>



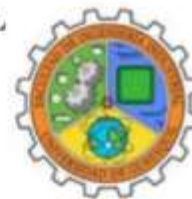
Firma certificada por:  
**XIMENA FABIOLA  
TRUJILLO BORJA**

Ximena Fabiola Trujillo Borja  
DOCENTE TUTOR  
C.C. 0603375395  
FECHA: 14/09/2021



## ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 13 de Septiembre del 2021

Sra.

**Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.**

Directora (e) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL USO DE UN SISTEMA DE REGISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE VACUNAS CONTRA COVID-19 EN EL ECUADOR UTILIZANDO BLOCKCHAIN. del estudiante VILLACIS PIGUAVE BRIGITTE VIRGINIA , indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**XIMENA FABIOLA  
TRUJILLO BORJA**

---

Ing. Ximena Trujillo Borja  
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
C.C. 0603375395  
FECHA: 13 de Septiembre 2021





**ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 28 de septiembre de 2021

Sr (a).

**Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.**

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL USO DE UN SISTEMA DE REGISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE VACUNAS CONTRA COVID- 19 EN ECUADOR UTILIZANDO BLOCKCHAIN”** de la estudiante **VILLACIS PIGUAVE BRIGITTE VIRGINIA**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 21 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**JAIRO GIOVANNY**  
**VEINTIMILLA**  
**ANDRADE**

**ING. JAIRO VEINTIMILLA ANDRADE, MG**

C.C:0922668025

FECHA: 28 de septiembre de 2021

### **Dedicatoria**

Este proyecto de titulación va dedicado primero que nada a mis padres Luzmila Piguave y Tyrone Villacis, sin ustedes esto no sería posible, por haberme forjado como persona, quienes son pilar fundamental a lo largo de mi vida, siempre dándome su bendición, consejo y amor.



## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por guiarme en este camino que ha sido difícil pero no imposible, a mi papá que está en el cielo, desde el primer día me apoyo, también a mi mamá, tíos, primos, sobrinos y hermana por el amor recibido, la dedicación, la paciencia, ellos siempre estuvieron presente en cada paso de mi estudio universitario, a mis compañeros y todos los docentes por lograr inspirar y orientar el camino para completar la carrera universitaria, estoy agradecida con la ingeniera Ximena Trujillo Borja que gracias a sus conocimientos me ayudo a culminar mi trabajo de tesis.

## Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

### Capítulo I

#### El Problema

	Descripción	Pág.
1.1.	Planteamiento del Problema	2
1.2	Formulación del problema	3
1.3	Sistematización del problema	3
1.4	Delimitación	3
1.5	Justificación	3
1.6	Objetivos de la investigación	4
1.6.1	Objetivo General	4
1.6.2	Objetivos Específicos	4
1.7	Hipótesis de la investigación	4
1.8	Operacionalización de variables	5
1.9	Alcance	5

### Capítulo II

#### El Problema

	Descripción	Pág.
2.1	Antecedentes de investigación	6
2.2	Fundamentación teórica	8
2.2.1	Blockchain	8
2.2.2	Bloque	8
2.3	Características	8
2.4	Arquitectura de la cadena de bloques	9
2.5	Tipos de cadenas de bloques	10
2.6	Árboles de Merkle	11
2.7	Funciones hash	12
N°	Descripción	Pág.
2.8	Protocolos o algoritmos de consenso	12

2.9	Prueba de trabajo	13
2.10	Prueba de participación	13
2.11	Algoritmo práctico de tolerancia a fallas	13
2.12	Prueba de tiempo transcurrido	13
2.13	Tolerancia de falla (bizantina redundante)	14
2.14	Seguridad en blockchain	14
2.15	Tipos de frameworks utilizados en blockchain	15
2.16	Hyperledger	16
2.17	Blockchain y su impacto	17
2.18	Interoperabilidad	18
2.19	Contratos inteligentes	18
2.20	Diagramas de procesos de o flujo	18
2.21	Marco Legal	19

### Capítulo III

#### Metodología

	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1	Metodología Bibliográfica	22
3.2	Metodología Experimental	22
3.3	Metodología Descriptiva	23
3.5	Metodología de Campo	23
3.6	Entrevista	23
3.7	El uso de blockchain en la industria y la sociedad	24
3.8	Cuestionario para entrevista	25
3.9	Entrevista y Análisis de resultados	25
3.9.1	Entrevista a colaborador	25
3.9.2	Entrevista a Trabajador del MSP	26
N°	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.9.3	Análisis de resultados	28
3.10	Situación actual del proceso de vacunación	29
3.11	Distribución de vacunas en el sector público	30

3.12	Determinación de Necesidades	31
3.13	Requisitos mínimos para el diseño del Blockchain	32
3.14	Hyperlegder indy	33
3.15	Características de los modelos	33
3.16	¿Por qué se escoge el modelo hyperlegder indy?	34
3.17	¿Por qué se descartan los otros modelos?	34
3.18	Diseño de Blockchain	34
3.19	Diagrama de caso de uso	36
3.20	Diagrama de secuencia	40
3.21	Diagrama de arquitectura aplicando blockchain	42
3.22	Rol basado en acceso	45
3.23	Diseño de blockchain propuesto aplicando Hyperledger Indy	45
3.24	Consulta de información de datos aplicando blockchain	53
3.25	Factibilidad del modelo planteado vs el anterior	54
3.26	Características de los modelos	54
3.27	Análisis de resultados	55
3.28	Comprobación de la hipótesis	57
3.29	Conclusiones	58
3.30	Recomendaciones	58
	Anexo	59
	Bibliografía	64

**Índice de Tablas**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Operacionalización de las variables	5
2	Características de Ethereum, Hyperledger y Corda	17
3	Característica de los modelos Hyperlegder indy	33
4	Esquema de consulta de información de datos	54



## Índice de Figuras

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Estructura genética de una transacción de Blockchain	11
2	Ejemplo del proceso para calcular la raíz de Merkle	12
3	Funcionamiento del algoritmo PBFT	14
4	Elementos Diagramas de flujo	19
5	Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica del Ministerio de Salud pública	30
6	Mapa de puntos de vacunación COVID-19 activos por Coordinación Zonal de Salud del Ministerio de Salud Pública.	31
7	Registro de datos por parte del Gobierno en el plan de vacunación	37
8	Registro de vacunación de ciudadanos	37
9	Caso de uso ciudadano	38
10	Caso de uso vacunación masiva	38
11	Registro de usuario en el sistema	39
12	Diagrama de secuencia en el registro de datos por parte del Gobierno referente al plan de vacunación	40
13	Diagrama de secuencia en el registro de vacunación	41
14	Diagrama de secuencia en el proceso de vacunación masiva	41
15	Diagrama de secuencia en el registro de usuario el sistema	42
16	Arquitectura aplicando el blockchain hyperledger Indy	42
17	Diagramas de secuencia	43
18	Diseño de roles basado en el acceso	45
19	Diseño de blockchain	46
20	Proceso de conexión con el servidor	47
21	Diseño de Autenticación de datos	48
22	Proceso de conexión con la base de datos y página web	48
23	Proceso de cifrado	49

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
24	Proceso de conexión con la base de datos y página web	50
25	Validación de datos	51
26	Diseño completo de los datos procesados	52
27	Esquema de consulta de información de datos	53

**Índice de Anexos**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
27	Ventana emergente para la ejecución del programa Visio	60
28	Preámbulo de office	60
29	Interfaz de Visio	61
30	Ventana emergente de la instalación	61
31	Ventana del programa StaUML	62
32	Elaboración del sistema de blockchain	62
33	Elaboración los casos de uso	63
34	Interfaz de Visio	63



## ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)



### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

---

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL USO DE UN SISTEMA DE REGISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE VACUNAS CONTRA COVID- 19 EN ECUADOR UTILIZANDO BLOCKCHAIN”

**Autor:** Villacis Piguave Brigitte Virginia

**Tutor:** Trujillo Borja Ximena Fabiola

#### Resumen

En la presente tesis se desarrollará un nuevo diseño sobre el sistema de vacunación, también se llevó a cabo una entrevista con expertos donde nos dieron información valiosa y revelaron algunas deficiencias del sistema de inmunización actual. Toda información debe de ser confidencial y no estar expuesta a delincuentes que pueden tomar datos confidenciales, por lo que llevaron al uso de medidas de seguridad, entre ellas blockchain, tecnología desarrollada por Bitcoin, donde proporciona registros, el vínculo entre el bloque de información anterior y el siguiente. Para ello, es necesario determinar qué parámetros se deben considerar para comprender qué factores, variables o condiciones afectarán la función del sistema de registro y la distribución de vacunas contra el covid-19. En el diseño propuesto es más confiable y ágil al implementar el factor de doble autenticación esto hace que los niveles de seguridad sean altos y guardar los datos de los cuidadosos vacunados.

Palabras claves: blockchain, vacunación, seguridad, confidencial, bloque.



## ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLÉS)



### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

---

“FEASIBILITY STUDY OF THE USE OF A SYSTEM FOR REGISTRATION AND DISTRIBUTION OF VACCINES AGAINST COVID-19 IN ECUADOR USING BLOCKCHAIN”

**Author:** Villacis Piguave Brigitte Virginia

**Advisor:** Trujillo Borja Ximena Fabiola

#### Abstract

In this thesis, a new design on the vaccination system will be developed, an interview with experts was also carried out where they gave us valuable information and revealed some deficiencies in the current immunization system. All information must be confidential and not exposed to criminals who can take confidential data, which led to the use of security measures, including blockchain, technology developed by Bitcoin, where it provides records, the link between the previous block of information. and the next. To do this, it is necessary to determine what parameters should be considered in order to understand what factors, variables or conditions will affect the function of the registration system and the distribution of vaccines against COVID-19. In the proposed design, it is more reliable and agile by implementing the double authentication factor, which increases the security levels and saves the data of the careful vaccinated people.

**Keywords:** blockchain , vaccination, security, confidential, block



## **Introducción**

En la actualidad el impacto que ha generado la pandemia provocada por el coronavirus COVID-19, ha afectado a varios sectores tales como sanitarios, económicos, políticos y sociales alrededor del mundo. A medida que la pandemia avanza los gobiernos en su intento de desacelerar la curva de contagios, han optado por el desarrollo de vacunas que permitan inmunizar a la población, que es planteada como la solución más lógica en la búsqueda de frenar la transmisión de este virus que ya ha registrado alrededor de 160 millones de casos en el mundo proveniente de la ciudad china Wuhan desde principios del año 2020. (Abigail, 2021).

Es preciso indicar que pese a esta situación grave en la que se encuentra el país, el gobierno nacional ha puesto en marcha el plan de vacunación contra COVID-19 que busca inmunizar a todos los ecuatorianos desde adultos mayores hasta los niños, mismo que es llevado a cabo por fases dándole prioridad a personal de salud seguido los grupos tales como , orden público, policías, militares, guías penitenciarios y personal docente, asimismo se dispone priorizar a la población mayor de 65 años considerado de riesgo por ser donde se manifiesta la mayor cantidad de fallecimientos en los grupos de edad (Ministerio de Salud Pública, 2021).

A pesar de todo, de acuerdo a (El Universo, 2021) el plan que fue presentado para iniciar el proceso de vacunación no lleva una estructuración adecuada para la situación debido a que no se fueron consideradas variables que afectan a otros grupos menores a 65 años con enfermedades crónicas además de los posibles retrasos en las fases de vacunación y omisión del seguimiento de los vacunados, que como es posible que contraigan efectos adversos a la vacunación.

Los riesgos de no contemplar un sistema que permita conocer el proceso de la cadena de frío, la cantidad de lotes, tipo de vacunas y registros de vacunación conlleva a consecuencias de fallas en el plan de inmunización. En definitiva, es necesario la aplicación de nuevas tecnologías como uno de los pilares fundamentales para la mejora del plan de vacunación contra el COVID-19.

El propósito de este estudio es proponer el uso de la tecnología Blockchain con el diseño de un sistema que permita mantener un registro seguro de la información del sistema de vacunación contra COVID-19, brindando la posibilidad de que los datos desde la cadena de suministro, aplicación y seguimiento de las personas vacunadas que sirva como herramienta de monitoreo y control para diversos casos que se presenten relacionados al proceso de vacunación

# **Capítulo I**

## **El Problema**

### **1.1. Planteamiento del Problema**

Actualmente el mundo se encuentra atravesando una pandemia que ha cobrado la vida de millones de personas, una situación que ha orillado al mundo a pasar por etapas de confinamiento y ahora mismo después de tantos esfuerzos por parte de laboratorios internacionales por buscar una cura para el covid-19, se ha conseguido que varios de estos laboratorios tienen vacunas para inmunizar a la población mundial.

Las vacunas que están disponibles actualmente tales como, AstraZeneca, Pfizer, Sputnik V, entre otras que han sido parte de inmunización mundial donde una de ellas se basa en la aplicación de dos dosis como es la Pfizer-BioNTech se inmunizara en un lapso de 21 días para personas mayores de 12 años en adelante y otra es la vacuna de Janssen de Johnson & Johnson en esta solo será una sola dosis, para personas de 18 años en adelante.

Los países que no producen la vacuna se ven obligados a adquirirla directamente con los laboratorios internacionales que si lo hacen, entre estos países se encuentra el Ecuador que en la actualidad ya ha hecho acuerdos de adquisición de poco más de 20 millones de dosis con diferentes laboratorios de vacunas contra Covid-19 (Gonzalez P, 2021).

La adquisición de estas vacunas conlleva tener una cadena de mantenimiento óptima ya que necesitan estar bajo condiciones especiales hasta su aplicación en las personas, la correcta distribución de las vacunas y el registro de las personas vacunadas es un tema que ha evidenciado una mala gestión en el sistema de salud del país.

En el presente año después de varios meses han llegado del exterior 3 clases de vacunas para la respectiva inmunización de cada uno de los ecuatorianos, con el arribo de estas dosis se dieron a denotar múltiples falencias en ámbito administrativo debido a incongruencias con las personas empadronadas para el proceso de vacunación, ya que existían registros de personas que están residiendo en el exterior, ciudadanos que no constaban en el sistema a pesar de residir en el país, personas con discapacidad registradas lejos de su lugar de residencia e inclusive hubieron denuncias por la falsa información de personas ya vacunadas con la primera dosis cuando ni siquiera fueron notificadas a que asistan para vacunarse.

De igual manera existieron problemas en la distribución de las dosis ya que no se llevó un control adecuado de las mismas, teniendo de fases considerables en la cantidad exacta de vacunas disponibles y otros factores como la pérdida o desaparición de estas.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuáles son los factores que inciden en la mala distribución de las vacunas y el registro de los ciudadanos ecuatorianos en el sistema de vacunación del Ministerio de Salud Pública?

## **1.3 Sistematización del problema**

- ❖ ¿Es necesario un sistema de registro único para el empadronamiento de los ciudadanos en los recintos de vacunación autorizados?
- ❖ ¿Cuáles son los principales inconvenientes que existen al momento de la distribución equitativa en los centros de vacunación?
- ❖ ¿Qué consideraciones se deberán tener presente para que no existan dosis pérdidas o sin contabilizar?
- ❖ ¿En qué procesos se deberá enfatizar para evitar usuarios no registrados o fuera de lista de vacunación?

## **1.4 Delimitación**

La investigación se realizará en la ciudad de Guayaquil en la cual se estudiará la factibilidad de un sistema para el registro de usuarios y eficaz distribución de vacunas de acuerdo con el período de vacunación propuesto por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador.

Este estudio está enfocado específicamente al registro y distribución de vacunas en la ciudad de Guayaquil, por ende, no incluirá ni reflejará información referente a los horarios y sitios de vacunación o personas que ya estén vacunadas.

## **1.5 Justificación**

Actualmente en el Ecuador existe un gran porcentaje de la población que no se encuentra vacunada debido a muchos factores como el déficit de vacunas, la mala administración, las limitaciones económicas por la que atraviesa el país lo que ocasionó una disminución en los procesos generando poca confianza en los ciudadanos.

Otro punto para mencionar es que actualmente el país no está preparado aún para llevar a cabo un proceso de vacunación acelerado hacia la gran parte de la población esto se debe a falta de personal a cargo de la salud como también el despliegue de infraestructuras de salud que puedan albergar mayor cantidad de personas y así llevar un proceso acelerado.

Cabe destacar que los datos o la forma en la que se realiza la logística en la distribución de vacunas no tienen un seguimiento apropiado por parte del personal administrativo y estratégico en el país generando un alto porcentaje en cuanto a falencias o mala asignación se refiere.

Para que esto sea posible es necesario determinar cuáles son los parámetros necesarios para considerar con el fin de conocer qué factores, variables o condiciones podrían afectar al funcionamiento en los sistemas de registros y la distribución de vacunas contra el covid-19.

La administración y distribución de vacunas contra la COVID-19 en los países en desarrollo es una labor crítica para proteger vidas, crear capital humano y estimular la recuperación económica. La crisis actual está exacerbando las desigualdades en todo el mundo y, si no existe acceso a las vacunas, las brechas se ampliarán aún más. (García, 2021)

## **1.6 Objetivos de la investigación**

### **1.6.1 Objetivo General**

Proponer un sistema de seguridad basado en Blockchain que ayude con la situación actual del proceso del sistema de vacunación contra COVID-19.

### **1.6.2 Objetivos Específicos**

- ❖ Identificar la situación actual del sistema de vacunación para covid-19 en el Ecuador
- ❖ Analizar la aplicación de Blockchain en los sistemas y cadenas de distribución de salud.
- ❖ Proponer el diseño de un sistema de distribución y registros COVID-19.

## **1.7 Hipótesis de la investigación**

El registro ilegítimo de usuarios en el sistema conlleva a que se suministre de mala manera las dosis en los recintos de vacunación.

## **1.8 Operacionalización de variables**

<b>Variables</b>	<b>Tipos</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>
------------------	--------------	------------------	--------------------

<b>Administración y distribución de vacunas utilizando Blockchain</b>	Dependientes	- Cantidad de vacunas - Alcance - Disponibilidad	Vacunas ingresadas al ecuador alrededor de 18 millones de Entre primera y segunda dosis.4,9 millones de vacunas
<b>Registro deficiente de usuarios para el proceso de vacunación</b>	Independientes	-Cantidad de personal sanitario -Centros de vacunación	-216.380 personal sanitario aproximadamente. - En quito hay 24 y en Guayaquil 30 centros de vacunación

**Tabla 1.** Operacionalización de las variables

### 1.9 Alcance

El alcance del presente trabajo se encuentra en la propuesta de un nuevo sistema que garantice la distribución y el control de vacunación contra COVID-19, que genere un marco de conocimiento en nuevas tecnologías que ayude a los sistemas de salud en un futuro agilizando y automatizando procesos que facilite bajar el porcentaje de mortalidad. Para lograr el trabajo se limitará a algunos procesos como es una investigación del sistema de vacunación COVID-19 que se utiliza actualmente. El uso de un nuevo sistema de vacunación COVID-19 basado en Blockchain que corrija los defectos encontrados en la investigación previa con esto se diseñará el sistema propuesto, presentando las funciones que ayudarían a mejorar el sistema de vacunación COVID-19 actual y empleando el uso de tecnologías basadas en Blockchain para mejorar otras áreas del sistema de salud.



## **Capítulo II**

### **Marco Teórico**

#### **2.1 Antecedentes de investigación**

La tecnología es una parte fundamental en cada país por aquello es necesario que se mantenga innovando.

En el caso del manejo de información en cualquier ámbito empresarial se destaca como un tema muy importante en la que ha sido un atractivo para los delincuentes informáticos y por aquello han llevado a utilizar medidas de seguridad entre ellas Blockchain que es una tecnología popularizada por el bitcoin, en la cual ofrece un registro inmutable de todas las transacciones, vinculación entre bloques anteriores y siguientes de información, con un gran almacenamiento, entre otros y además cuenta con contratos inteligentes que son programas que simulan a un contrato legal.

Su óptimo manejo puede brindar beneficios a los sectores públicos, privados y en este caso de salud mejorando el sistema de seguridad en sus medios digitales. (Tunalla LLumiugsi, 2018)

Como primer ejemplo está la universidad Central del Ecuador, la propuesta se trató sobre la aplicación de Blockchain para el registro de títulos académicos en donde la problemática fue del tiempo de espera que deben tomar los estudiantes para obtener su título, pero al momento de implementar dicha tecnología se empieza por contratar un diseño de contratos inteligentes llamado Truffle ya que cuenta con las herramientas para que dicha labor pueda ser iniciada y ejecutada pudiendo así verificar la viabilidad de Blockchain en donde da a conocer que los registros son altamente confiables y a su vez tiene disposición para el público en general cada vez que deseen buscar información. (Luis, 2019)

También en un claro ejemplo se puede apreciar una investigación direccionada a la salud de la Revista Internacional de Informática Médica; su objetivo fue evaluar, sintetizar sistemáticamente publicaciones revisadas con el fin de mejorar los procesos de servicio y atención médica. Después de realizar pruebas con varios contratos inteligentes realizaron una búsqueda bibliográfica estructurada sobre varios temas en las siguientes bases de datos bibliográficas con la ayuda de un bibliotecario de investigación médica aplicando el método bolo de nieve que se trata de una búsqueda de hacia atrás y hacia delante también utilizaron la versión 9 de EndNotes para eliminar documentación duplicada. Luego de todo el análisis da como resultado que Blockchain se puede utilizar para construir un sistema de registro de salud personal que podría cerrar brechas entre el paciente y la institución a fin de que los datos sean más confiables. Este estudio asimismo reveló

que es digno de exploración a una alternativa del uso de información para reparar un sistema sanitario roto y mejorar la continuidad de la atención basándose en el paciente existiendo también un intercambio de tanto en la atención médica, pero sin embargo aún existe escases de información que falta explorar donde se aborde áreas concretas con su respectiva documentación. (Anton Hasselgreen, s.f.)

En otra propuesta está la de (Fernández Infanzón Luz Isabel, 2021) La incertidumbre que llevó a dicha investigación fue la pérdida de documentación en el área de salud, el deterioro, adulteración y sustracción del historial clínico agregándole también la falta de acceso rápido al historial clínico de estas instituciones. La solución a esta dificultad fue que a través de otros contratos tales como: IPRESS Y HCE del MINSA incorporan los atributos de transparencia, trazabilidad, confianza e integridad de la información al utilizar la tecnología de Blockchain y luego realizaron análisis por medio de entrevistas, focus group y estadísticas. Comprobando que al proponer esta nueva innovación hacia las instituciones de salud resulta muy útil, confirmando que el segmento de mercado de IPRESS privada tiene un nivel de probabilidad del 88.41% validando los problemas del historial clínico y a su vez también saca a relucir que la tecnología de Blockchain es rentable por medio de supuestos financieros obtenidos en dicha investigación.

En el caso de nuestro país Ecuador en la actualidad el Ministerio de Salud Pública atiende al 62.72% de toda la población seguido del IESS (Instituto Ecuatoriano de Seguro Social) con el 30,62% y el 6,66% restante es gestionado por las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional a través del Instituto de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas (ISSFA) y el Instituto de Seguridad Social de la Policía Nacional (ISSPOL).

Cabe destacar que tanto las organizaciones públicas y privadas enfocadas al ámbito de la salud mencionadas con anterioridad tuvieron cambios constantes y fueron reorganizados siendo un punto de quiebre debido a que no todos los sitios contaban con las medidas necesarias ocasionando que un pequeño porcentaje opte por cerrar sus establecimientos.

El impacto generado por el covid-19 hizo que muchos centros o establecimientos dedicaran vital importancia al problema donde debido al desbordamiento de casos se optó por distribuir en pequeños sitios o servicios ambulatorios con el fin de tratar enfermedades de atención general esto debido a las recomendaciones mencionadas por la (OMS, 2020) recomendando reducir lo mínimo posible la atención de centros sanitarios en áreas diferentes y enfocarse al más del 85% relacionadas por el covid-19.

Además, (OPS, 2021) menciona que, a nivel mundial los servicios de salud han sido gravemente afectados en 18 países de América Latina ocasionando que haya cierre de atención de servicios en específicos o que el personal médico sea reubicado trabajando más del 100% de su capacidad.

Actualmente en el Ecuador las medidas estratégicas adoptadas generando un impacto en los resultados o procesos de atención siendo necesario el fortalecimiento a niveles críticos en atención mediante la expansión hospitalaria, adquisición de camas, UCI, telemedicina, vigilancia epidemiológica activa e incluso medidas de aislamiento generando un costo total de inversión de alrededor de USD 219 millones.

## **2.2 Fundamentación teórica**

### **2.2.1 Blockchain**

En el año 2013 Vitalik Buterin creó el lenguaje scripting para el bitcoin con la finalidad de desarrollar aplicaciones descentralizadas. Sin embargo, al no poder lograr un acuerdo, Buterin decide empezar a desarrollar una plataforma computacional distribuida empezando la creación del blockchain.

El Blockchain es una tecnología innovadora esto se basa en la seguridad de los registros, datos distribuidos y compartidos con la función de crear un índice global para todas las transacciones que se generan en un determinado mercado. Su principal ventaja es que su hackeo es muy complicado y su información permanece resguardada, eso significa que, aunque la red se viera afectada por hackers, la información no se alteraría ni se afectaría. (Sanchez, 2021)

### **2.2.2 Bloque**

Es un registro de transacciones que están vinculados a un usuario cada bloque es creado cronológicamente y está vinculado al bloque anterior.

## **2.3 Características**

### **❖ Seguridad**

El Blockchain contiene identificadores llamados hash que contribuyen con la seguridad del mismo, no todas las cadenas utilizan un mismo formato de claves asimétricas. En Blockchain todas las transacciones van firmadas por la clave privada del emisor. Dentro de la transacción se incluye la clave pública que permite verificar el contenido de la transacción,

detectando si la transacción ha sido manipulada proporcionando así seguridad sobre la información que se incorpora en Blockchain.

#### ❖ **Trazabilidad**

Permite transar todas las operaciones realizadas a una misma dirección o revisar transacciones realizadas anteriormente en donde se puede buscar con una fecha indicada ya que todo lo registrado se encuentra documentado en cada bloque. (Education, 2021)

#### ❖ **Privacidad**

Las direcciones Blockchain no están ligadas a las identidades de las personas que controlan cada una de las direcciones Blockchain. Para poder operar en un Blockchain público es necesario disponer del par de claves pública y privada que permiten controlar la dirección Blockchain.

El proceso que permite generar las claves y la dirección no requiere de ningún dato personal, por lo que la dirección y las claves no van asociadas a la identidad de la persona que crea la dirección. Este mecanismo para proporcionar una dirección de Blockchain proporciona privacidad a la hora de operar dentro de la red Blockchain, ya que las transacciones van asociadas a una dirección y firmadas con una clave que no tienen asociados datos sobre la identidad de la persona que realiza la transacción. (Education, 2021)

#### ❖ **Transparencia**

La transparencia en Blockchain se consigue publicando las reglas con las que se define el funcionamiento del Blockchain. Esto se logra haciendo público el código del software necesario para ejecutar Blockchain y generando una comunidad de nodos y desarrolladores que siguen este principio de transparencia. (Education, 2021)

#### ❖ **Confianza**

Blockchain brinda una plena confianza entre los usuarios por su funcionamiento y privacidad.

## **2.4 Arquitectura de la cadena de bloques**

El autor (Luis, 2019) define que, la cadena de bloques es una malla de computadoras conectadas entre sí en lugar de a través de un servidor central, hay una serie de capas que gobiernan las operaciones de la cadena de bloques y crean los protocolos para las aplicaciones de Blockchain. La arquitectura de Blockchain se compone de los cinco módulos que se detallan a continuación.

- ❖ **Almacén de datos:** Es una estructura de datos, basada en secuenciación y que tiene todos los datos replicados en cada nodo de la red de Blockchain, este módulo ayuda

a crear una cadena de bloques en bases de datos compartidas y distribuidas, es decir que no utilizan la red cliente-servidor controlada por una autoridad central designada

- ❖ **Consenso:** Este módulo se encarga de la selección óptima de un mecanismo de consenso con el fin de confirmar y validar las transacciones y así evitar la corrupción de los datos registrados en la cadena de bloques.
- ❖ **Validación:** La validación es esencial para mantener un proceso de validación de transacciones, que son una transferencia de valor entre dos partes, por lo que se debe en primer lugar establecer un acuerdo de transacción entre dichas partes, para que luego pueda ser transmitida a la red P2P y ser validadas para lo cual deben cumplir los siguientes controles: i) que la transacción sea criptográficamente válida, se trata de, que la firma se pueda verificar, ii) que el formato de la transacción sea válido, es decir, que todos los campos que se incluyen en la transacción cumplan con sus respectivos requerimientos, y iii) que el estado de la transacción sea válido, esto significa que se cumplan todas las restricciones impuestas a la transacción
- ❖ **Red de blockchain:** una red de igual a igual para el intercambio de información entre nodos donde las transacciones se retransmiten en la red mediante un protocolo de difusión seguro.
- ❖ **Seguridad y privacidad:** La seguridad en Blockchain se basa principalmente en la criptografía. La criptografía se utiliza para garantizar que los registros no puedan modificarse. Debido a que cada transacción se codifica de forma única a través de la criptografía y esta codificación es validada por otras partes en la cadena de bloques, cualquier intento de alterar o eliminar la información de la transacción será detectado y corregido por otros nodos.

## 2.5 Tipos de cadenas de bloques

Existen tres tipos de cadenas de bloques que son:

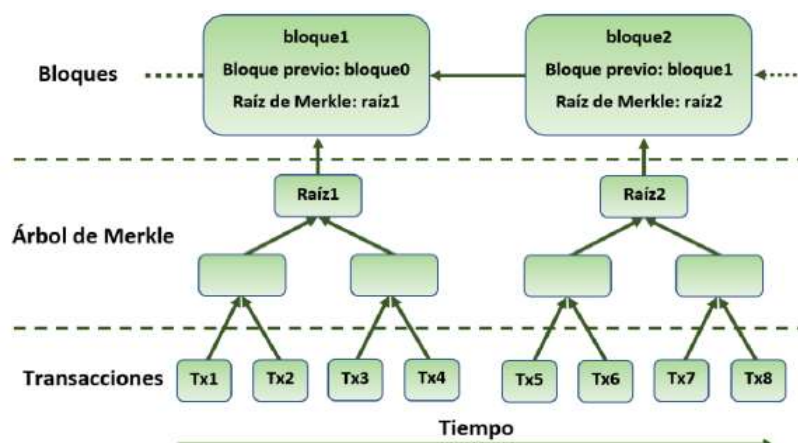
- ❖ **Cadena de bloques pública:** Es una cadena que permite la participación de cualquier nodo donde pueden enviar transacciones, leer el documento y participar en el proceso de consenso para así brindar una transparencia y lograr que todas las transacciones sean visibles al público.
- ❖ **Cadena de bloques privada:** Es una cadena privada en la que su número de nodos es limitado y además se conoce su identidad. En este tipo de cadena de bloques los usuarios solamente pueden tener acceso a las transacciones que están directamente relacionadas con ellos, en la cual los permisos de escritura son monitoreados por una

organización central y los permisos de lectura pueden ser públicos o restringidos hasta un punto arbitrario, es decir es lo opuesto de la cadena de bloques pública.

- ❖ **Cadena de bloques híbrida:** También denomina cadena de bloques parcialmente descentralizada o consorcio, es un proceso de consenso que está controlado por un conjunto de nodos preseleccionados siendo así un punto de equilibrio entre la cadena de bloques pública y privada, considerando que al momento de leer cada bloque puede ser público o restringido y puede tener como consecuencia la posibilidad de alterar el registro debido a la reducción de descentralización.

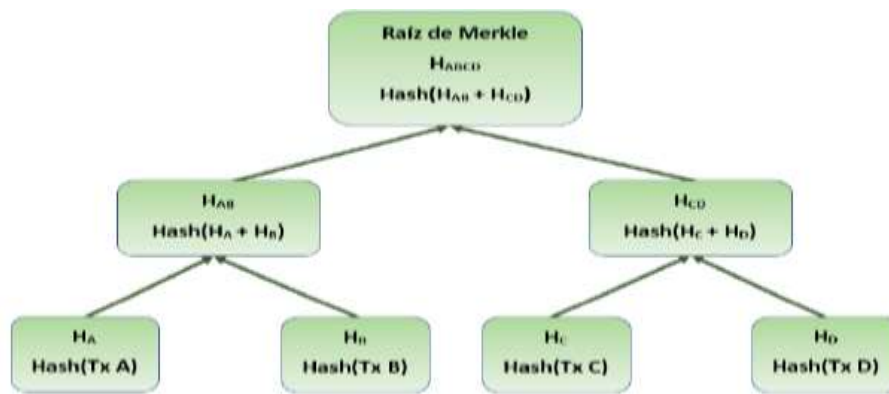
## 2.6 Árboles de Merkle

Un árbol Merkle también conocido como árbol hash binario, es una estructura de datos utilizada para resumir y verificar de manera eficiente la integridad de grandes conjuntos de datos. Una característica importante del blockchain es que se pueden almacenar en una estructura de datos de varios niveles.



*Figura 1. Estructura genética de una transacción de Blockchain Fuente: (Luis, 2019)*

Se puede observar un árbol de Merkle, está estructurado en un conjunto de nodos con gran número de hojas en la parte inferior del árbol que contiene los datos subyacentes, tiene un conjunto de nodos intermedios donde cada nodo es el hash de sus dos hijos, y, finalmente, un solo nodo raíz, que está formado a partir del hash de sus dos hijos, que representa la parte superior del árbol.



**Figura 2.** Ejemplo del proceso para calcular la raíz de Merkle Fuente: (Luis, 2019)

En la imagen se puede observar el proceso para calcular la raíz de merkle, en el que se construye mediante hash recursivos llamado raíz en donde se proporciona evidencia incuestionable de cada transacción que se ha producido y que se obtiene al vincular cada transacción con otra, mezclando los datos luego emparejando el resultado con otro par y volviendo a mezclar. (Luis, 2019)

## 2.7 Funciones hash

Es una función que destina un mensaje de longitud variable o una clave de longitud fija, las funciones hash se usan en muchos algoritmos y protocolos criptográficos de los cuales existen muchas aplicaciones en el área y en la actualidad estas funciones son de trascendental importancia en aplicaciones donde se requiere eficiencia para implementar verificación de integridad y autenticación como por ejemplo aplicaciones basadas en blockchain de la seguridad de la información.

Las funciones hash son también ampliamente utilizadas en la criptografía como por ejemplo el Estándar de Cifrado avanzado o AES por sus siglas en inglés cuya clave y vector de inicialización son proporcionados por el hash SHA3-256. (Choez, 2020).

## 2.8 Protocolos o algoritmos de consenso

No hay aún un nodo central que asegure que los libros mayores en nodos distribuidos sean iguales, pero la idea del protocolo es que al realizar por medio de red distribuida en el que existan participantes desconocidos y poco confiables las transacciones puedan ser verificadas a través del consenso siendo este el mecanismo o conjunto de reglas que permitan a todos los nodos llegar a un acuerdo sobre el orden de las transacciones. Con el fin de lograr este objetivo originándose los protocolos de consenso siendo estos los

responsables de la integridad de la información contenida en la cadena de bloques, distinguiéndose como una parte principal de esta tecnología. (Choez, 2020)

## **2.9 Prueba de trabajo**

Es un algoritmo que está relacionado con las funciones derivadas con claves basadas en contraseñas y consiste en encontrar un “nonce” (campo de 32 bits) tal que el hash criptográfico computado tenga un número específico de ceros en el inicio, según lo define el nivel de dificultad entonces dado el hecho de que, en una red descentralizada, alguien debe ser seleccionado para registrar las transacciones y la forma más fácil es la selección aleatoria, todos los participantes tienen que calcular el valor de hash de forma continua mediante el uso de diferentes “nonces” hasta que se alcance el objetivo. Cuando un nodo obtiene el valor objetivo transmite el bloque a los demás nodos y estos deben confirmar mutuamente la exactitud del valor hash, de modo que si se valida el bloque los demás nodos deben agregarlo a su copia local de Blockchain y el nodo que resolvió la tarea es recompensado. (Choez, 2020)

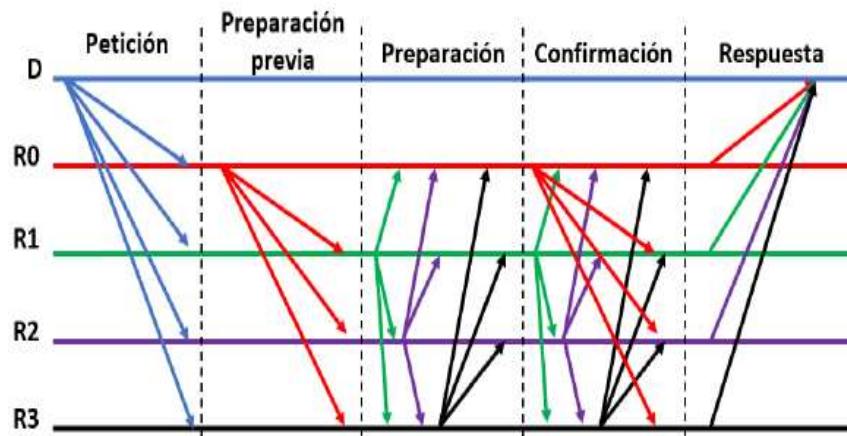
## **2.10 Prueba de participación**

En este mecanismo en lugar de que el nodo declare el resultado, el sistema elige el nodo para calcular dicho resultado a través de un sistema de lotería por lo tanto el algoritmo determina aleatoriamente al nodo responsable de la creación de cada bloque, en función del número de monedas que posee porque se cree que los nodos con más monedas tendrían menos probabilidades de atacar a la red.

## **2.11 Algoritmo práctico de tolerancia a fallas**

Este mecanismo se basa en la replicación de la máquina de estado y la votación duplicada para obtener un consenso sobre el cambio de estado y está diseñado para resolver disputas entre nodos informáticos participantes de una red distribuida entre un conjunto de nodos, alguno genera una salida diferente de los otros su ventaja es ser más eficiente que un algoritmo de prueba de trabajo en relación con la latencia y los costos de energía, aunque solo puede tolerar hasta un 33% de nodos maliciosos. A pesar de ser más eficiente que otros protocolos de consenso, este se considera un protocolo costoso en relación con la cantidad de mensajes necesarios para lograr el consenso.





**Figura 3.** Funcionamiento del algoritmo PBFT Fuente: (Choez, 2020)

Como se puede observar este mecanismo pasa a través de cinco etapas que empieza desde la transmisión desde el cliente a todas las réplicas, luego se procesa a través de la etapa de preparación previa, preparación, confirmación y ejecución. Por lo tanto, en una red con cuatro réplicas, una sola solicitud como se puede visualizar, requiere 32 mensajes entre el cliente y las réplicas, divididos de la siguiente manera: 4 en la etapa 1, 3 en la etapa 2, 9 en la etapa 3, 12 en la etapa 4 y 4 en la etapa 5 respectivamente debido a que, en cada fase, una copia de seguridad realiza la multidifusión de un mensaje una vez que se haya recibido y verificado el mensaje de recibido previamente Ilustración. (Choez, 2020)

## 2.12 Prueba de tiempo transcurrido

La prueba de tiempo transcurrido o proof of elapsed time (PoET) es uno de los mejores algoritmos de consenso. Esto se utiliza para redes privadas dado que al utilizar esta red es primordial obtener un permiso de acceso, asegurándose que se utilice correctamente y también afianzar un inicio de sesión seguro del sistema utilizado. (Rodríguez, 2018)

## 2.13 Tolerancia de falla (bizantina redundante)

Las fallas bizantinas es un tema enfocado directamente en el estado de las máquinas. Suponiendo que exista alguna falla en la red el algoritmo está correctamente diseñado para sistemas de consenso asíncrono en donde además se encuentran optimizados de una forma más eficiente. Para enfrentarse a todos los problemas se efectúa utilizando un nodo como principal y otros como plan de respaldo, todos los nodos deben tener un alto nivel de comunicación para así verificar la información encontrada con el fin de eliminar el problema de la información poco confiable. (Rodríguez, 2018)

## 2.14 Seguridad en blockchain

### ❖ Inalteración de los datos con Blockchain

Blockchain tiene una tecnología conceptualmente segura gracias a su irreversibilidad de sus transacciones y el uso de intensivo de cifrado, pero existen vulnerabilidades que surgen al momento de implementar plataformas y aplicaciones en otras palabras cuando se vincula al desarrollo del código informático de los protocolos de comunicación o de la simplificación de los mecanismos de validación y consenso de los bloques. El blockchain con los sistemas de información que apoyan los procesos de negocio de la empresa o la interoperabilidad entre distintas plataformas de cadenas de bloques es todavía muy incipiente, lo cual limita la eficiencia e incrementa los riesgos de ciberseguridad en los que puede tardar tiempo para alcanzar su madurez y consenso por lo tanto continúan con el apoyo de los departamentos de sistema de información y cyber tecnología.

## 2.15 Tipos de frameworks utilizados en blockchain

### ❖ Bitcoin

Es la criptomoneda más famosa del mundo, es la base sobre la que fueron creadas las primeras veinte criptomonedas de la historia: Litecoin, Dash, Ethereum, Bitcoin Cash, entre otras. El Bitcoin fue creado con el objetivo de operar sin una autoridad central. Su red funciona a través de una blockchain pública y se encarga de la gestión de las transacciones y la emisión de bitcoins. (Quintiliano, 2021)

### ❖ Truffle

El autor (Luis, 2019) define que Truffle es un marco de prueba y una línea de activos para la cadena de bloques que utilizan la máquina virtual Ethereum con el objetivo de facilitar al desarrollador. Permite realizar tareas como

- Compilación de contratos inteligentes.
- Realizar pruebas automatizadas de los contratos inteligentes.
- Extender el marco de migración y despliegue mediante scrips.
- Manejar una consola interactiva para la comunicación directa con los contratos.
- Ejecutar scripts dentro de un entorno Truffle mediante un intérprete externo.

### ❖ Ethereum

Ethereum empezó cuando las personas tenían mayor conocimiento sobre el bitcoin, su programador Vitalik Buterin le dio vida a esthereum como una computadora mundial y como el futuro del internet con tecnología de cadena de bloques, también se puede recalcar

que es una plataforma de código abierto lo que representa un cambio cultural de alguno de sus procesadores.

Esta plataforma representa una cadena de bloques con un lenguaje de programación Turing completo incorporado, significa que admite todos los tipos de cálculos, incluidos los bucles y la transición de estado, así como otras mejoras sobre la estructura de la cadena de bloques. Dentro de la cadena de bloques de Ethereum se maneja la criptomoneda Ether que permite pagar las transacciones financieras y procesar aplicaciones. (Luis, 2019)

#### ❖ Multichain

Según (Alkudmani, 2019) expone que “Multichain o Multicadena es una tecnología desarrollada para poder operar varias plataformas blockchain sobre una principal y comunicarse entre sí con el fin de aprovechar al máximo las bondades particulares de cada cadena.”

#### ❖ Corda

“Corda es un software de contabilidad distribuida para registrar y procesar datos compartidos tales como contratos, diseñados para implementar la visión contenida en este documento.

Corda admite contratos inteligentes, que coinciden con la definición de Clack, Bakshi, Braine 4; nuestro contrato inteligente es un acuerdo cuya ejecución se puede automatizar mediante un código informático que trabaja con la participación y el control humanos, y cuyos derechos y obligaciones, tal como se expresan en la prosa legal, son legalmente exigibles.” (Richard Gendal Brown, 2016).

### 2.16 Hyperledger

(Innova, 2019) Define que “Hyperledger es un esfuerzo colaborativo open source para avanzar en las tecnologías de blockchain a través de todas las industrias. Es una colaboración global, impulsada por la Fundación Linux, que incluye líderes en el ámbito de las finanzas, banca, Internet of Things, cadenas de suministro, fabricación y tecnología.”

Características	Ethereum	Hyperledger Fabric	R3 Corda
-----------------	----------	--------------------	----------

Descripción de la plataforma	Plataforma Blockchain Genérica	Plataforma Blockchain Modular	Plataforma de contabilidad distribuida especializada para la industria financiera
Gestión	Desarrolladores de Ethereum	Linux Foundation	R3
Modo de operación	Sin permiso Público o privado	Autorizado, privado	Autorizado, privado
Consenso	-Minería basada en la prueba de trabajo (PoW). -Nivel Ledger	-Amplia comprensión del consenso que permite múltiples enfoques. -Nivel de transacción.	-Comprensión especializada del consenso. (p.e nodos notariales) -Nivel de transacción.
Smart Contracts	Smart Contract Code. (E.g Solidity)	Smart Contract Code. (Eg. Go Java)	-Smart Contract Code. (Kotlin, Java). -Smart Legal Contract. (Doctrina Legal)
Moneda	-Ethen -Tokens a traves de Smart Contractos	-Ninguna -Moneda y tokens mediante código de moneda	-Ninguna

**Tabla 2.** Características de Ethereum, Hyperledger y Corda Fuente: (Salinas, 2020)

### 2.17 Blockchain y su impacto

Blockchain es un software que en el sector salud puede ser muy útil y realizar mejoras de forma sustancial gracias al potencial de la tecnología se puede utilizar para medicina E IOT como pulseras electrónicas, mar-capasos, sensores de azúcar, etc, pueden aportar información clínica de pacientes en tiempo real, ayudando a tener datos más precisos y actualizados de cada paciente también la lucha contra la falsificación de

medicamentos de forma que se pueda verificar la autenticidad y legitimidad de su origen y por medio de esta tecnología se podría crear un registro compartido por todos los interesados de la cadena de suministros en el cual trazar el ciclo de vida de ingredientes y medicamentos y además mejorar el registro del historial clínico. (Rosado, 2018).

### **2.18 Interoperabilidad**

Interoperabilidad es la posibilidad de que distintos tipos de ordenadores, redes, sistemas operativos, y aplicaciones trabajen juntos de forma eficaz, sin comunicación previa, de tal forma que puedan intercambiar información de manera útil y con sentido. Hay tres aspectos que se deben tener en cuenta en la interoperabilidad: semántica, estructural y sintáctica. (Gomez, 2007)

### **2.19 Contratos inteligentes**

Los contratos inteligentes o Smart contracts se introdujeron como programas autónomos que se ejecutan en toda la red de blockchain y pueden ejecutar todo algoritmo codificado a ellos. Estos contratos se ejecutan sobre la cadena de bloques para administrar los activos que dicha plataforma que incluye mediante transacciones de cadena de bloques que van más allá de las simples transacciones de compra/venta de divisas, y pueden tener instrucciones más extensas incorporadas en ellas, que permite que la tecnología blockchain registre, administre, y actualice información encriptada en un libro mayor distribuido, automáticamente, sin intermediarios y además está destinado a facilitar, verificar y hacer cumplir las obligaciones contractuales mediante la inclusión de cláusulas en un sistema informático.

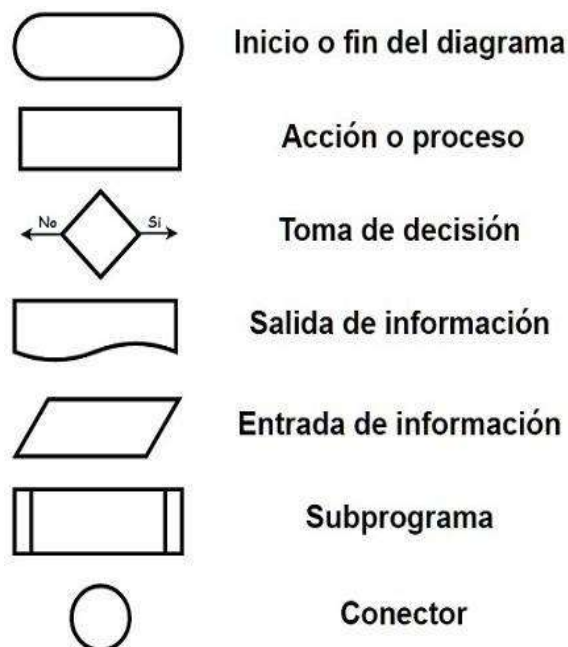
Estos contratos no pueden ser vistos como contratos legales sino como la esencia de una lógica de negocios o conjunto de reglas que rigen una transacción comercial. (Luis, 2019)

### **2.20 Diagramas de procesos de o flujo**

Según (Gestión, 2019) Un diagrama de flujo, o flujograma, es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso se representa por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso.

Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso. Muestra la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás.



**Figura4.** Elementos Diagramas de flujo Fuente: (Rodríguez, 2018)

## 2.21 Marco Legal

Para llevar a cabo el presente trabajo de titulación se tuvo como base legal la Constitución de la república del Ecuador, La Ley del Comercio Electrónico, Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación y La ley Orgánica del Sistema Nacional del Registro de Datos Públicos, en la cual en el Art. 66 de la Constitución de la República, establece: La protección de datos de carácter personal en donde sí se requiere difundir o compartir cierta información deberá de tener la autorización del titular.

En el Art. 5 de confidencialidad y reserva de la ley del Comercio Electrónico dispone que toda violación a los principios de confidencialidad referida a la intrusión electrónica, transferencia ilegal de mensajes o datos, entre otras serán sancionados con lo dispuesto en la ley. En cambio, en el Art. 9 habla sobre la protección de datos en donde dice que solo con el consentimiento del titular se puede compartir la información a terceros. La recopilación y uso de datos personales responderá a los derechos de privacidad, intimidad y confidencialidad garantizados por la Constitución Política de la República y esta ley, los

cuales podrán ser utilizados o transferidos únicamente con autorización del titular u orden de autoridad competente.

No será preciso el consentimiento para recopilar datos personales de fuentes accesibles al público, cuando se recojan para el ejercicio de las funciones propias de la administración pública, en el ámbito de su competencia, y cuando se refieran a personas vinculadas por una relación de negocios, laboral, administrativa o contractual y sean necesarios para el mantenimiento de las relaciones o para el cumplimiento del contrato.

El consentimiento a que se refiere este artículo podrá ser revocado a criterio del titular de los datos; la revocatoria no tendrá en ningún caso efecto retroactivo.

El artículo 6 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Registro de Datos Públicos establece: “Accesibilidad y confidencialidad.- Son confidenciales los datos de carácter personal, tales como: ideología, afiliación política o sindical, etnia, estado de salud, orientación sexual, religión, condición migratoria y los demás atinentes a la intimidad personal y en especial aquella información cuyo uso público atente contra los derechos humanos consagrados en la Constitución e instrumentos internacionales(...)”;

Por otro lado, también está el Art. 142 Tecnologías libres y el Art. 151 Libre elección de Software del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación en el que indican la libertad de ejecutar un software con cualquier propósito.

La información de ciertos registros es sumamente importante, por ende, algunas empresas públicas o privadas contratan o crean plataformas para la protección de datos como por ejemplo el Instituto Tecnológico Bolivariano que utiliza su plataforma llamada SGA para el desarrollo de actividades como: verificación de notas, malla curricular, nombre de los profesores, documentación del alumno, entre otros. Pero actualmente también está siendo utilizado para el registro de vacunación de los estudiantes actuales, los que ya se han graduado y también sus familiares, una vez que registran la información de la persona que se va a vacunar por medio de esa plataforma, queda archivada y luego esa información es enviada al ministerio de salud, llevando a cabo su propio registro en donde la única persona capaz de tener el acceso de esa plataforma u otorgar permiso para cambiarlo está en el área de Tics, aquella es la persona encargada de evitar el ingreso de falsa información ya que siempre está en constante supervisión.

Por otro lado, también está el ejemplo de una entidad pública como es el Ministerio de Salud que actualmente es el responsable de los registros de las vacunas en las que cada registro ha sido enviado por medio de documentos de Excel de cada uno de los puntos de vacunación.

En conclusión todos los artículos van direccionados a implementar una tecnología como el Blockchain, porque en los ejemplos que se establecieron, tuvieron similitud con el autor ya que él puede acceder a la plataforma y realizar una modificación de información, alguna variación u ocurrir alguna pérdida en una cierta cantidad de número de vacunados o vacunas y para evitarlo se podría establecer esta tecnología ya que es muy útil al momento de mantener segura la información sin inalterabilidad de datos y cumpliendo con todas las expectativas del usuario dando como resultado confidencialidad, seguridad y protección de datos siendo también muy esencial para el desarrollo tecnológico del País.



## **Capítulo III**

### **Metodologías**

#### **3.1 Metodología Bibliográfica**

El uso de esta metodología será fundamental a la hora de adquirir la información adecuada para realizar correctamente este proyecto, ya que es necesario buscar una gran cantidad de información para lograr conocer mejor las herramientas que se usarán y darles un manejo óptimo al momento de realizar las pruebas de funcionamiento del proyecto (Gonzales D, 2018)

Es esencial para realizar el proyecto ya que por medio de fuentes ya sea: revistas, páginas web, libros virtuales etc. Se obtendrá la información que se necesita recopilar para poder adquirir los datos necesarios como: herramientas, manejo, su estructura y el uso del blockchain con la finalidad de poder alcanzar un alto conocimiento y a su vez poderlo aplicar de una forma correcta con la guía de sus respectivos conceptos.

#### **3.2 Metodología Experimental**

En la investigación de enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. El experimento como un ensayo en el que se manipula deliberadamente una o más variables. Una verdadera investigación experimental se considera exitosa sólo cuando el investigador confirma que un cambio en la variable dependiente se debe a la manipulación de la variable independiente. Es importante para este tipo de investigación, establecer la causa y el efecto de un fenómeno, debe ser claro que los efectos observados en un experimento se deben a la causa. Como es natural, puede ser que los eventos que ocurran sean confusos y no permitan a los investigadores establecer conclusiones fácilmente (Gladys Patricia Guevara Alban, 2020).

Para el presente proyecto se utilizará la metodología experimental para dar a conocer el cambio de variables entre blockchain y su aplicación en el área de salud, en la cual se establecerán las causas y efectos del mismo como son: investigaciones sobre las falencias que tienen el actual sistema de salud, la seguridad, el mantenimiento de datos anteriores y actuales, y además cómo podría mejorar el control de registros con el sistema de blockchain con la finalidad de obtener resultado positivos y alcanzar los objetivos deseados.

### **3.3 Metodología Descriptiva**

Es el tipo de investigación que tiene como objetivo describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permiten establecer la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando información sistemática y comparable con la de otras fuentes. (Gladys Patricia Guevara Alban, 2020)

Este tipo de metodología se utilizará con el fin de detallar paso a paso el proceso de la aplicación de la cadena de bloques (blockchain). Al momento de realizar el blockchain se empezará por los datos que se almacenan en el bloque que varía según la información que se vaya a registrar, también está un segundo elemento llamado hash que es una cadena de números y letras que identifica el bloque y su contenido este hash es único y específico para el bloque. El tercer elemento es un hash del bloque anterior este último hash es lo que la hace muy segura ya que todas las cadenas cuentan con una secuencia. Con esta descripción se irá formando la cadena de bloques ayudando así a poder obtener mejores resultados y a su vez adquirir más conocimiento.

### **3.5 Metodología de Campo**

Este tipo de investigación es también conocida como investigación in situ ya que se realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio. Ello permite el conocimiento más a fondo del investigador, puede manejar los datos con más seguridad y podrá soportarse en diseños exploratorios, descriptivos y experimentales, creando una situación de control en la cual manipula sobre una o más variables dependientes. (Graterol, 2011)

Por ende, es el proceso en el cual se obtienen nuevos conocimientos o realizar el estudio de una situación que diagnostique necesidades y problemas donde se apliquen los conocimientos con fines prácticos.

### **3.6 Entrevista**

La entrevista es una técnica utilizada en la metodología de campo con el fin de poder mediante una interacción hacia una persona con amplios conocimientos sobre un tema en específico determinar la situación de un problema o causa en la actualidad donde para ello se realiza una serie de preguntas que el entrevistado puede responder en base a lo que el

mejor crea necesario referente al tema además de indicar que estos últimos pueden variar según el enfoque o el dinamismo que se incluya.

Para efectos de este trabajo de investigación se realizó una entrevista a una funcionaria pública de la salud, así como un trabajador voluntario en el proceso de vacunación para saber de qué manera se suministra las vacunas contra el COVID-19, la cual se detalla a continuación.

### **3.7 El uso de blockchain en la industria y la sociedad**

El blockchain ha tenido gran impacto en la sociedad y en varias industrias como en la industria del arte. Por medio de la cadena de bloques ayuda a los artistas a obtener contratos inteligentes o pago en criptomonedas obteniendo como ventaja la reducción de intermediarios, garantizar la propiedad intelectual, es decir, mejora la transparencia y garantiza los derechos de autor evitando la piratería y además mejora la trazabilidad de las creaciones, como claro ejemplo están las empresas Kodak y Baidú son dos compañías con iniciativas blockchain para proteger y gestionar la propiedad intelectual de las fotografías que circulan por la red. La primera con una criptomoneda única para comprar las imágenes dentro de su propia plataforma; y la segunda con una app donde la información de copyright queda escrita en la cadena de bloques. (Iberdrola, 2021)

El autor (Parrondo, 2018) define que “Esta cadena de bloques proporciona a las empresas un nuevo universo de comunicación, de interacción y de confianza. La introducción de nuevas aplicaciones industriales requiere un grado creciente de seguridad y protección de la privacidad; la prueba de existencia o de origen y la trazabilidad ganan cada vez mayor importancia. Confiar en los registros temporales y en la integridad de los datos puede ser un requisito crucial. Por ello blockchain tiene el potencial de cambiar la forma en que la empresa digitalizada se aproxima al futuro, con una mayor seguridad y calidad en los datos.”

También el autor (Aiyer, 2021) señala que entre las tecnologías que potencian el impacto social, blockchain ha demostrado su especial utilidad en varios ejemplos globales. Sus aplicaciones en campos como el de la gestión de la identidad, servicios públicos y acceso financiero pueden ayudar a potenciar la efectividad, la eficiencia y facilitar el acceso a los mercados y ayudará a generar impacto social a gran escala en la población.

Finalmente, el desarrollo del blockchain ha innovado y alcanzado grandes avances por parte del ámbito empresarial, por este motivo ha obtenido una buena acogida con la sociedad ya que el blockchain puede ser utilizado en cualquier área específica desde el área contable,

área de consumo, industrias del arte, áreas de salud entre otras creando mayor seguridad y confianza al momento de utilizar la plataforma.

### **3.8 Cuestionario para entrevista**

1. ¿Cómo se realiza el proceso de acceso a la vacuna por parte del usuario?
2. ¿Cómo se validan los datos del usuario a vacunar?
3. ¿Cómo se ingresa el registro del usuario vacunado?
4. ¿Cómo garantiza la confidencialidad y transparencia en el proceso de vacunación?
5. ¿Utiliza algún tipo de software externo para el ingreso y almacenamiento de datos?
6. ¿Qué tan confiable es el sistema donde se realiza el registro de usuarios?
7. ¿Considera que se debe integrar sistemas o procesos de seguridad en el o los softwares de vacunación?
8. ¿Qué factores cree necesario implementar para mejorar los procesos de vacunación en cuanto a plataformas o herramientas de registro de usuarios?

### **3.9 Entrevista y Análisis de resultados**

Para el presente trabajo de investigación se detalla información de entrevista realizada al personal del ministerio de salud, así como persona voluntaria en el proceso de vacunación con el fin de saber cómo actualmente se maneja el proceso mencionado.

#### **3.9.1 Entrevista a colaborador**

##### **1.- ¿Cómo se realiza el proceso de acceso a la vacuna por parte del usuario?**

Solo con la cédula y de acuerdo con la edad propuesta por el gobierno.

##### **2.- ¿Cómo se validan los datos del usuario a vacunar?**

Hay un punto de información en el cual se validan los datos de la cédula y se le pregunta al paciente si padece de alguna enfermedad o contraindicación para vacunarse.

##### **3.- ¿Cómo se ingresa el registro del usuario vacunado?**

En una matriz se ingresan los datos del usuario esta matriz incluye actualización de teléfono correo y se pone el nombre de la vacuna a colocar y lote de la vacuna

##### **4.- ¿Utiliza algún tipo de software externo para el ingreso y almacenamiento de datos?**

En nuestra unidad no conozco ningún software.

**5.- ¿Qué tan confiable es el sistema donde se realiza el registro de usuarios?**

No es confiable para mi parecer ya que los datos se pueden confundir o perder

**6.- ¿Considera que se debe integrar sistemas o procesos de seguridad en el o los softwares de vacunación?**

Si es que se va a pedir el documento de vacunación para trámites o para realizar ciertas actividades creo que sí se debería llevar mejor el control de la información

**7.- ¿Qué factores cree necesario implementar para mejorar los procesos de vacunación en cuanto a plataformas o herramientas de registro de usuarios?**

Al hacerlo de forma tan rudimentaria se necesita más personal y muchas veces se hace doble trabajo por lo tanto se necesita un software que permita que la información sea subida inmediatamente al sistema y esté vinculada con el PRASS que es el sistema en donde ingresan toda la información médica de los pacientes y sus vacunas

**3.9.2 Entrevista a Trabajador del MSP**

**1.- ¿Cómo se realiza el proceso de acceso a la vacuna por parte del usuario?**

El punto de vacunación dónde me encuentro se ubica en el estado modelo, dónde se puede ingresar de dos formas, vehicular y peatonal. Las dos entradas son en la parte de al frente, para vehículos se van haciendo pasar en una fila, cuando le toca su turno la persona que dejan encargada de guiar le señala en cuál de las cuatro carpas de vacunación debe acercarse. Lo que corresponde a peatonal al momento de ingresar se debe sentar en una carpa de espera, si la persona que se vacunara está sola se debe esperar a que llegué otra más, ya que cada dosis se la debe dividir en dos para vacunar con la mitad a cada una; en caso de ser AstraZeneca se debe hacer que esperen 10 personas, ya que esa necesita esa cantidad para que ninguna sustancia quedé abierta.

**2.- ¿Cómo se validan los datos del usuario a vacunar?**

Los digitadores piden la cédula del usuario y en la página web se debe se escribe en número de identidad se da click en un botón de buscar y este hace que se llene automáticamente los espacios donde se debe colocar en los apellidos, nombres, estado civil y fecha de nacimiento, se ve si esa información concuerda con la cédula. En caso de ser extranjero y tiene pasaporte o cédula extranjera, pero en este caso al no estar empadronado se debe llenar esos datos manualmente.

### **3.- ¿Cómo se ingresa el registro del usuario vacunado?**

Primero el digitador ingresa su número de cédula, la del vacunador y el punto donde se está vacunando, después aparece otra página donde se puede comenzar a registrar. Como expliqué en la anterior pregunta aparte de esos datos se debe llenar son su nacionalidad, etnia, si se contagió con el COVID, la vacuna que se le dará y el lote, este último también se coloca en su certificado de vacunación. Adicionalmente otro digitador debe registrar en una hoja el número de cédula, el nombre del vacunado, su número celular, correo y el usuario debe firmar después de que se colocaron todos estos datos. Esta hoja sirve para que al final de la jornada nos revisen si esta información concuerda y si el número de vacunados es par, ya que al colocar el digitador el número de cédula se puede ver cuántas personas registro y toda la información que ingresó.

### **4.- ¿Cómo garantiza la confidencialidad y transparencia en el proceso de vacunación?**

Debido a que existen personas encargadas de revisar si los registros son correctos, si encuentra alguna anomalía pueden darle una sanción a las personas que registraron y el vacunador que correspondía a esa mesa. Además de vez en cuando personas del ministerio de salud realizan auditorías.

Aparte se le suelen hacer preguntas a las personas para identificar si puede ser vacunada, como ejemplo cuando era una mujer que tuvo un hijo si es de menos de tres meses no se la podía vacunar, en casos dónde apenas se recuperó del COVID, o se vacunó hace poco contra la influenza.

### **5.- ¿Utiliza algún tipo de software externo para el ingreso y almacenamiento de datos?**

Solo he visto que una vez que termina la jornada se puede descargar un documento Excel dónde están los registros de todos los vacunados de ese día y es con ese que se revisa si no tenemos algún error.

### **6.- ¿Qué tan confiable es el sistema donde se realiza el registro de usuarios?**

El sistema en algunos momentos se cae y no deja completar el registro, por lo que algunas veces se demora el proceso de vacunación ya que primero debe estar registrado en el sistema antes de vacunar, por lo que cuando eso sucede, aunque salga el mensaje de que ya se

logró guardar la información, con un buscador que está en la página donde podemos ver los vacunados de ese día escribiendo el número de cédula comprobamos si realmente se guardó.

**7.- ¿Considera que se debe integrar sistemas o procesos de seguridad en el o los softwares de vacunación?**

Una debilidad en la seguridad es que todos entramos con el mismo usuario y contraseña, lo que cambia es cuando ingresamos el número de celular personal y del vacunador, pero en las Tablet dónde registramos, algunas de estas como usamos Google Chrome, este guardia por la concurrencia los números de cédula y si esas tablets llegasen a estar en manos equivocadas podrían hacer un registro falso, aunque una persona anota quien pide la Tablet si se podría usar el número de cédula de cualquiera que le saliera y le podrían echar la culpa.

**8.- ¿Qué factores cree necesario implementar para mejorar los procesos de vacunación en cuanto a plataformas o herramientas de registro de usuarios?**

Me gustaría que exista una mejor optimización en el sistema donde logren disminuir los problemas que a veces tiene, si es posible que las contraseñas se actualicen cada semana o día, también que configuren para que no se guarden esos números como recurrentes. También, ahora ya estamos en segunda dosis en otros puntos al principio no proporcionaron carnets de vacunados, en algunos les dieron copias, pero en otros ni eso y tenemos que preguntar a los encargados porque eso podría meternos en problema si los registramos, y en algunos puntos ni siquiera registraron en el sistema ya que aparece la fecha de la primera vacuna en el sistema cuando si está registrado, pero si todavía no lo registraron nos tenemos que confiar del certificado que nos dan.

### **3.9.3 Análisis de resultados**

A través de estas entrevistas se puede dar a notar las falencias que tiene el sistema del Ministerio y también la falta de conocimiento de las personas que están encargadas del registro.

El protocolo utilizado es el mismo para ingreso de las personas al área y para registro en la página web, pero existe una mayor incertidumbre al momento de ingresar datos por la cual se debe de verificar varias veces si realmente están los datos correctos o está registrado y además hay una gran problemática con las contraseñas en la que por medio del ingreso a la plataforma se podría alterar datos o agregar datos ficticios, realizando un enfoque a estas variedades de dificultades que tiene esta plataforma se podría plantear una solución. En la

que para aquello es necesario poder optar por un nuevo software que tenga mayor seguridad para que ambas partes, los usuarios y las personas que registren tengan más confianza y a su vez que el trabajo sea más ágil y práctico.

### **3.10 Situación actual del proceso de vacunación**

Desde el principio la plataforma del Ministerio de Salud Pública ha contado con fallos en su sistema, por esta razón desde marzo cuando empezó la implementación de la plataforma iniciando su registro con los adultos mayores, se suscitaron problemas al momento de registrarse ya que la página se caía indicando que no se podía acceder al sitio web. El Ministerio de Telecomunicaciones detalló que se presentaron problemas técnicos en el portal web, debido a la alta demanda de usuarios que buscan inscribirse en el plan de inmunización. Después, la Secretaría General de Comunicación detalló que el portal web está “en proceso de restablecimiento” y que todos los usuarios registrados en medio de los problemas informáticos están debidamente cargados en la plataforma gubernamental. (Universo, 2021)

Añadiendo más información sobre el fallo de la plataforma, la página del diario (Universo, 2021) indica que “Literalmente las personas madrugaron y estuvieron desde las primeras horas intentando registrar a sus padres, abuelos, parientes o amigos de 65 años en adelante en la página web [planvacunarse.ec](http://planvacunarse.ec), donde esta población debe inscribirse para acceder a las vacunas en la fase 1, dentro de la campaña contra el COVID-19 que lleva el Gobierno ecuatoriano.

Pero pocos tuvieron éxito y otra vez, por segundo día, comenzaron a replicarse las quejas por las demoras y fallas en el sistema que debía estar operativo desde el lunes 15 de marzo.” E incluso en redes sociales comentaban que existía una supuesta lista vip de vacunados, en la que consistía en que no se habían registrado en ningún sistema, pero ya habían sido inmunizados. Además, la página del Gobierno del Ministerio de Salud Pública presentó un comunicado sobre errores en los datos de la información recolectada en donde aclaran a la ciudadanía y medios de comunicación que hubo un error en el ingreso de información por parte del área técnica y que hay nuevos datos estadísticos, pero no hay un registro de fechas correctas o exactas. También en Azuay existieron denuncias de parte de los usuarios por un mal manejo del registro delegando que había personas con un solo nombre y apellido, números de cédulas incompletos, no se informaba el cargo, lugar de trabajo y si corresponde al personal de primera línea que labora dentro de esta emergencia sanitaria. (Comercio, 2021)



En conclusión, después de obtener toda la información de medios de comunicación como en los periódicos se puede dar a relucir un alto déficit en el sistema del Ministerio de Salud Pública desde problemas en la página al momento de no poder acceder hasta un mal registro de los usuarios. Esto causará que la población no pueda tener una información real de sus datos al momento de poderse volver a vacunar o al necesitar el documento para algún trámite ya que actualmente se va a necesitar este documento para varias diligencias como por ejemplo salir del país. También existe una incertidumbre sobre los cambios que puedan existir en los datos o que se puedan perder como ya pasó anteriormente con las fechas y datos estadísticos, para prevenir este tipo de situaciones sería recomendable que se trabaje con una plataforma que cuente con una excelente seguridad, que al momento de ingresar información no se pueda alterar, sea fácil de ingresar, rápido al momento de utilizarlo y que se pueda visualizar todos los datos de la información guardada y no sea fácil de hacker con la finalidad de que los usuarios tengan la seguridad y confianza de que contar con una eficiente plataforma.

### 3.11 Distribución de vacunas en el sector público

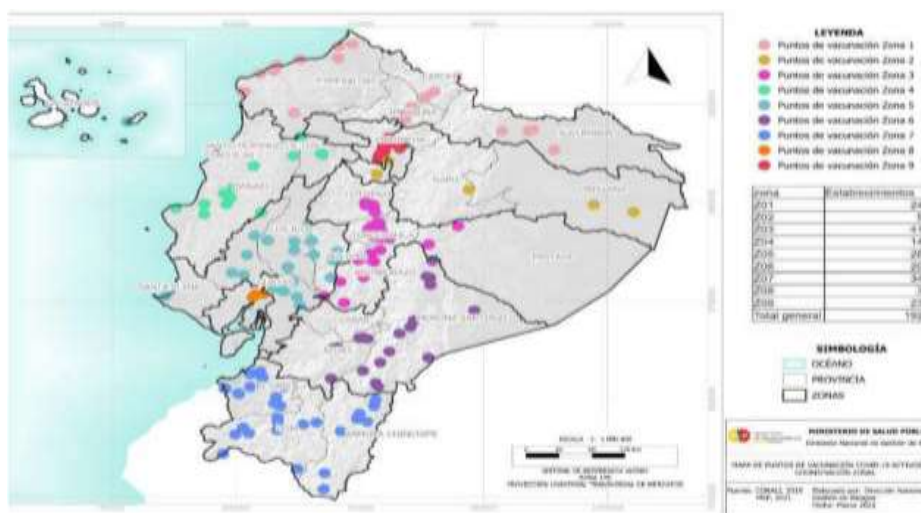
Desde que empezó la pandemia de Wuhan y luego se empezó a propagar por otros países incluido Ecuador, ha coordinado actividades encaminadas a una respuesta oportuna en articulación con los subsistemas internos (SNS) para contener la propagación y fortalecer la vigilancia epidemiológica local.



**Figura 5.** Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica del Ministerio de Salud pública Fuente: (Pública, 2021)

Al momento de identificar los lugares con más índice de fallecidos por motivos del COVID-19 en la cual se podrá evidenciar por medio de la estadística que se mostrara a continuación, además se diseñó un sistema de distribución a estos lugares.

También existió un diseño para empezar a inmunizar a todos los sectores este diseño involucró a entidades públicas e instituciones educativas como colegios, universidades, hospitales y demás. A continuación, se presenta los puntos de vacunación establecidos para la ejecución de la Fase 1, estos deberán incrementarse para la ejecución de las siguientes fases, debido a que en la Fase 2 y Fase 3 empieza la etapa de vacunación masiva de este plan:



**Figura 6.** Mapa de puntos de vacunación COVID-19 activos por Coordinación Zonal de Salud del Ministerio de Salud Pública. Fuente: (Pública, 2021)

Con respecto a la disponibilidad de las vacunas el Ministerio de Salud Pública ha implementado mecanismos de gestión para la adquisición de la vacuna el gobierno actual ha comprado millones de vacunas entre Sinovac, Pfizer, AstraZeneca etc. Estas vacunas son las que han aportado con la mejora en la estadística de fallecidos y de personas en UCI dándole una esperanza a la salud de los ecuatorianos. (Pública, 2021)

### 3.12 Determinación de Necesidades

La determinación de las necesidades del sistema de salud en la plata forma del Ministerio de Salud Pública se debe a que es un poco vulnerable por la seguridad que brinda ya que existen antecedentes registrados en donde comunican que habido varias perdidas de información ya sea de registros de usuarios o vacunas y también de entre otras. Por la cual a comparación del blockchain, brindaría a su sistema de seguridad mecanismos criptográficos de seguridad para acceder, firmas y cifrados transaccionales, registro en cada bloque, contratos inteligentes, el anonimato o copias exactas de la información que contiene

la cadena a cada nodo en donde se garantizaría la disponibilidad de la información en todo momento.

Esto sería muy necesario para el reemplazo del actual sistema de salud porque brindaría una excelente seguridad en la que no podrá tener cambios y sería difícil de hackear para aquello es preciso obtener un alto conocimiento de su diseño y su estructura para poder ponerlo en práctica y así establecer una seguridad más concreta al momento de tomar la data y registrarlo en la plataforma.

### 3.13 Requisitos mínimos para el diseño del Blockchain

1. **Implementación de varios usuarios y contraseñas.** - Mediante este requisito se podrán agregar varias fuentes de usuarios sin limitaciones.
2. **Amplias bases de datos.** - Registro de salud unificados y almacenados, por ende, el historial de vacunación de cada usuario permanecería seguro y disponible para cada servidor público autorizado.
3. **Punto de acceso a través de internet.** - Acceso a plataformas web por medio de protocolos seguros para evitar
4. **Seguridad en registros anteriores.** - Con este requisito se tendrá acceso a los respaldos de la información de procesos pasados.
5. **Verificación de registros existentes de usuarios vacunados.** - Búsqueda y verificación de usuarios vacunados y por vacunarse ingresados en el sistema.
6. **Escalabilidad de procesos internos de encriptación en la validación de usuarios.**  
- Con este requisito el diseño base podrá ser compatible con futuras mejoras en los procesos internos de la seguridad de los datos.
7. **Redundancia en los nodos de red.** - Cada nodo de la red almacenará una copia exacta de la cadena por lo tanto se garantizará la disponibilidad de la información en todo momento.
8. **Compatibilidad con registros arraigados de procesos pasados.** - Se tendrá acceso a los datos e información que se requieran de procesos anteriores.
9. **Autenticación de combinaciones criptográficas enviadas y recibidas.** - Se lo utilizará para el resguardo y protección de los paquetes de información enviados y recibidos creando un ambiente seguro evitando la filtración de datos.

### 3.14 Hyperledger indy

Es un software que permite a las personas administrar y controlar sus identidades digitales. En lugar de que las empresas almacenen grandes cantidades de datos personales, lo que almacenan son indicadores de identidad.

Uno de los principios claves es su enfoque de privacidad por diseño: no se trata de proteger los datos sino de diseñar para que los datos no necesiten protección. (Reiguero, 2018)

### 3.15 Características de los modelos

<b>Hyperledger Burrow</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una cadena de bloques privada basada en el código de Ethereum.</li> <li>• Permite el desarrollo de contratos inteligentes desarrollados en Solidity</li> </ul>
<b>Hyperledger Fabric</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una cadena de bloques de carácter privado y está orientada al uso empresarial gracias a la capacidad de realización de transacciones privadas.</li> <li>• Tiene una arquitectura modular con una definición de roles entre los nodos de la infraestructura</li> <li>• Permite la creación de contratos inteligentes</li> </ul>
<b>Hyperledger Indy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacena sus artefactos de identidad en el registro distribuido.</li> <li>• Cadena de bloques diseñada especialmente para dar apoyo a ledgers con identidad descentralizada.</li> <li>• Proporciona herramientas, librerías y componentes reutilizables para proveer identidades digitales arraigadas en la cadena de bloques o en otros ledgers distribuidos de modo que sean interoperables en distintos dominios administrativos y aplicaciones.</li> </ul>

**Hyperledger Iroha**

- Mantenimiento y despliegue sencillo.
- Toneladas de bibliotecas para desarrolladores.
- El control de acceso está basado en roles.
- El diseño es modular.
- Principio de separación de comando-consulta.
- Identidad y gestión de activos.

**Hyperledger Sawtooth**

- Permite crear y ejecutar cadenas de bloques altamente configurables.
- Incluye una herramienta de consenso dinámica que permite realizar cambios rápidos de algoritmos de consenso, entre todas estas opciones de consenso la más conocida es la llamada PoET (Proof of Elapsed Time).
- Sawtooth apoya los contratos inteligentes de Ethereum via "seth"(un procesador de transacciones de Sawtooth integrado en La Máquina Virtual de Ethereum de Hyperledger Burrow). Proporciona SDKs para Python, Go, JavaScript, Rust y C++.

---

**Tabla 3.** Característica de los modelos Hyperledger indy

**3.16 ¿Por qué se escoge el modelo hyperlegder indy?**

Este modelo se escogió porque es esencial al momento de utilizarlo junto al Blockchain por lo que contiene una arquitectura diseñada para crear identidades digitales que estarían arraigadas en la cadena de bloques o en cualquier otra forma de libro mayor, además obtendrá muchas bibliotecas, herramientas, componentes reutilizables etc.}

A parte cada identidad que surge de esta arquitectura Hyperledger Indy es interoperable en múltiples dominios, silos organizacionales y aplicaciones, es decir, que se podría confiar únicamente en una verdad compartida junto con los demás servidores públicos que contengan un usuario y contraseña para realizar los registros.

En definitiva, por medio de la plataforma se obtendrá mayor seguridad ya sea en códigos y datos de registro y por ende la plataforma será aún más confiable al momento de utilizarla con cualquier área que se desee trabajar.

### **3.17¿Por qué se descartan los otros modelos?**

Los demás modelos se descartan porque cada uno abarca una función diferente por ejemplo, el Hyperledger Fabric va direccionado a las compañías por el cual se mantiene la privacidad en todas las transacciones que ellos realicen, el Hyperledger Burrow trabaja con bases de códigos de Ethereum y a su vez permite desarrollar contratos inteligentes con una plataforma llamada Solidy, también hay otras que trabajan para realizar cambios rápidos de algoritmos de consenso, entre otras que no van direccionadas a lo que se necesitaría para la aplicación de la plataforma en el sistema.

Por la cual el hiperledger indy es el indicado para utilizarlo en el sistema de salud, ya que se está utilizando más para un registro de usuarios, contiene privacidad, puede almacenar registros numéricos los libros mayores, proporciona herramientas y además contiene componentes reutilizables en donde puede proveer identidades arraigadas en la cadena de bloques esto significa que se podrá visualizar registros antiguos cuando sea necesario ya que también se almacena esa información en la plataforma, y por medio de este modelo se podrá obtener mayor protección y mejores resultados para el uso de registros de usuarios enfocados a la salud.

### **3.18 Diseño de Blockchain**

Según los autores del (Advanced Micro Devices, 2021) comentan que en su diseño la tecnología

de cadena de bloques utiliza un algoritmo para asignar un hash criptográfico (una cadena única de letras y números que, en ocasiones, también se llama "huella digital") a cada bloque.

Además del hash, cada bloque contiene conjuntos de transacciones anteriores con marcas de tiempo, junto con el hash del bloque anterior: esto es lo que crea el vínculo inmutable entre los bloques secuenciales de la cadena.

La combinación de criptografía y marcas de tiempo permite que la tecnología de cadena de bloques verifique automáticamente que esta secuencia progresiva de hash no cambie nunca. Esta acción impide la inserción de nuevos bloques fuera de orden, lo que evita la alteración o falsificación de los datos de las transacciones.

### 3.19 Diagrama de caso de uso

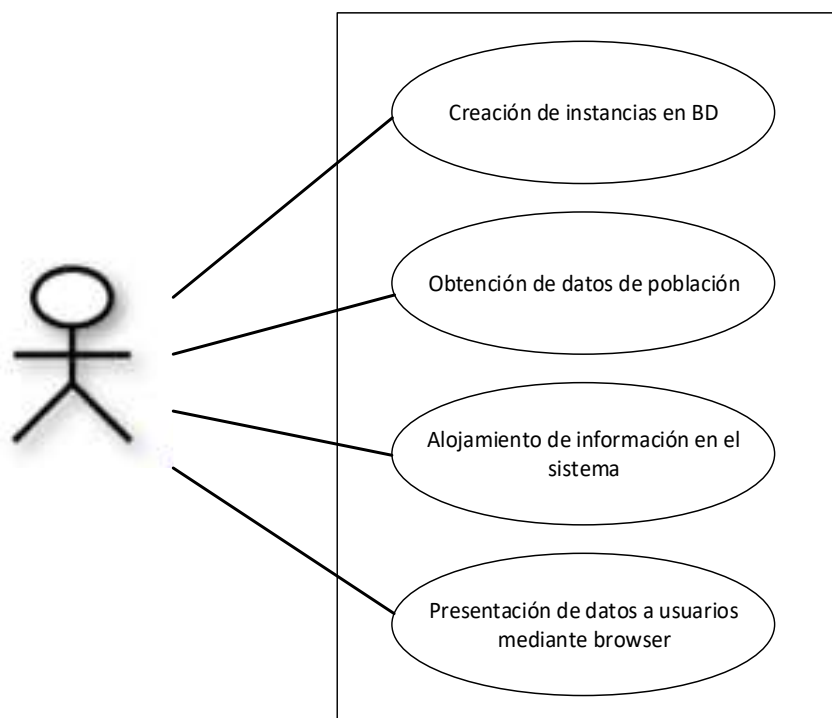
Para el presente trabajo de investigación se pretende utilizar los casos de uso con el fin de saber el comportamiento que existe directamente en un sistema en diferentes situaciones, para ello es necesario identificar dónde se aplica en la actualidad a la hora de poder realizar los procesos de vacunación en el sistema de salud.

Hoy en día los procesos definidos por el personal encargado son mostrados en las figuras que anteceden donde en base a la información obtenida en la entrevista se puede determinar que existe diferentes procesos manuales generados en la asignación de vacunas, así como el registro de los usuarios lo que genera pérdida de tiempo en procesos que pueden ser automatizados.

Otro factor clave dentro del mecanismo actual es que al no contar con una plataforma que les permita alojar la información de forma centralizada existe alto riesgo de errores e incluso pérdida de datos que puede llegar a ocasionar problemas. Por lo general los procesos que se gestionan a la hora de realizar la vacunación no son confiables.

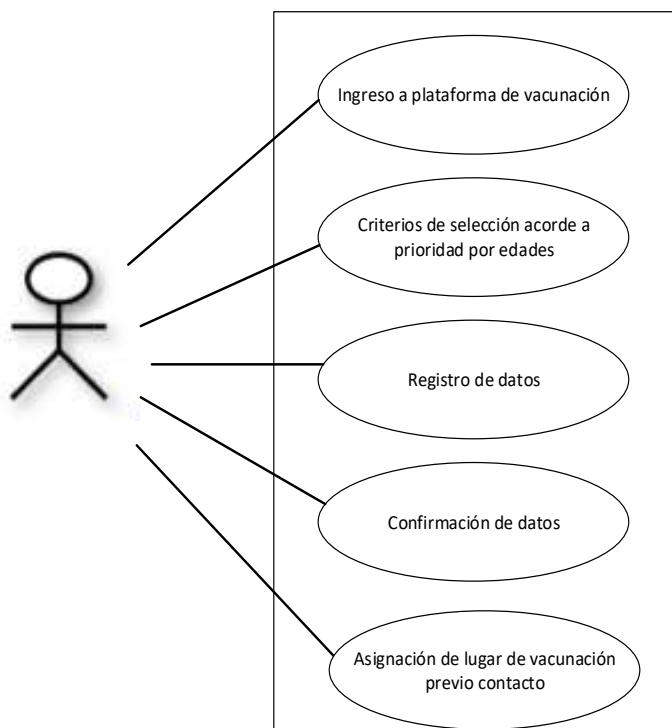
Como primer punto se debe tener en cuenta el proceso que se requiere a la hora de registrar a la población en el sistema de vacunación y con ello poder tener un mejor criterio de búsqueda, así como de asignación de vacunas en diferentes etapas que serán detallados en casos previos.

Es por ello que para mejor entendimiento se ha desarrollado diferentes casos de uso que explican la forma en la que actualmente se lleva el registro acorde a las diferentes etapas presentadas por el gobierno en su plan de vacunación que ha ido cambiando a medida que avanza tal como se detalla a continuación:



**Figura 7.-** Registro de datos por parte del Gobierno en el plan de vacunación. Elaborado por autor

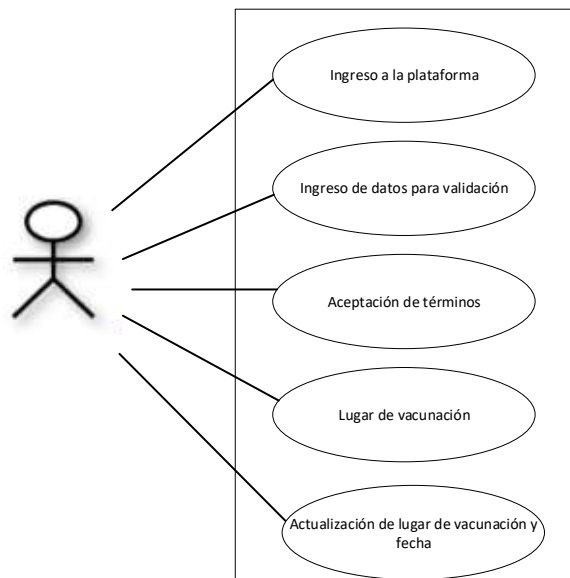
Del mismo modo un factor clave a la hora de reasignar las vacunas al principio por el gobierno era aquel que se daba en base al registro de personas a través de la plataforma del plan de vacunación.



**Figura 8.-** Registro de vacunación de ciudadanos. Elaborado por autor

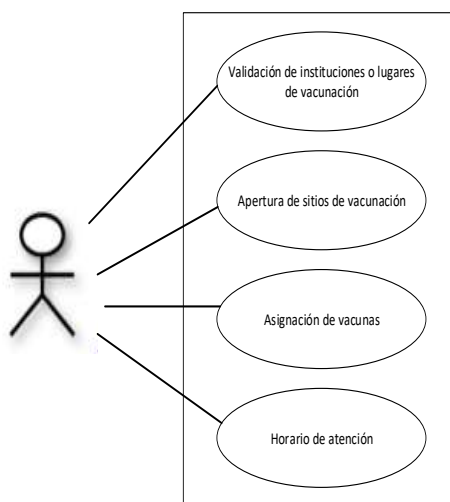


Debido a los problemas que existieron a la hora de hacer registros se optó por vincular los datos del registro civil para enlazar con el sistema de vacunación permitiendo establecer fechas por edades, así como la asignación del centro de vacunación acorde al lugar de votación definidos en las elecciones presidenciales del 2021.



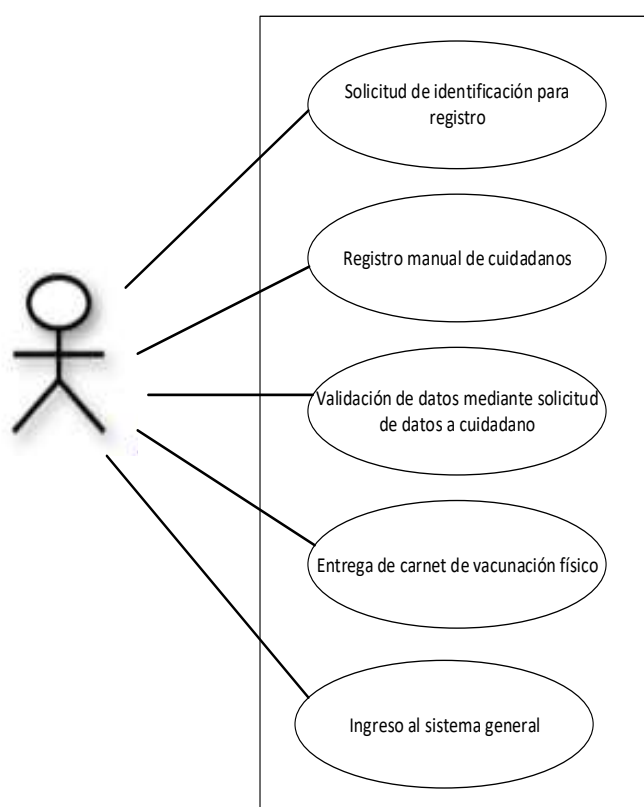
**Figura 9.-** Caso de uso ciudadano Elaborado por autor

Debido a los cambios constantes y un sistema no tan bueno en cuanto a la forma de asignación de vacunas a la población y al aceleramiento de casos se optó nuevamente por establecer un formato de vacunación masiva en todos los puntos del país con el fin de prevenir los casos de covid-19 por lo que se presenta un caso de uso acorde a la forma en la que se manejaba.



**Figura 10.-** Caso de uso vacunación masiva Elaborado por autor

En cuanto a la forma en que se establece el registro en las instituciones se debe en primer lugar pasar por una fase de procedimientos que cada institución maneja encargados de realizar el proceso de vacunación donde internamente se debe establecer en muchas asignación de personal en el manejo de la información donde muchas veces existe gran manipulación de datos ocasionando problemas de registro o incluso de seguridad que serán definido posteriormente para la fase de registro tal como se define en el siguiente caso de uso:



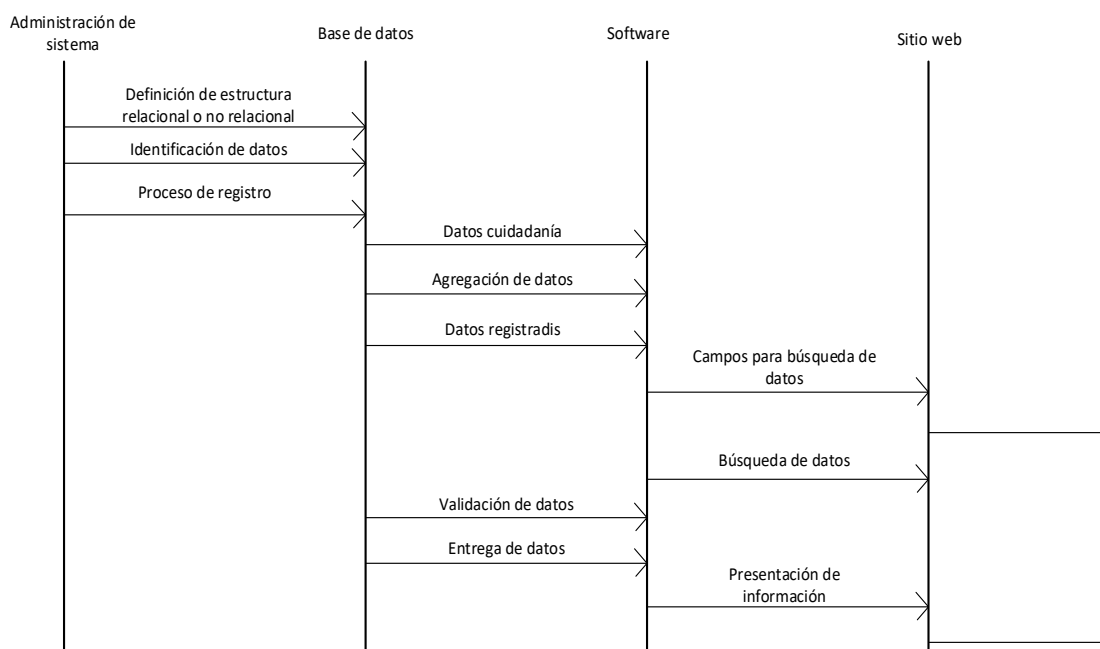
**Figura 11.- Registro de usuario en el sistema** *Elaborado por autor*

Los casos de uso anteriormente definidos permiten entender cada una de las fases realizadas en el proceso de vacunación actual como sus respectivos cambios o fase de registro en cada uno de los sitios actualmente disponibles en el país en cuanto a información pública se tiene ya que la privada es limitada y ciertos procesos son desconocidos.

De este modo una vez indicado los casos de usos que existen y la manera en cómo están operando se explica los debidos diagramas de secuencias de los procesos previamente presentados con el fin de detallar la operación existente en cada uno de los diagramas actuales.

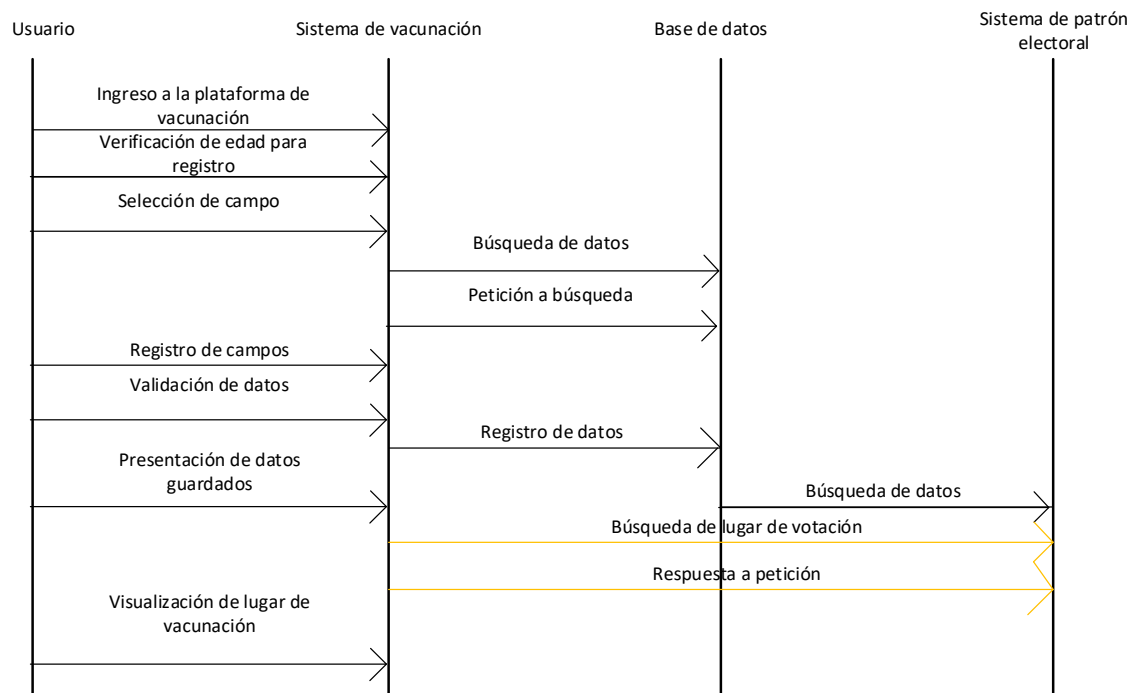
### 3.20 Diagrama de secuencia

Son utilizados para permitir visualizar interacciones que existen entre los objetos creados o que están funcionando en un sistema de manera organizada durante una fase en específico definida previamente en los casos de uso con el fin de ser agregado a un diagrama de bloques que permita una réplica de datos y con ello mecanismos de seguridad que permitan mantener la integridad como disponibilidad de la información de los ciudadanos vacunados en el plan actual establecido por el Gobierno.



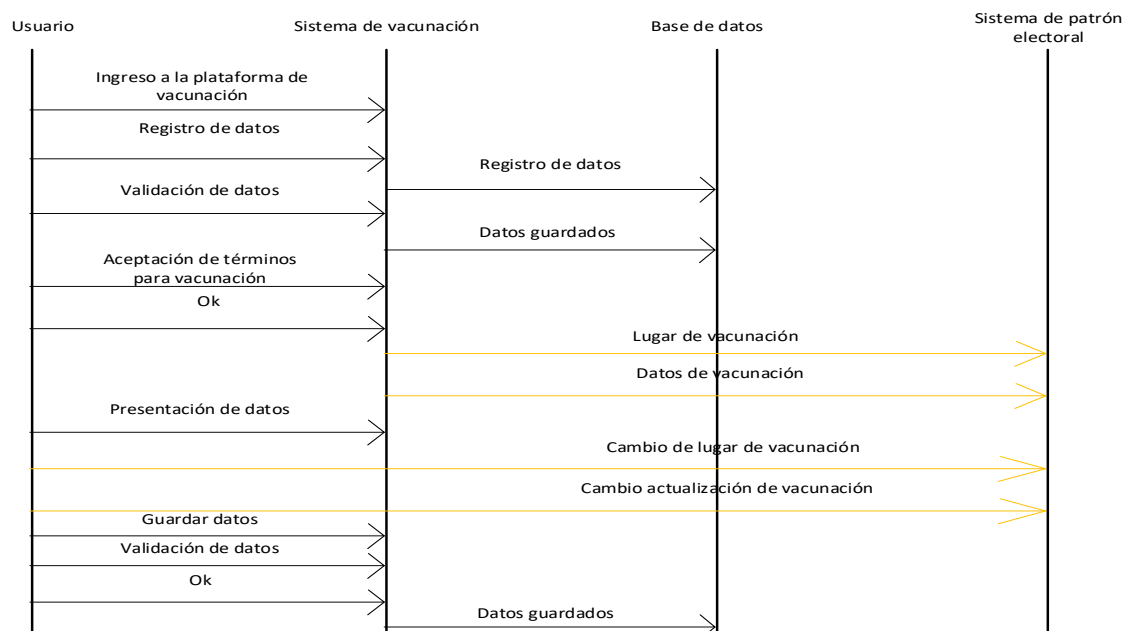
**Figura 12.** Diagrama de secuencia en el registro de datos por parte del Gobierno referente al plan de vacunación. Elaborado por autor

Dentro de la fase de consultas y registro de usuarios se establecen los procesos de datos y formas de solicitud en cada uno de ellos con el fin de saber la interacción que existe y la presentación de datos en cuanto a los registros.

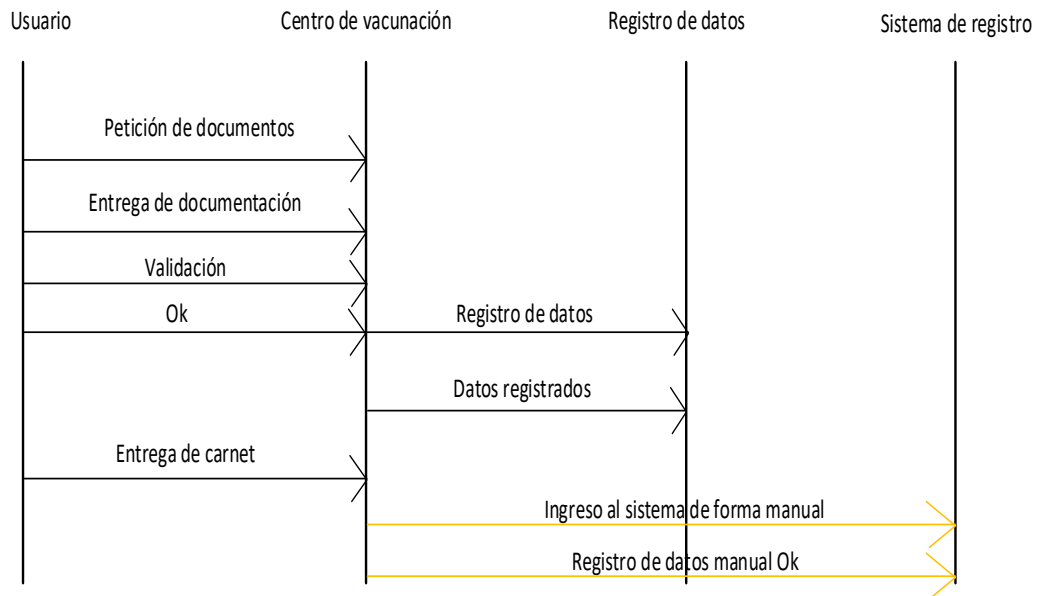


**Figura 13.-** Diagrama de secuencia en el registro de vacunación. Elaborado por autor

Asimismo, se establece el diagrama de secuencia para los procesos de registros en cuanto a los casos de uso aplicados en el ciudadano a la hora de visualizar su fecha de vacunación y hacer modificaciones en cuanto al sitio de vacunación en base a los datos obtenidos en el sistema de votación.

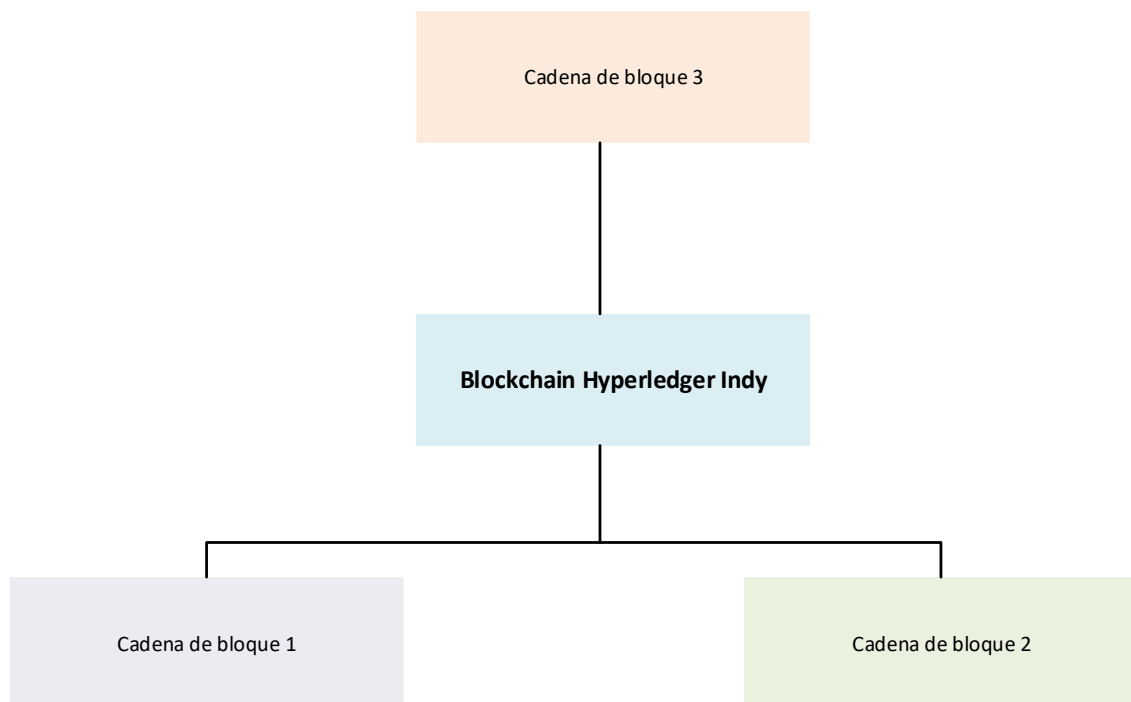


**Figura 14.-** Diagrama de secuencia en el proceso de vacunación masiva. Elaborado por autor



**Figura 15.-** Diagrama de secuencia en el registro de usuario el sistema. Elaborado por autor

### 3.21 Diagrama de arquitectura aplicando blockchain

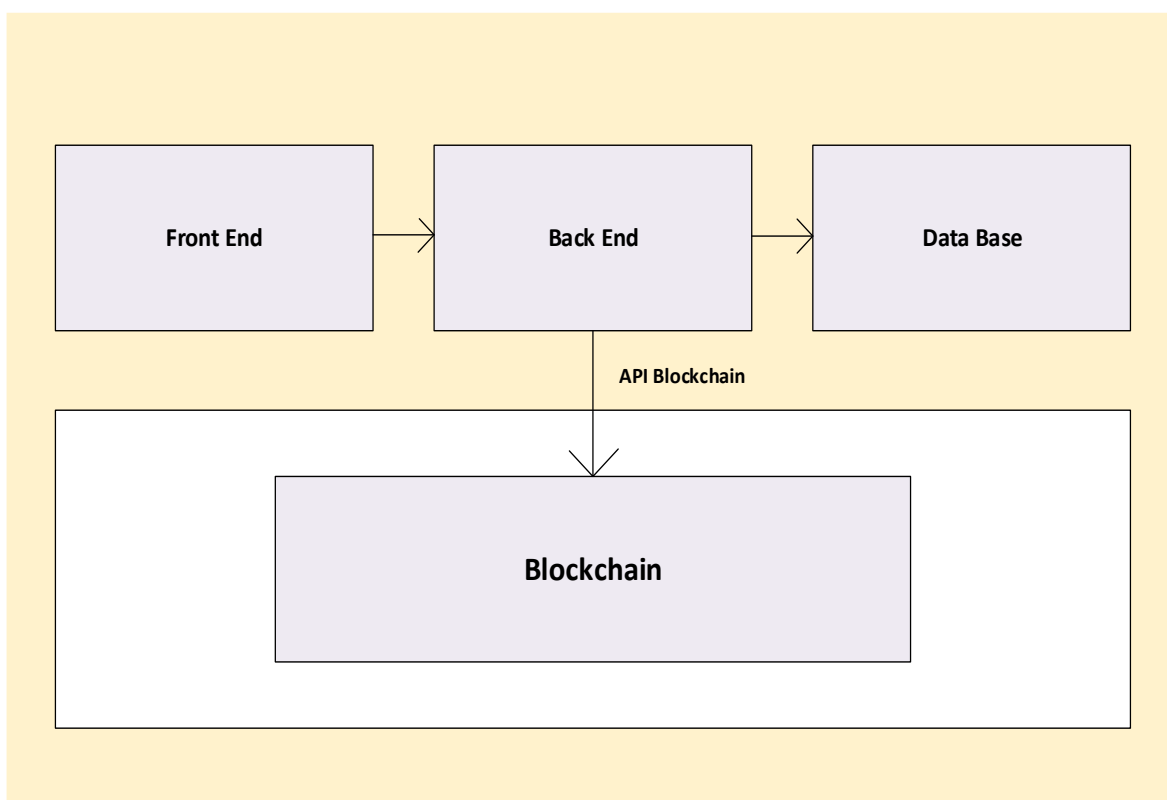


**Figura 16.-** Arquitectura aplicando el blockchain hyperledger Indy. Elaborado por autor

Una vez explicado los diferentes casos de uso, así como los diagramas de secuencia se procede a diseñar una arquitectura basada en Hyperledger Indy que permita mejorar la integridad de la información ya que tiene como fin evitar que exista una vulnerabilidad de los datos en los sistemas en los que sea implementado.

Dentro de la arquitectura utilizada lo que se busca es explicar diferentes patrones de secuencia que permitan procesar la identidad de forma centralizada en los datos gestionado por el gobierno donde sin necesidad de usar intermediarios se pueda aplicar una estructura que ofrezca un mejor control mediante certificados digitales o incluso identidades validadas en línea desde cualquier parte de la Word Wide Web.

Cabe mencionar que el diseño general presentado en la imagen anterior muestra la interconexión de datos, así como una seguridad centralizada debido a los controles que son aplicados y se detallan más adelante, otro punto a mencionar es que la estructura actual cuenta con diferentes componentes de aplicación que están basados a un diseño estructurado de programación basado en front end y back end tal como se presenta en la imagen que antecede.



*Figura 17.- Diagramas de secuencia. Elaborado por autor*

La arquitectura presentada en el presente trabajo de investigación se basa a los componentes esenciales de un sistema el mismo se integra con los componentes claves de un sistema donde mediante la integración detallada de varios procesos se puede llegar aplicar la arquitectura Hyperledger Indy tal como se presenta posteriormente por lo que para mejor entendimiento se hace énfasis sobre los componentes presentados y su funcionalidad en el diseño propuesto.

- **Front End:** Permite presentar a los usuarios los datos a través de contenido interactivo por medio de diferentes tecnologías que están disponibles siendo los más comunes actualmente (React, Angular, Bootstrap, PostCSS, entre otros), utilizando con ello un diseño sencillo de elaborar accediendo a información relevante como a la consulta de datos o validación de información ejemplo proceso para el examen de admisión a la universidad (SNNA).
- **Back End:** Es el esqueleto de la programación donde por lo general corre cientos o miles de líneas de códigos en el que se detalla las funcionalidades del sistema ejecutadas en diferentes entornos de programación destacando entre ellos (Python, Ruby, C#, entre otros), por lo general el back end maneja la lógica aplicada en el sitio que consiste en interactuar de forma directamente con la base de datos y el sistema de bloque el cual se desea integrar permitiendo mejoras en cuando a procesos debido a las funcionalidades de hash, cifrado o incluso certificados.
- **Database:** Por lo general almacena la información de los usuarios referente a diferentes atributos definidos previamente en el sistema con el fin de recopilar la mayor cantidad posible de data.
- **Blockchain:** Permite mediante secuencias de bloque permitir la robustez de la información, así como la escalabilidad, privacidad o disponibilidad de los datos.

De esta manera lo que se busca es que existan niveles de seguridad que permitan mejoras no solo en el acceso de la información, sino que también a la forma en la que se procesan los datos en la salud con el fin de permitir confidencialidad o autorización de información que es procesada por parte del personal encargado y el sistema que aloja la información.

Con este esquema se reduce no solo las falencias en cuanto a seguridad existe, sino que también se integran diferentes soluciones que permiten un sistema más tolerante y sobre todo fácil de administrar. Para ello se procede a explicar el diseño propuesto y de qué manera ayuda a mejorar la comunicación existente en el sistema de vacunación en el país, así como también los procesos basados en roles que todo sistema el sistema de vacunación debe tener para facilitar la gestión o administración al personal autorizado en base a criterios definidos a continuación.

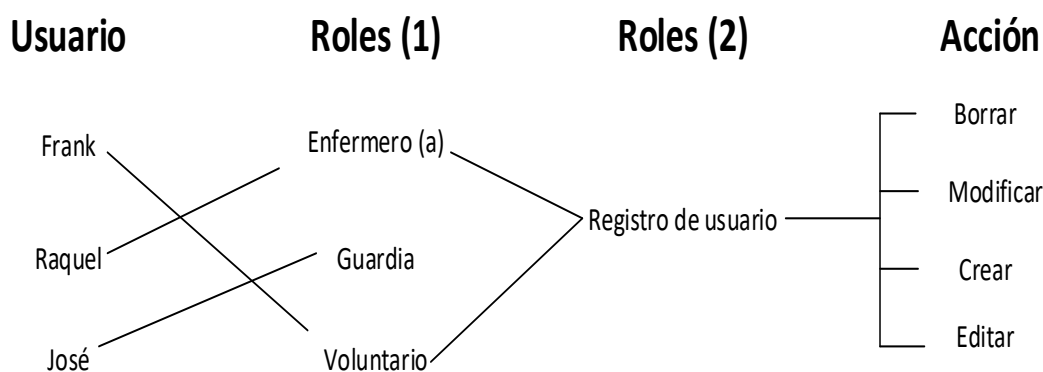
### 3.22 Rol basado en acceso

Es necesario que un usuario registrado en el sistema y encargado de realizar el proceso de vacunación sea el que modifique los datos de los ciudadanos acorde estos realicen su proceso de vacunación en los puntos estratégicos aplicados por el gobierno pero para ello es

necesario que la persona que pasa por el proceso de registro a cada uno de los usuarios tenga acceso al sistema una vez logeado a través del MFA y se le de permisos de SSO en sus inicios de sesión teniendo en cuenta que en base al rol y el tipo de registro que haga podrá realiza ciertas funciones como la modificación, eliminación, creación de campos existentes en el sistema según crea necesario.

Actualmente la información recopilada en la entrevista al personal de salud determino que no existe un sistema estándar que realice el proceso ni tampoco existe un control para el acceso de ciudadanos ya que se manejan credenciales genéricas en todo el proceso para todo usuario que ayude con el proceso de vacunas esto ocasiona que exista una alta manipulación de registros incluso fuga de información sin tener claro cuál de todo el personal ocasiona estos problemas.

Para evitar los problemas mencionados es necesario que se establezcan roles y en base a ello cada institución de salud asigne mediante niveles el uso de permisos para la alteración o agregación de datos donde se propone se trate de usar credenciales a la hora de la autenticación basadas en doble factor aplicados en el diseño propuesto con el fin de proteger a los datos alojados en el sistema, para mejor explicación se explica la asignación de permisos en base a roles.



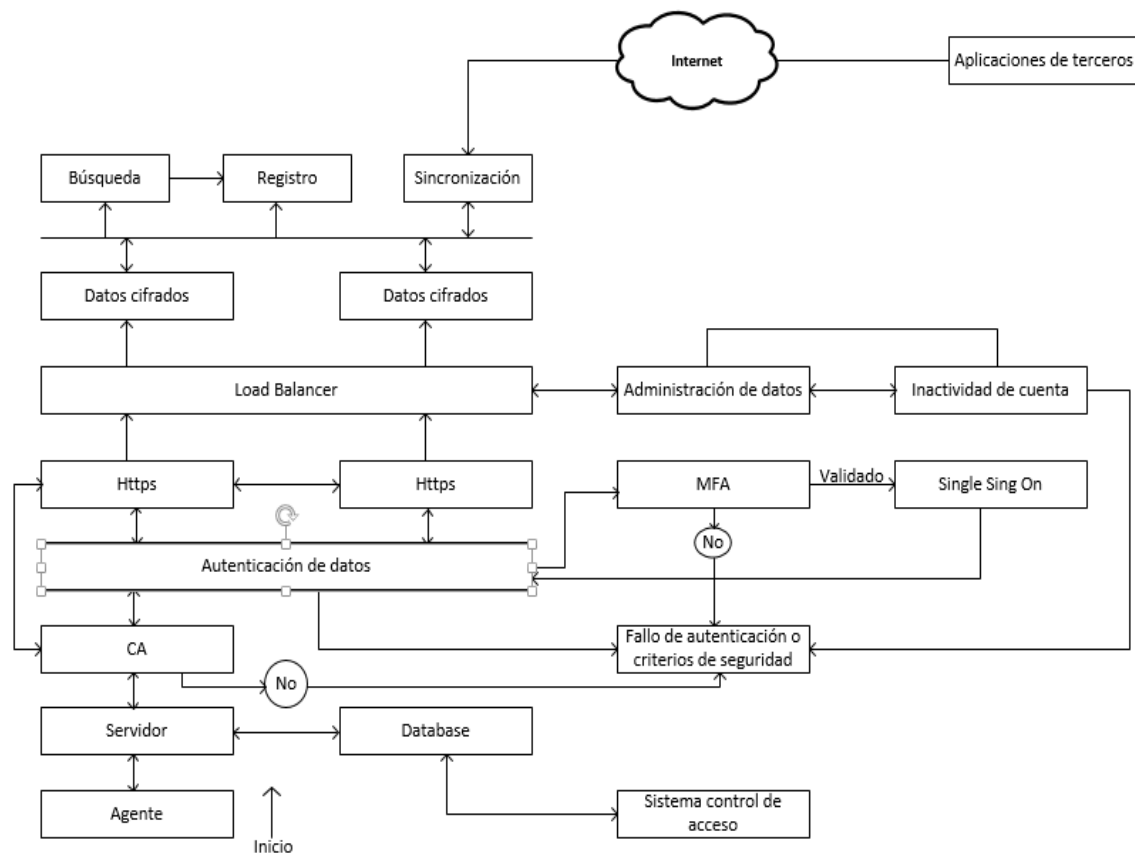
**Figura 18.-** Diseño de roles basado en el acceso. Elaborado por autor

### 3.23 Diseño de blockchain propuesto aplicando Hyperledger Indy

Como se presenta en la imagen anterior se tiene el diseño estructurado a ser utilizado para el sistema de vacunación actual el cual pueda permitir el registro correcto de los datos. La cadena de bloque presentada mediante la arquitectura Hyperledger Indy cuenta con varias etapas que son administradas a la hora de realizar el proceso de registro de usuarios y con ello mejora de seguridad donde para mayor detalle se explica el funcionamiento de la

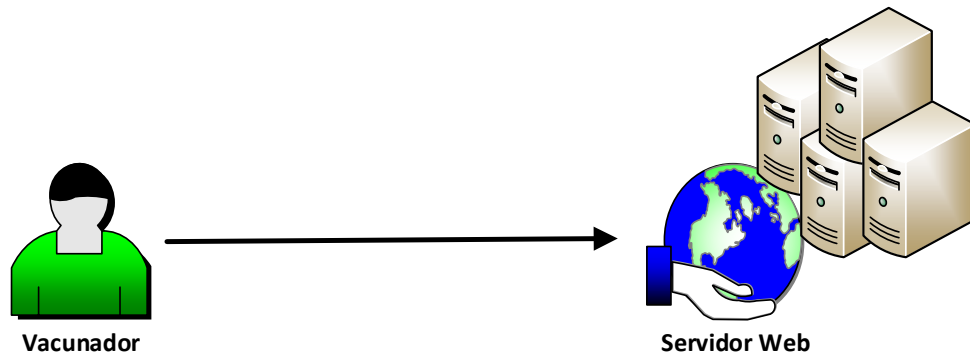


arquitectura actual en cada una de sus etapas, así como la construcción del esquema final para mayor entendimiento del sistema.



*Figura 19.- Diseño de blockchain. Elaborado por autor*

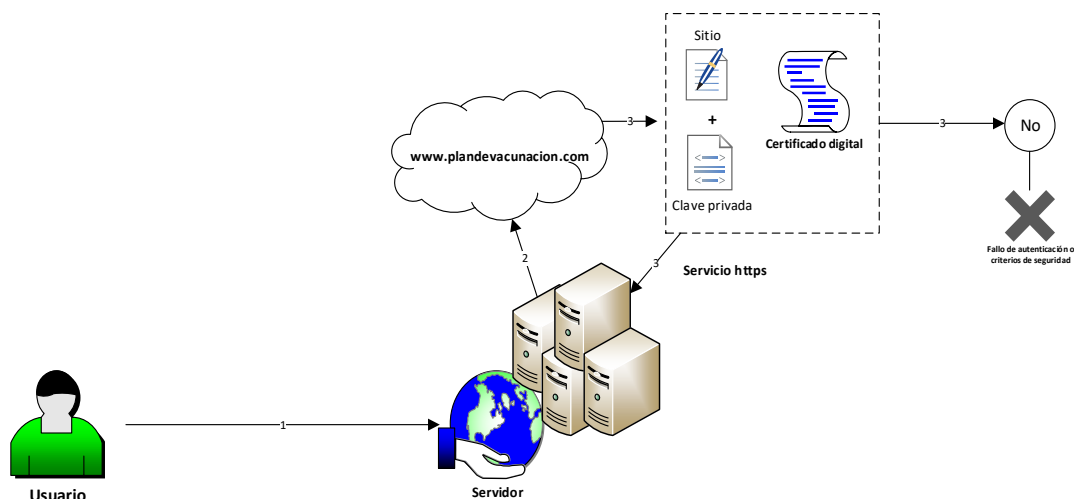
- **Agente:** Es el primer paso a la hora de poder realizar el proceso de registro de usuarios donde un usuario encargado del registro de datos de los ciudadanos tendrá acceso al sistema y con ello podrá completar los campos que considere necesario para el proceso que se gestiona siempre y cuando se encuentre autenticado contra la base de datos en el que se permita mediante atributos realizar modificaciones tal como se explicó en la etapa de roles de usuarios, caso contrario no se podrá avanzar al respecto.
- Para ello el usuario necesita tener un agente conocido como programa que cuente con acceso a Internet para validar la conexión con el servidor localizado remotamente y con ello de forma interna se pueda hacer el proceso de autenticación tal como se detalla a continuación:



*Figura 20. Proceso de conexión con el servidor. Elaborado por autor*

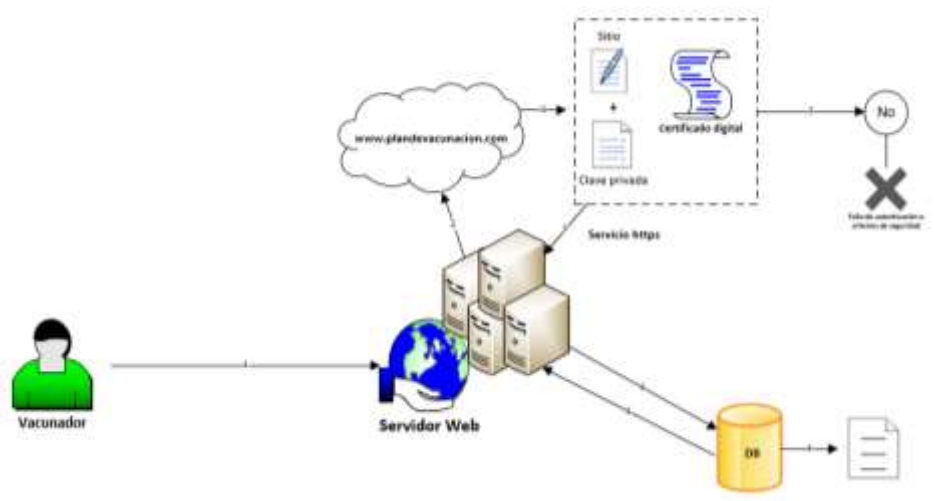
- **Servidor:** Es el front end que recibe las peticiones y por lo general está ubicado de forma centralizada en un punto en específico, pero con varios equipos de contingencia para evitar cualquier problema de disponibilidad, así como permitir que mediante zonas o ubicación se conecte al cliente y así pueda tener menos tiempos de respuesta en cuanto a conexión aumentando mejoras en la comunicación por lo general el servidor se encargará de validar dentro de la arquitectura actual que el sitio sea de confianza mediante la integración de los certificados digitales impregnados en el diseño presentado que por lo general son gestionados por las autoridades certificadoras conocidas comúnmente como CA.
- **CA:** Es la primera autenticación que el usuario va a tener contra el servidor a la hora de realizar una navegación donde lo que se busca es que antes de realizar el proceso de navegación exista una conexión segura a la página a la que se quiere acceder y así evitar cualquier tipo de filtración de datos mediante sniffer.

Al hacer uso de las CA (Autoridades Certificadoras) automáticamente se genera un proceso de cifrado asimétrico donde mediante una clave privada se valida el sitio al que se quiere acceder de no cumplirse el acceso al sitio a través del protocolo seguro a través del socket conocido como Secure Socket Layer donde el proceso de conexión no se podrá ejecutar.



*Figura 21. Diseño de Autenticación de datos. Elaborado por autor*

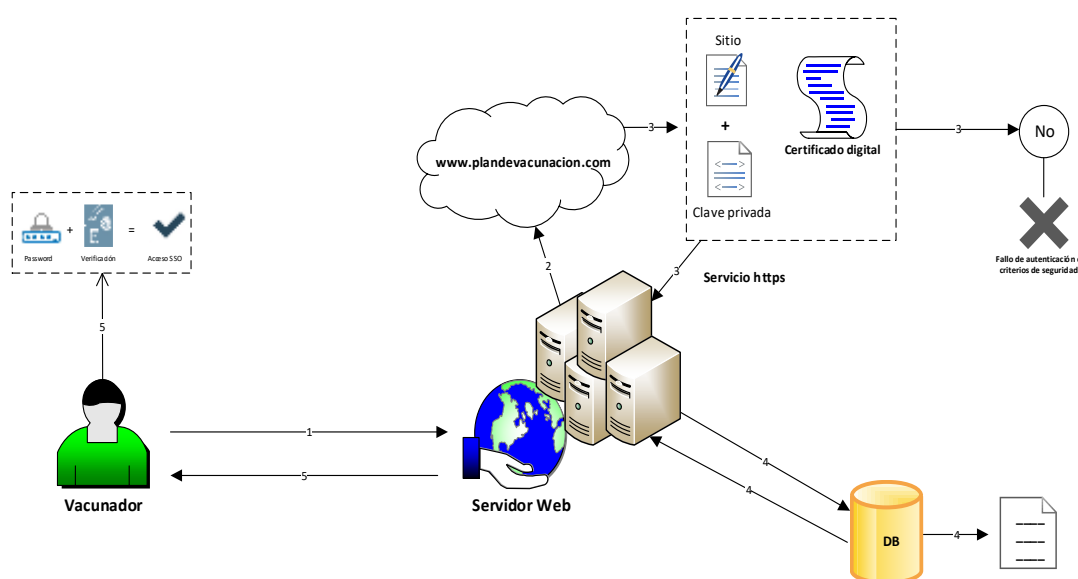
- **Database:** Es la autenticación que internamente el diseño va a validar contra el motor de base de datos concatenado al sistema con el fin de saber si el usuario que está siendo logoneado existe y con ello pueda continuar con el proceso de autenticación donde si el usuario no se encuentra en el sistema automáticamente el proceso no le permitirá avanzar por lo que se protege la alteración de información de usuarios no legales.



*Figura 22. Proceso de conexión con la base de datos y página web. Elaborado por autor*

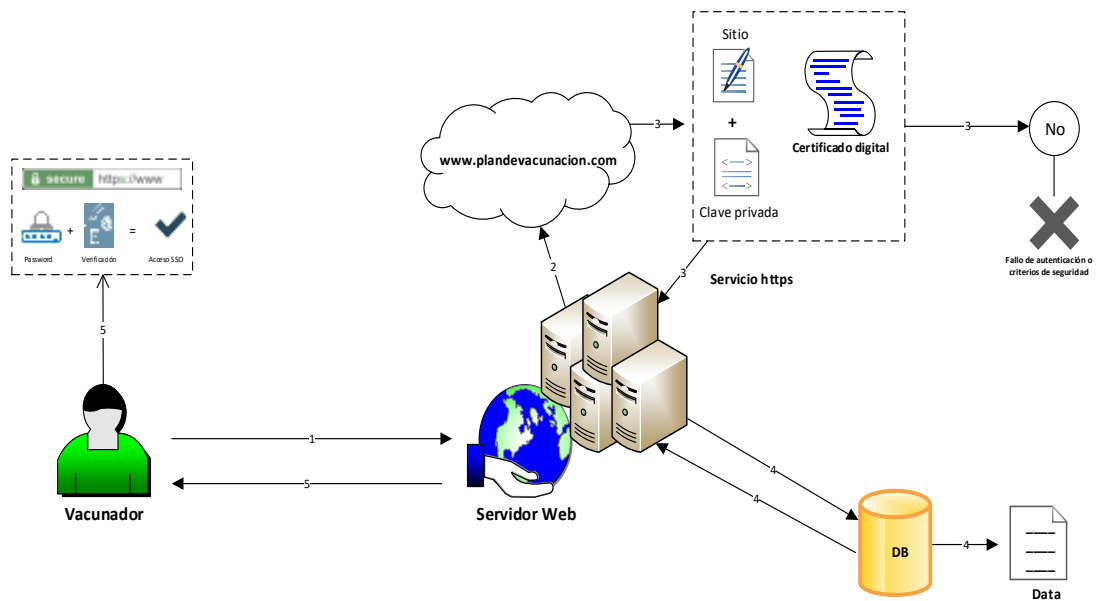
- **Autenticación:** Una vez el usuario sea validado por la base de dato el siguiente paso dentro del sistema propuesto consiste en evitar problemas de falsificación de identidad al querer ingresar al sistema donde para ello mediante la arquitectura Hyperledger Indy permite hacer la integración de sistemas para proteger la información la información siendo el MFA y el SSO los procesos de seguridad en el sistema de salud.

- **MFA:** Es el proceso en el que se valida que el usuario es ser quien dice tener acceso al sistema y para ello en la fase de autenticación como protección de los datos, el usuario deberá realizar el proceso que se solicite el cual puede variar acorde a información previamente registrada por parte del gobierno en el que para cuestión de diseño el proceso de MFA a realizar se llevará a cabo en base a un token que será generado a través de su número de cédula y concatenado con los datos de su huella dactilar al correo permitiendo saber si el usuario puede acceder a esa información y una vez validada se aplique el proceso de SSO.
- **SSO:** Si el usuario es autenticado mediante los dos factores mencionados en el MFA automáticamente con el single sign on podrá tener acceso a todo el sistema con solo haber iniciado sesión una sola vez con el fin de reducir el procesamiento en cuanto a la arquitectura mencionada y así tener mejor interoperabilidad con el usuario, cabe mencionar que el SSO solo es aplicado solo si la autenticación de dos factores detallada en el paso anterior es correcta de no ser el usuario validado en esta etapa del diseño en cuanto a su validación de datos automáticamente el proceso se cerrará y se deberá repetir desde la validación al servidor web.



*Figura 23. Proceso de cifrado. Elaborado por autor*

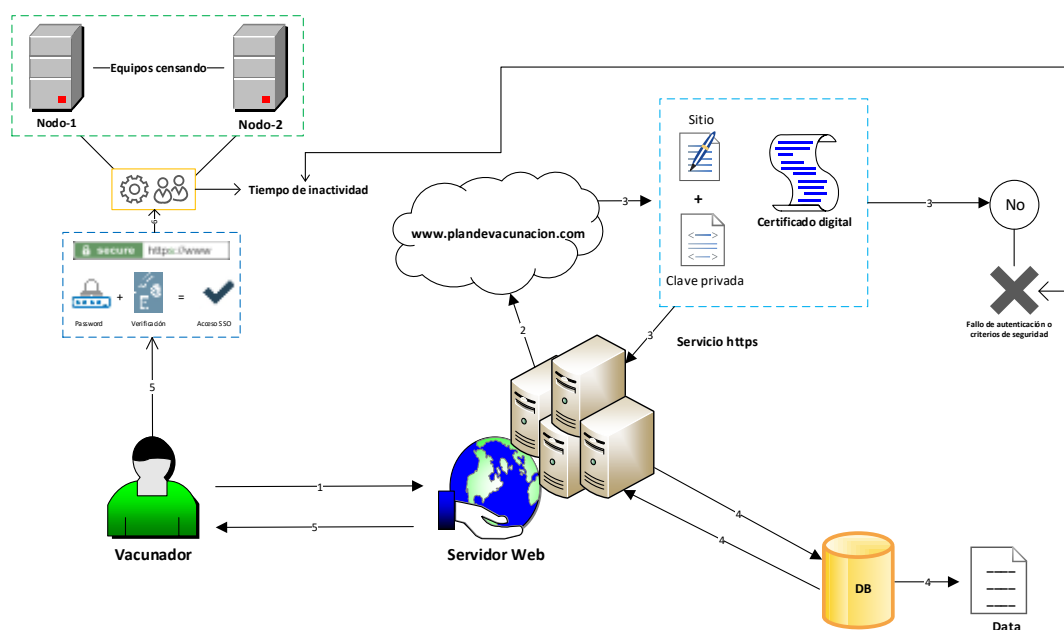
- **Https:** Mecanismo de cifrado que permite tener la seguridad de los procesos mediante certificados digitales en el sitio siendo que este sea 100% seguro como se estableció en el CA del diseño propuesto en el presente trabajo de investigación.



*Figura 24. Proceso de conexión con la base de datos y página web. Elaborado por autor*

- **Load Balancer:** Debido a la importancia que los datos tienen y la severidad con la que el sistema debe funcionar es necesario dentro del sistema propuesto definir diferentes nodos que permitan aplicar HA (Alta disponibilidad) en el diseño actual permitiendo así tener redundancia donde si en un nodo llegase a fallar existe hardware que cuenta con el mismo funcionamiento permitiendo tener datos de respaldo en tiempo real.

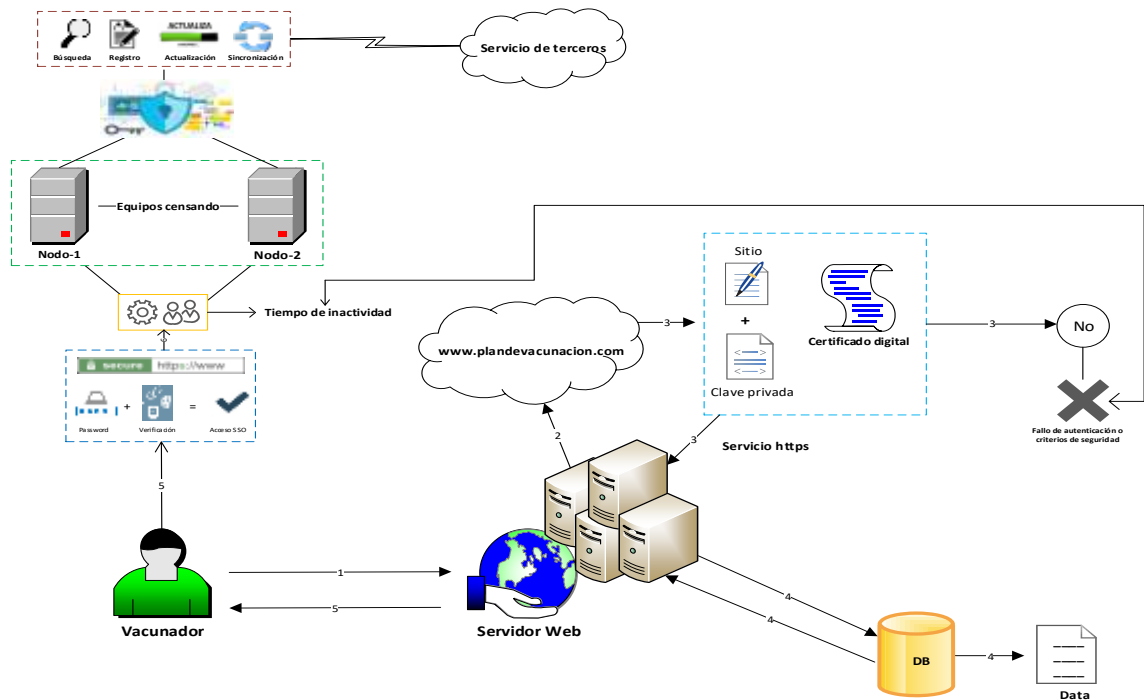
Otro punto importante a mencionar es que al estar sincronizados los nodos automáticamente la información podrá ser desplegada entre ellos permitiendo así mejoras en cuanto al sistema de fallar un nodo.



*Figura 25. Validación de datos. Elaborado por autor*

Una vez que los servidores están en HA el usuario puede comenzar a validar y realizar la administración que necesite donde un factor importante a mencionar es que por temas de seguridad y problemas con la filtración o modificación de datos se estableció un periodo de inactividad que le indica al usuario so después de cierto tiempo no existe movimiento dentro de la plataforma se procederá a cerrar los datos enviándole un mensaje de error de sesión hasta que el usuario nuevamente ingrese, con este tipo de mecanismo de seguridad se busca que exista los cambios accidentales o por malos acuerdos de terceros a la empresa.

- **Datos cifrados:** En este punto el usuario logeado en el sistema podrá ver la información de un ciudadano en específico donde la información de los demás usuarios permanecerá oculta en base a bloques hash debido a que son métodos de un solo cifrado es decir que no puede ser alterado debido a que el dato varía y es fácil entender si se ha afectado la información otro punto a mencionar es que dentro del diseño cuando un usuario encargado de realizar los procesos de registro deberá terminar el dato actual que tiene para poder acceder a otro con el fin de mantener información estructurada con el diseño presentado en este punto solo el usuario que tiene acceso al sistema es aquel que puede generar cambios debido a la autenticación y fase de comprobación de datos previamente realizado, un punto a mencionar que una vez se tiene acceso a los datos el usuario que hizo el registro puede realizar diferentes funciones como pueden ser:
  - Realizar búsquedas de información específicas de un ciudadano
  - Permitir registrar información adicional o nueva que no se encuentre detallada en el sistema de vacunación actual
  - Sincronizar los datos que tiene con los datos de sistemas de terceros y con ello validar gran parte de la información suministrada a la hora de validar o hacer los registros.

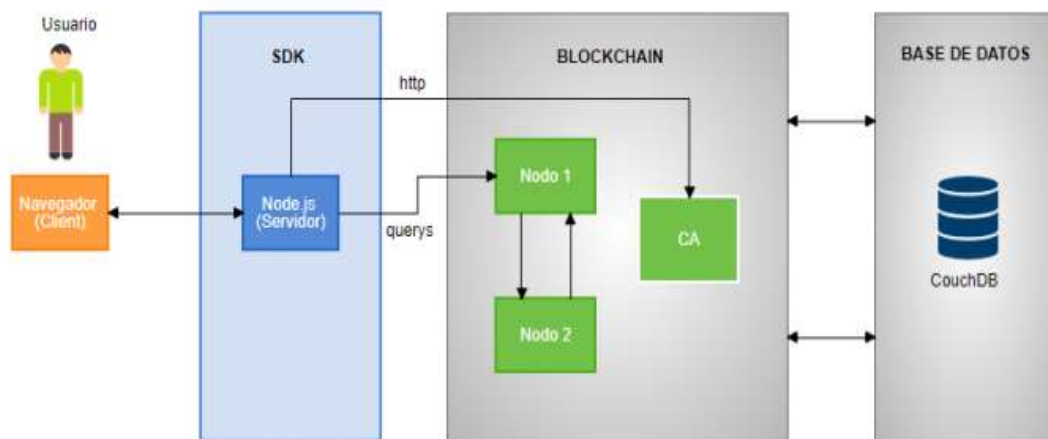


**Figura 26.** *Diseño completo de los datos procesados. Elaborado por autor*

Un punto a mencionar en cuanto a diseño se refiere es que los datos que son procesados o alterados por lo general tienen un nivel crítico en cuanto a protección debido a que solo la persona que haya podido pasar todos los procesos detallados en el diseño de bloque presentado tendrá la opción de modificar o realizar consultas a los sistemas que alojan a la información de los diferentes ciudadanos.

Cabe recalcar que al aplicar la arquitectura Hyperledger Indy en el diseño propuesto lo que se hace es llevar una cadena de hash en función de cada proceso que se va realizando y con ello ir las almacenando como datos concatenados o previos haciendo que a medida que avance la cadena se vuelva más larga donde de llegar a ver un dato que no corresponde automáticamente el hash o código de comprobación cambiará y se deberá volver a realizar el proceso mencionado así se logra que alguien que no maneje la información pero que busque ingresar al no tener todo los datos del usuario no pueda continuar teniendo que volver a repetir el mecanismo seguro aplicado en el sistema o registro de vacunación.

### 3.24 Consulta de información de datos aplicando blockchain



**Figura 27.** Esquema de consulta de información de datos. Elaborado por autor

Para la fase de búsqueda de datos es necesario determinar cuál es el proceso que el usuario o ciudadano debe realizar a la hora de realizar la búsqueda de información en el sistema esto con el fin de saber si funciona y as su vez aplicar mecanismos o bloques de datos, del mismo modo se debe tener en cuenta que los usuarios necesitan pasar por un proceso validación al igual que el diseño propuesto con el fin de garantizar que los datos sean correctos.

Del mismo modo los procesos con los que el usuario va a interactuar a la hora de validar la integridad de sus datos son:

- **Servidor:** Es la aplicación que se encuentra visualizada vía web donde el ciudadano va a poder validar sus datos teniendo en cuenta que antes de realizar la consulta se debe procesar un CA el cual garantiza que el sitio que accede es seguro y no hay problema de filtración de datos
  - **CA:** Autoridad certificadora que se encarga de validar que el sitio al que se accede sea seguro mediante la firma digital a través del proceso de cifrado asimétrico con ello se reducen afectaciones o robo de información e incluso la inalteración de los datos.
- **Nodos o Load Balancer:** Son aquellos componentes que están por detrás del sistema que lo que buscan es sincronizar su información y así tener redundancia de datos aplicando disponibilidad a la información mediante cifrado de información según la arquitectura que se aplica dónde para el presente trabajo es la Hyperledger Indy.
- **Base de datos:** El usuario podrá validar mediante la consulta al motor de base de datos que se aplique si sus datos existen o no

Una vez propuesto el esquema de blockchain que permita integrar los datos de forma segura del sistema de vacunación actual es necesario determinar cuáles son las mejoras que el sistema aplica a diferencia del modelo tradicional que es utilizado hoy en día para realizar



la fase de vacunación en el país donde se debe esclarecer ciertas variables de comparación con el fin de saber que tan factible es aplicar el modelo Hyperledger al modelo actual manejado por el gobierno.

### 3.25 Factibilidad del modelo planteado vs el anterior

El modelo anterior se ha utilizado desde unos meses después que empezó la pandemia hasta la actualidad, pero ha tenido muchas falencias, pérdidas y caídas de página por el aumento de personas registradas, entre otros. Por la cual ya han existido quejas y hasta demandas por parte de los usuarios, además también han existido quejas de las mismas personas que registran a las personas por el mal uso de la plataforma y sus claves. En cambio, el modelo planteado que es el blockchain ha tenido respuestas positivas desde que empezó con el bitcoin y se ha destacado por ser una de las páginas más seguras y con difícil hackeo por sus códigos en cada hash.

Es decir que utilizar el modelo planteado en esta tesis sería la mejor forma de poder continuar con el sistema de vacunación ya que no solo cuenta con una muy buena forma de agilizar registro sino también con otras plataformas como Hyperledger indy que ayudarán a obtener mayor seguridad en todo momento.

### 3.26 Características de los modelos

Sistema del ministerio de salud	Hyperlegder indy (Blockchain)
Pérdida de información	Seguridad en todos los datos por medio de cadena de bloques.
Ausencia de base de datos para el registro de usuarios	Obtención de datos a través de protocolos de transferencia de datos seguros
Procesos de búsqueda y registro lentos u obsoletos	Administra y crea criptomonedas según la arquitectura del diseño lo permita
Poca seguridad de información	Permite la interoperabilidad para que cada red Blockchain se pueda comunicar entre sí
Inconvenientes al momento de realizar mejoras al diseño	Garantiza medidas de seguridad mejoradas en la arquitectura del diseño de la red para resistir ataques en línea o DoS

Poca o nula escalabilidad en los procesos internos del diseño	Es implementado en servicios e instituciones financieras por su plataforma extremadamente segura
---	--

---

*Tabla 4. Esquema de consulta de información de datos*

---

### 3.27 Análisis de resultados

El sistema Blockchain propuesto se basa en el modelo Hyperledger Indy brindando bloques o niveles de seguridad a los servidores públicos que llevan el control de registros de los usuarios vacunados y por vacunarse, ya que en el sistema anterior se realizaba todo el ingreso de datos de forma manual y gracias a este modelo se agregan diferentes mecanismo de seguridad de datos más robustos como cadenas de bloques, certificados digitales que validen el usuario y una vez que se verifiquen los datos podrán tener acceso a la información la cual estará encriptada desde la cabecera del paquete de datos lo cual es un factor fundamental ya que no va a poder ser alterada por terceras personas, es decir que si se modifica al menos una letra del mensaje automáticamente se cambia el código de encriptación que tiene el usuario haciendo que el sistema actual reconozca que existe algún tipo de alteración de datos demostrando que existen diferentes niveles de seguridad que son aplicados en base al diagrama.

Como se mencionó con anterioridad uno de los problemas del sistema anterior era el registro manual de los usuarios, a su vez no había un servidor centralizado para el almacenamiento de datos, los datos no estaban encriptados asumiendo el riesgo de que pueda existir un filtrado de información sensible, no existía un control eficiente en el manejo de la información ya que cualquier persona podía tener acceso a los datos y alterarlos.

Otro problema común que existía en el sistema anterior era que no se validaba la identidad del usuario que se iba a vacunar en los registros del sistema, existiendo choques en los ficheros, es decir, no se verificaba que la persona que se iba a vacunar era realmente la persona que dice ser ocasionando malestar en los usuarios ya que no podían continuar con el proceso de vacunación.

Por ende, en el sistema propuesto que es el Hyperledger Indy se fueron mejorando progresivamente cada uno de los problemas que existían originalmente, empezando por la alteración de los datos en la cual para evitar eso se creó mediante una validación de usuario un perfil el cual contenga específicamente los permisos para modificar la información los cuales serán concedidos por un usuario administrador a través de roles, es decir,

dependiendo del rol designado el servidor público accederá al sistema, se validará y si tiene acceso automáticamente será el único que podrá modificar los datos.

Otro aspecto que se mejoró fueron los mecanismos de seguridad ya que no se tenía una página segura en la cual se puedan ingresar los datos, todo se manejaba en base a Excel, por lo que a través del método actual los datos ingresados se subirán a un sistema el cual tendrá varios niveles de defensa, uno de ellos será un certificado digital SSL identificando que la página es segura, también tendrá un factor de doble autenticación que a través de mensajes push se validará la identificación del usuario que quiere acceder al sistema, a su vez también tendrá bloques o mecanismos de seguridad que encriptaran la data en caso de que un usuario quiera ingresar y no tenga los permisos, también se introdujo el autobloqueo que se lo conoce como tiempo de inactividad, el cual detectará si el usuario esta interactuando con el sistema caso contrario en un aproximado de 10 segundos automáticamente se bloqueará el sistema obligando a que vuelva a ingresar sus credenciales de acceso.

Cabe recalcar que se aplicó el modelo Hyperledger Indy ya que es un sistema de autenticación muy utilizado en las entidades bancarias, a su vez tiene una amplia relación con todo lo que tiene que ver en el ámbito de la salud y hace haya seguridad de la información, mecanismos de encriptación de datos para que la información se mantenga segura. Por lo que gracias a este modelo se obtendrá un sistema más robusto, más eficiente y que se tengan mejores mecanismos de seguridad.

El modelo planteado ha cubierto las falencias en cuanto a la implementación de varios usuarios y contraseñas ya que, al tener una base de datos amplia e integrada con otras, se podrá agregar varios usuarios a la vez sin inconvenientes.

Otro punto a tener en cuenta es que en el anterior sistema se ingresaba un usuario al sistema pero no se validaba correctamente, en el sistema actual ya no sucederá eso ya que se tendrá una integración con terceros, es decir, la base de datos estará sincronizada con las del Registro Civil y el Consejo Nacional Electoral (CNE) agilizando los procesos de registro y validando los datos de manera eficaz e inmediata permitiendo al usuario proseguir con el proceso de vacunación sin ningún inconveniente.

Gracias a eso se pudo parchar el inconveniente donde los usuarios finales no podían ver su certificado de vacunación, ya que con el sistema propuesto simplemente accederán a la página web la cual indicará que tiene un certificado SSL, ingresan sus datos y revisan si constan en el sistema.

Como solución a todo aquello antes planteado se dado a relucir el diseño y demás información de una plataforma en la que cubre todo lo que se requiere para brindar un

excelente servicio hacia los usuarios y los servidores públicos, por medio de esta plataforma se reducirán quejas, críticas y problemas del sistema con la finalidad de obtener mejores resultados en el sistema de salud.

El registro ilegítimo de usuarios en el sistema conlleva a que se suministre de mala manera las dosis en los recintos de vacunación.

### **3.28 Comprobación de la hipótesis**

No se cumplió debido que el diseño que se realizó busca garantizar la seguridad en cuanto a la no mitigación de datos, pero no al registro ilegítimo de usuarios en el sistema a nivel del país.

### **3.29 Conclusiones**

- Actualmente el sistema de vacunación cuenta con dificultades en su sistema por lo que mantiene en incertidumbre a los usuarios y a los servidores públicos causando así problemas con el registro, demoras al momento de la atención y hasta se han generado demandas de parte de los usuarios dando como resultado contratiempos en la agilidad de las personas que aspiran vacunarse, empleando como alternativa segura el sistema Blockchain.
- Este sistema funciona utilizando un software de seguridad Blockchain basado en el modelo Hyperledger Indy, el cual opera mediante cadenas de bloques contribuyendo en el resguardo de la información del sistema de vacunación mediante códigos y mensajes encriptados para mantener un alto grado de seguridad en los datos que registrados.
- Gracias a este diseño se podrá gozar de los beneficios que brinda este sistema de seguridad tales como la agilidad al momento de manejar el sistema, fácil acceso a datos antiguos, garantizar medidas de seguridad, validar el acceso del usuario proveyendo identidades digitales arraigadas en la cadena de bloques y una amplia base de datos para registrar información adicional o más detallada.
- En el presente diseño se implementó un sistema el cual ofrece niveles de seguridad a los servidores públicos con la implementación del factor de doble autenticación, tiempo de inactividad y una integración con terceros permitiendo que los servidores públicos ingresen la información de los registros de manera segura y manteniendo una conexión ininterrumpida con la base de datos.

- Debido a la existencia de registros falaces en el sistema de vacunación del Ministerio de Salud Pública y una mala distribución de dosis se implementó un sistema blockchain que alcanzará una mejoría al momento de suministrar las vacunas en los diferentes recintos, ya que a través del mismo se puede llevar a cabo un mejor control en el registro lícito de los usuarios al sistema y una eficiente contabilización de vacunas enviadas, recibidas y faltantes, aportando una mejoría considerable en el proceso de verificación, distribución y disposición de las vacunas.

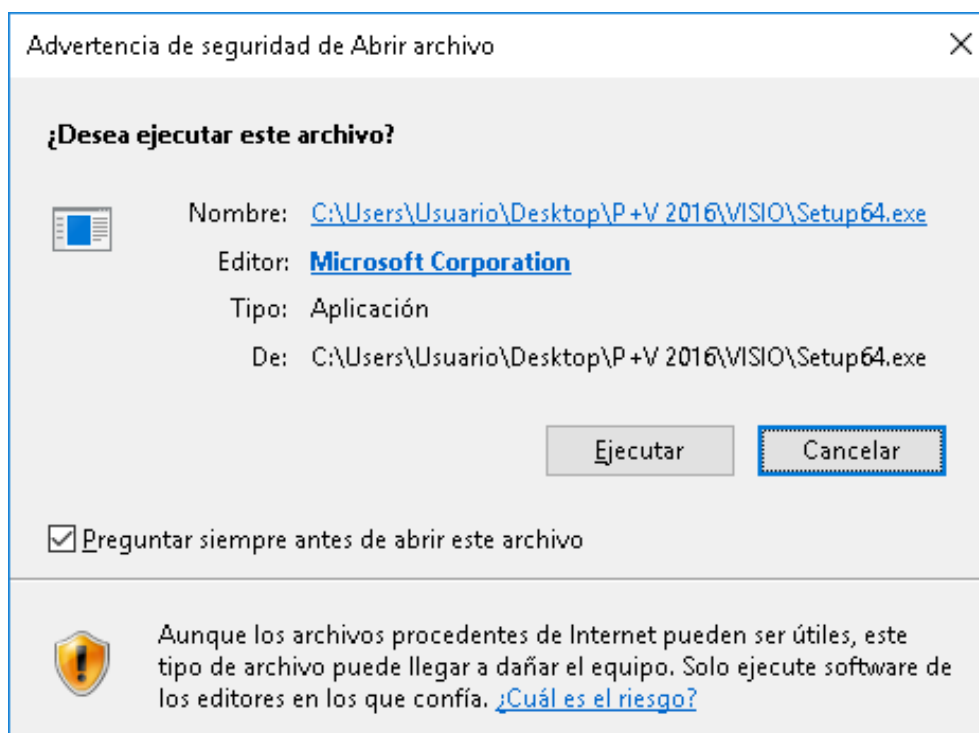
### **3.30 Recomendaciones**

- Se recomienda la sustitución inmediata del sistema para posteriormente llevar un mejor control con todo el proceso de vacunación, con la finalidad de que el proceso continúe más ágilmente y sin falla alguna, demostrando que el Blockchain contiene un alto nivel de efectividad y verificando su validez al momento de su empezar su aplicación, revolucionando la forma de transmitir y procesar la información.
- Realizar una aplicación móvil por la cual los nodos centrales para que puedan mantenerse conectados para verificar los resultados de cada ciudad en donde existan puntos de vacunación.
- Se recomienda agregar un programa de Excel para generar datos estadísticos sin necesidad de enviar un dato al otro para crear los gráficos.
- Investigar más a fondo otros frameworks en los que puedan ayudar a seguir innovando el sistema de vacunación.
- Motivar a la comunidad de la misma área de salud u otras organizaciones a trabajar con otras aplicaciones innovadoras para así, poder contribuir con el desarrollo del país

# ANEXOS

## Anexo

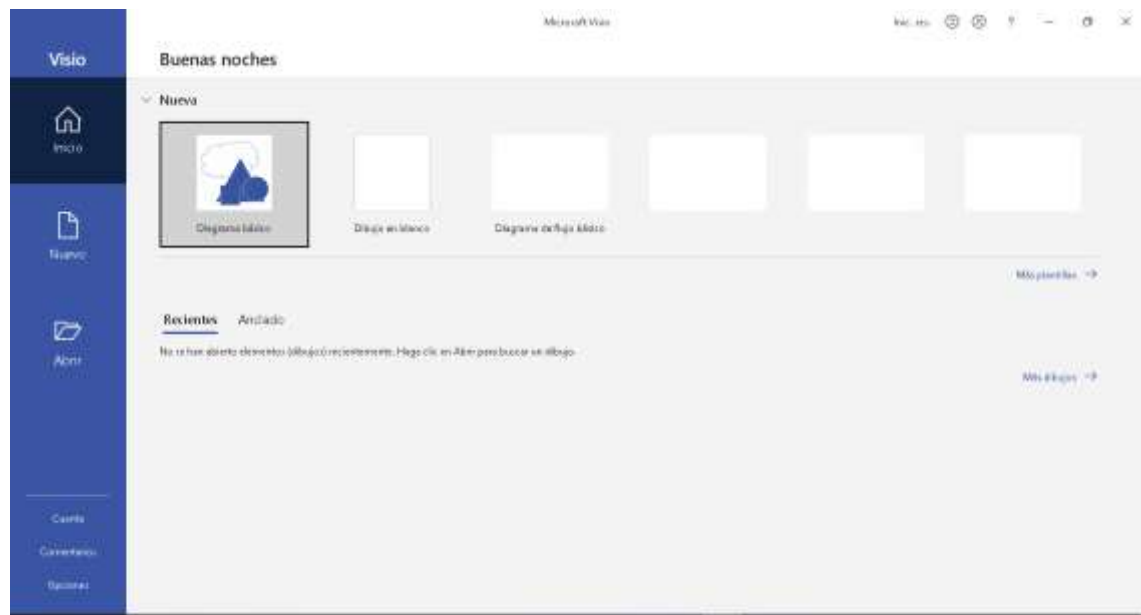
### Proceso de instalación de Visio



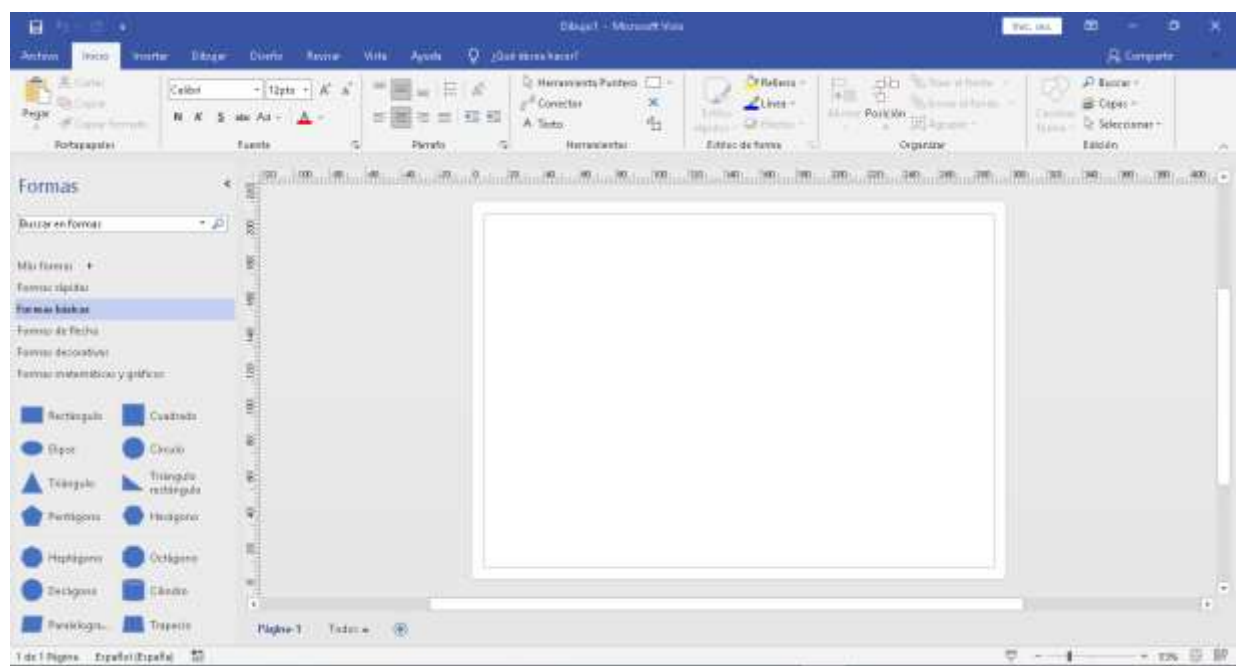
**Figura 28.** Ventana emergente para la ejecución del programa Visio. Elaborado por autor



**Figura 29.** preámbulo de office. Elaborado por autor



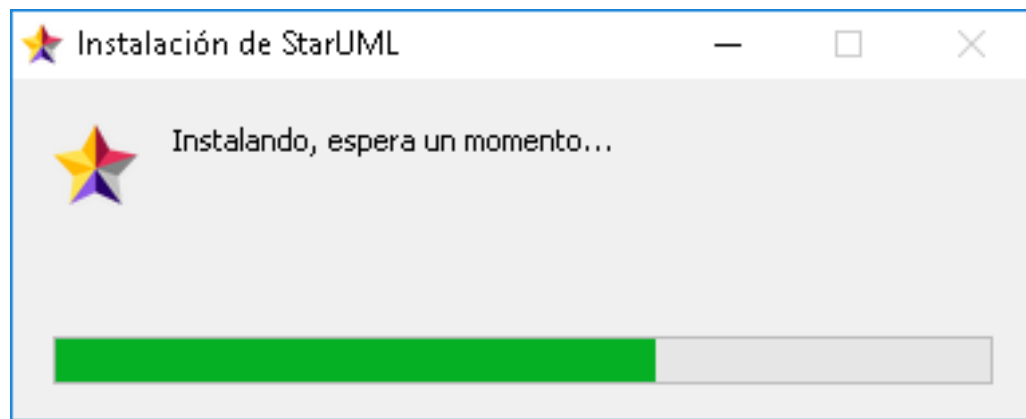
*Figura 30. Ventana de inicio de Visio. Elaborado por autor*



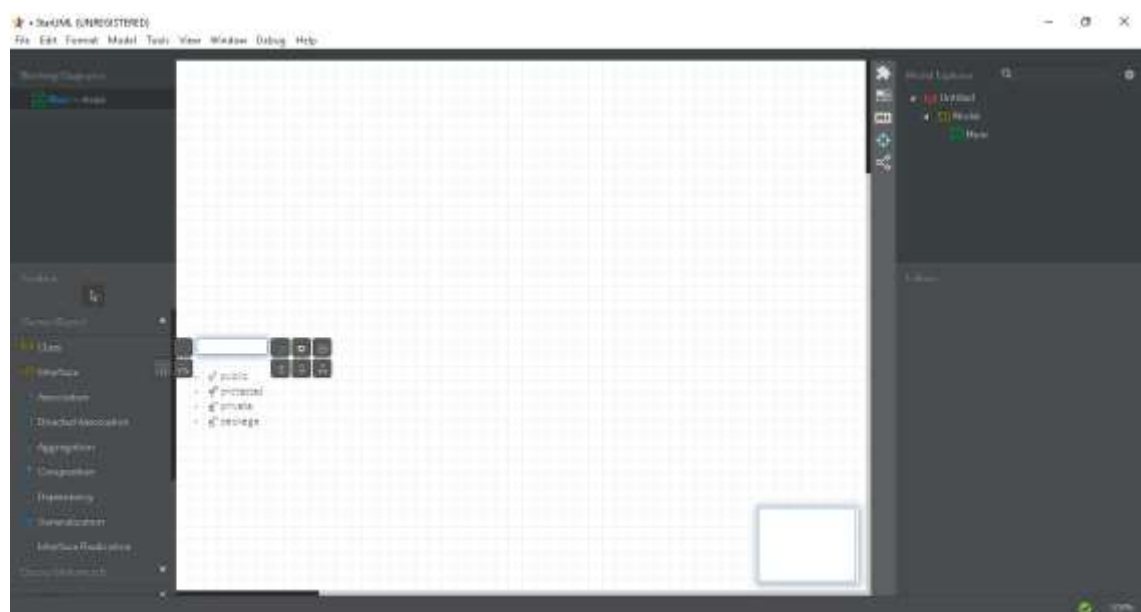
*Figura 31. Interfaz de Visio. Elaborado por autor*

## Proceso de instalación de StarUML





*Figura 32. Ventana emergente de la instalación. Elaborado por autor*



*Figura 33. Ventana del programa StaUML. Elaborado por autor*

## Proceso de elaboración de los diagramas

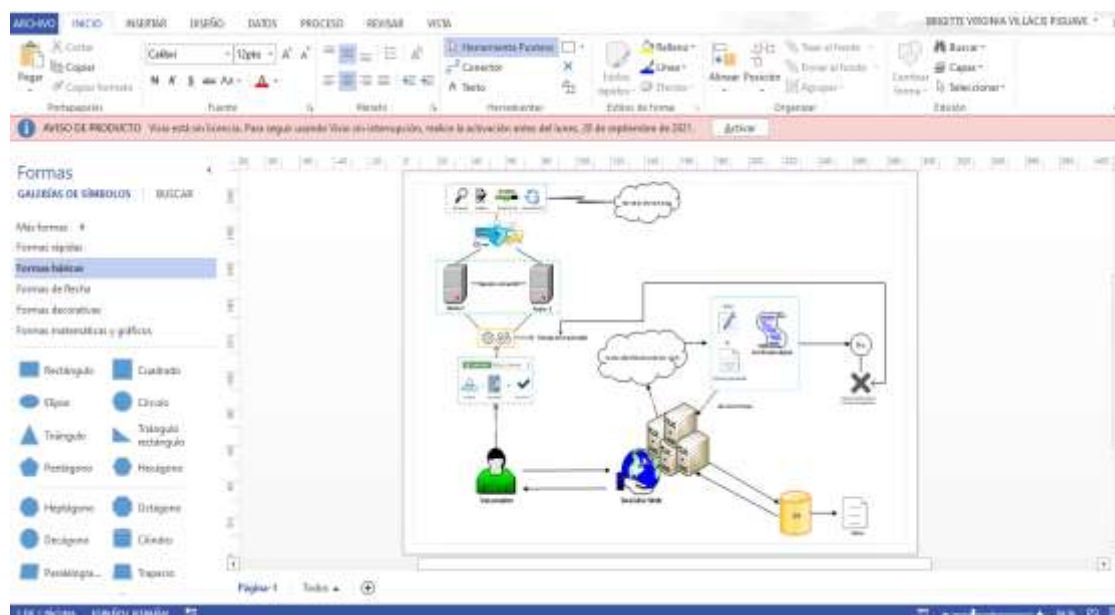


Figura 34. Elaboración del sistema de blockchain. Elaborado por autor

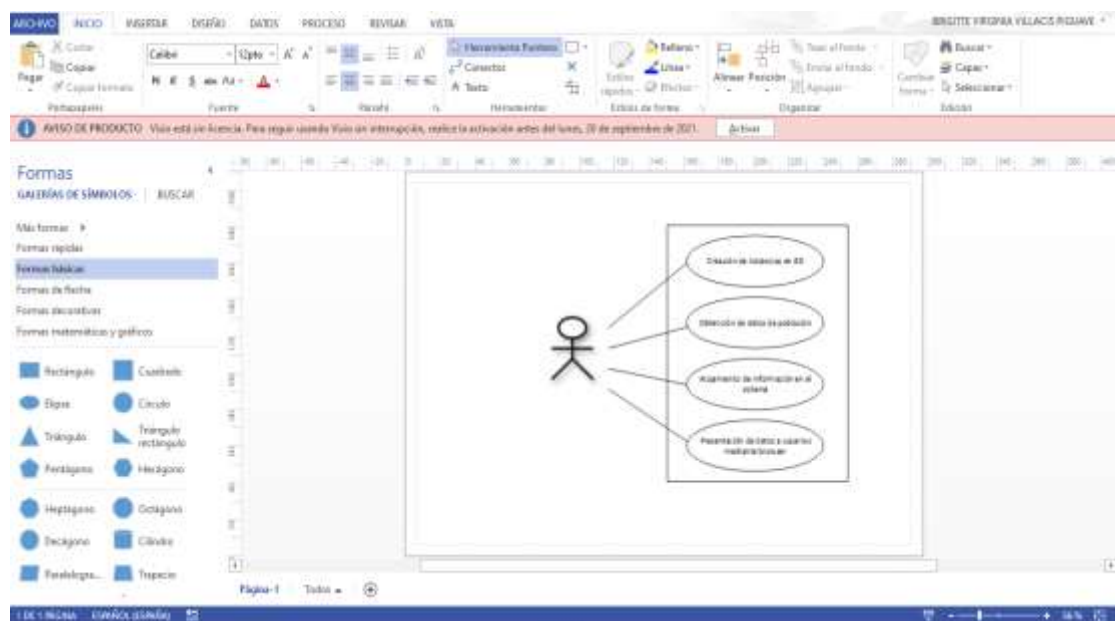


Figura 35. Elaboración los casos de uso. Elaborado por autor

## Bibliografía

- Abigail, O. (12 de mayo de 2021). *Statista 2021*. Obtenido de es.statista.com:  
<https://es.statista.com/estadisticas/1104227/numero-acumulado-de-casos-de-coronavirus-covid-19-en-el-mundo-enero-marzo/>
- Aiyer, S. (2021). Innovaciones en blockchain para generar un gran impacto social. *Open Mind*.
- Alkudmani, F. (2019). *Quora*. Obtenido de <https://es.quora.com/Qu%C3%A9-es-Multichain-o-Multicadena>
- Anton Hasselgreen, K. K. (s.f.). *Science Direct*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S138650561930526X>
- Choez, V. J. (16 de junio de 2020). *Universidad de Especialidades Espíritu Santo*. Obtenido de [http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/3202/1/Paper\\_Cuadros%20Victor%20%282%29.pdf](http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/3202/1/Paper_Cuadros%20Victor%20%282%29.pdf)
- David Lizcano Casas, J. A. (2019). *Aproximación basada en blockchain para crear un modelo de confianza en la enseñanza superior abierta y ubicua*. Obtenido de <file:///C:/Users/AD/Downloads/Dialnet-AproximacionBasadaEnBlockchainParaCrearUnModeloDeC-6936265.pdf>
- El Universo. (26 de marzo de 2021). *2021 C.A. EL UNIVERSO*. Obtenido de [www.eluniverso.com](http://www.eluniverso.com): <https://www.eluniverso.com/noticias/informes/plan-de-vacunacion-contra-el-covid-19-tiene-fallas-en-ecuador-nota/>
- Fernández Infanzón Luz Isabel, H. C. (11 de enero de 2021). *Esan Business*. Obtenido de [https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/2139/2021\\_MADTI\\_18\\_1\\_07\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/2139/2021_MADTI_18_1_07_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- García, A. (9 de abril de 2021). *BANCOMUNDIAL.ORG*. Obtenido de <https://envivo.bancomundial.org/vacunas-contra-la-covid19-para-paises-en-desarrollo>
- Gladys Patricia Guevara Alban, A. E. (2020). *Recimundo*. Obtenido de <file:///C:/Users/AD/Downloads/Dialnet-MetodologiasDeInvestigacionEducativaDescriptivasEx-7591592.pdf>
- Gomez, L. F. (junio de 2007). *Interoperabilidad en los Sistemas de Información documental (SID)*. Obtenido de

- <http://eprints.rclis.org/20280/1/Interoperabilidad%20en%20los%20Sistemas%20de%20Informaci%C3%B3n%20Documental%20%28SID%29%20la%20informaci%C3%B3n%20debe%20fluir1.pdf>
- Gonzales, D. (2018). *Repositorio de Revista, Desarrollo de un aplicativo móvil para procesos informativos entre docentes y alumnos*. Obtenido de Universidad Estatal de Guayaquil, Ecuador.
- Gonzales, P. (25 de febrero de 2021). *Ministerio de Salud Pública*. Obtenido de 2 millones de vacunas del laboratorio Sinovac: <https://www.salud.gob.ec/2-millones-de-vacunas-del-laboratorio-sinovac-llegaran-a-ecuador-entre-marzo-y-abril-de-2021/>
- Iberdrola. (2021). El 'blockchain' revolucionará la industria del arte.
- Luis, E. R. (2019). Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18239/1/T-UCE-0011-ICF-119.pdf>
- Ministerio de Salud Pública. (11 de mayo de 2021). *Ministerio de Salud Pública*. Obtenido de [www.salud.gob.ec/](https://www.salud.gob.ec/): <https://www.salud.gob.ec/actualizacion-de-casos-de-coronavirus-en-ecuador/>
- Ministerio de Salud Pública. (2021). *PLAN PARA LA VACUNACIÓN PARA PREVENIR COVID-19 ECUADOR 2020-2021- Version Actualizada al 21 de enero 2021*. Planificación, Quito.
- Ortiz, D. N. (2017). *Marco de Implementación de un Servicio de Telemedicina*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <http://www.codajic.org/sites/www.codajic.org/files/Marco%20de%20Implementaci%C3%B3n%20de%20un%20Servicio%20de%20Telemedicina.pdf>
- Parrondo, L. (20 de enero de 2018). Tecnología blockchain, una nueva era. *Revista de Contabilidad y Dirección*, 11. Obtenido de Revista de contabilidad y dirección: [https://accid.org/wp-content/uploads/2019/04/Tecnolog%C3%ADa\\_blockchain\\_\\_una\\_nueva\\_era\\_para\\_la\\_empresa\\_L\\_Parrondologo.pdf](https://accid.org/wp-content/uploads/2019/04/Tecnolog%C3%ADa_blockchain__una_nueva_era_para_la_empresa_L_Parrondologo.pdf)
- Quintiliano, R. (9 de mayo de 2021). *Que es un framework*. Obtenido de <https://blog.bitnovo.com/que-es-un-framework/>
- Richard Gendal Brown, J. C. (Agosto de 2016). *Corda: An introduction*. Obtenido de <https://docs.corda.net/en/pdf/corda-introductory-whitepaper.pdf>

- Rodriguez, N. (20 de septiembre de 2018). *101 Blockchains*. Obtenido de Algoritmos De Consenso: La Raíz De La Tecnología Blockchain:  
<https://101blockchains.com/es/algoritmos-de-consenso-blockchain/>
- Rosado, J. C. (Abril de 2018). *Dialnet*. Obtenido de El Impacto de la Tecnología Blockchain en Sanidad : <https://seis.es/revista-no-128/>
- Salinas, G. G. (Marzo de 2020). *Escuela Politecnica Nacional* . Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21370/1/CD%2010367.pdf>
- Sanchez, A. (30 de Junio de 2021). *Concepto Definicion* . Obtenido de Blockchain:  
<https://conceptodefinicion.de/blockchain/>
- Tunalla LLumiugsi, M. A. (1 de Agosto de 2018). *Repositorio Espe*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/15016/T-ESPE-040303.pdf?sequence=1&isAllowe>