

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS**  
**ESCUELA DE INFORMÁTICA**



**PREESPECIALIDAD**

Especialista en Innovación tecnológica: Industria 4.0

**FACILITADOR:**

Ing. Jorge Edwin Machado Leiva

**TEMA:**

Desarrollo de un prototipo de alerta temprana en pacientes hipertensos aplicando inteligencia artificial.

Entrega 03

**ESTUDIANTES:**

17-1673-2000 Hernandez Ortiz, Jose Alfredo

25-1014-2019 Reyes Marquez, Roberto Enrique

**PROCESO: 01-2024**



# INDICE

CONTENIDO	PAGINA
Introduccion	1
Capitulo I: Especificación del proyecto	
a. Situación actual	
i. Antecedentes	
ii. Descripción del problema	
iii. Planteamiento del problema	
iv. Hipotesis	
b. Tema	
c. Sistema de objetivos	
d. Alcances	
e. Justificacion	
f. Cronograma de actividades	
g. Presupuesto	
Capitulo II: Analisis y dieño de la propuesta de solución	
a. Metología de trabajo	
b. Descripción de la propuesta de solución	
c. Descripción de la tecnología a utilizar	
d. Evaluacion de las tecnologías disponibles	
e. Diagrama arquitectonico de la solución	
f. Descripción de los componentes de la solución	
Capitulo III: Estrategia de implmentación de propuesta de solución	
a. Estrategia de implementción (producto nuevo)	
b. Presupuesto de implementación	
c. Analisis de resultados	
Conclusiones	
Recomendaciones	
Bibliografia	
Anexos	

## INTRODUCCIÓN:

En el mundo de la medicina, existe una enorme variedad de patologías, que un médico debe atender en su diario vivir.

A razón, existen especialidades médicas, que permiten clasificar estas patologías, otorgando jurisdicción y competencia a las mismas.

Entre estas enfermedades, existe una que es el punto de atención para el presente caso: La Hipertensión Arterial (HTA).

La HTA, se conoce como el asesino silencioso, por sus peculiares características.

La tensión arterial, puede sufrir desbalances a raíz de múltiples factores, que un médico debe considerar al tratar esta situación.

En todos los factores que intervienen en las complicaciones de la HTA: La predicción de un valor futuro.

Existen muchas condiciones que un paciente hipertenso debe respetar con el fin de mantener valores estables en la tensión arterial.

Como es de esperar, son pocos los pacientes que respetan estas condiciones, según el caso y las costumbres del paciente, el medico puede conocer si la tensión presenta tendencias a la baja rumbo a la normalización o tendencias en alza, rumbo a problemas más serios, que pueden ser mortales.

Y en otros casos tiende a mantener los valores, situación que puede ser positiva o negativa. Dependiendo del historial de TA

**CAPITULO I**  
Especificacion del proyecto

## **SITUACIÓN ACTUAL:**

### **I. ANTECEDENTES:**

#### **Que es la HTA**

La hipertensión arterial (HTA) es una enfermedad crónica en la que la presión con la que el corazón bombea sangre a las arterias es más alta de lo normal. Esto significa que la fuerza ejercida por la sangre contra las paredes arteriales es constantemente elevada. La presión arterial se mide en milímetros de mercurio (mm Hg), y en general, se considera hipertensión cuando la lectura es igual o superior a 130/80 mm Hg. A continuación, te presento las categorías generales de presión arterial:

Normal: Menos de 120/80 mm Hg.

Alta normal: Máximo de 120 a 129 mm Hg y mínimo por debajo de 80 mm Hg.

- Hipertensión de etapa 1:

Máximo de 130 a 139 mm Hg y mínimo entre 80 y 89 mm Hg.

- Hipertensión de etapa 2:

Máximo de 140 mm Hg o superior y mínimo de 90 mm Hg o superior.

- Crisis hipertensiva:

Presión arterial superior a 180/120 mm Hg, que requiere atención médica de emergencia.

La hipertensión no tratada aumenta el riesgo de problemas graves como ataques cardíacos y accidentes cerebro vasculares.

#### **Como se diagnostica.**

Aparatos para medir la TA

Existen cuatro tipos de aparatos cuya función es medir los valores de la tensión arterial, el valor de confianza varia mucho de uno a otro.

Sopena que el ultimo de mejor tecnología, su valor de confianza es mas bajo, dado la técnica que utiliza para medir estos valores.

#### **Tensiómetro de mercurio.**

Véase Anexo 1 – Tensiómetro de mercurio.

El esfigmomanómetro de mercurio es un dispositivo utilizado para medir la presión arterial de una persona. Aunque en la actualidad no sea tan común su uso debido a alternativas digitales, es importante entender su funcionamiento, ya que es uno de los

tensiómetros más exactos y confiables.

Cómo funciona:

*Brazalete neumático:*

El brazalete se coloca en la parte superior del brazo del paciente. Luego, se infla a una presión superior a la presión sanguínea sistólica en la arteria braquial.

*Liberación gradual de presión:*

La presión del brazalete se libera gradualmente a través de la válvula de alivio de la bomba de insuflación. Cuando la presión del brazalete es inferior a la presión arterial sistólica, la sangre comienza a fluir a través de la arteria parcialmente comprimida.

*Sonidos de Kortkoff:*

Las vibraciones producidas por el flujo sanguíneo generan los sonidos arteriales conocidos como sonidos de Kortkoff. Estos sonidos ayudan a determinar la presión sistólica y diastólica del paciente. Para auscultarlos, se utiliza un estetoscopio.

*Barra de mercurio:*

A medida que el brazalete se llena de aire, la barra de mercurio en el esfigmomanómetro sube en su escala. Cada pequeño salto en la barra de mercurio indica en qué rango se encuentra la presión arterial sistólica o diastólica.

### **Tensiómetro anaeróide.**

Véase Anexo 2 - Tensiómetro anaeroide.

Funciona de la misma forma que el tensiómetro de mercurio, con la diferencia que este dispone de una bomba de aire y un manómetro, para medir la presión.

A diferencia de la barra de mercurio, el funcionamiento es igual, con la salvedad que para conocer los valores de TA, el médico debe auxiliarse de un estetoscopio, para escuchar los sonidos *Kortkoff*

### **Tensiómetro digital.**

Véase Anexo 3 - Tensiómetro digital.

Un tensiómetro digital utiliza un método oscilométrico para medir la presión arterial.

- Colocación del brazalete:

Primero, sitúas el tensiómetro en tu brazo. El dispositivo comienza a añadir presión con aire al brazalete.

- Presión y flujo sanguíneo:

Cuando la fuerza del dispositivo supera la presión sanguínea, aplasta la arteria braquial temporalmente, interrumpiendo el flujo de sangre al antebrazo.

- Detección de sonidos:

A medida que el tensiómetro libera aire gradualmente, detecta los sonidos de Korkoff. El primer sonido indica la presión sistólica, y el cese del sonido señala la presión diastólica.

## **Smartwatch**

Véase Anexo 4 - Smartwatch

Los smartwatches que miden la presión arterial utilizan sensores y algoritmos para proporcionar estimaciones de la presión sanguínea. Aunque aún no están autorizados por la FDA en Estados Unidos, estos dispositivos pueden ser útiles para obtener indicaciones generales. Aquí tienes algunas opciones:

## **II. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:**

En el salvador, existe un porcentaje de pacientes hipertensos, que se debe tomar en consideración, puesto que conocemos que es un factor que induce a otras dolencias que pueden dar como resultado, la muerte del paciente o en todo caso, calidad de vida, deficiente.

Se conoce, que el medico toma como referencia para el tratamiento del paciente, su historial de valores de tensión, así como el ultimo valor obtenido. Incluyendo los factores de riesgo, como:

- Diabetes,
- Alcoholismo,
- Tabaquismo,
- Y otros.

El histórico mas el ultimo valor obtenido, son útiles al medico, unicamente para conocer la situación actual en consecuencia planificar un tratamiento, para dar respuesta a la situación.

No es posible para el medico conocer valores futuros; que seria de suma importancia, puesto que su plan de tratamiento cambiara radicalmente si conoce estos valores.

Para el medico, es sumamente difícil, sino imposible predecir valores futuros por diversos factores.

- No posee el conocimiento para predecir valores futuros.
- El comportamiento de los pacientes es impredecible.
- Los pacientes tienden a ocultar información.
- Los valores también dependen de factores externos al paciente.



- La tendencia de valores no es predecible a simple vista.

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

#### **Introducción al problema:**

La hipertensión, es un problema que sufre la humanidad desde tiempos muy antiguos.

Popularmente se le llama el asesino silencioso, debido a la forma en que evoluciona, generalmente es un proceso muy lento.

Sin embargo, según expertos, basta con realizar cinco tomas de tensión para evaluar su evolución.

Puede el médico conocer que su paciente padece este problema al evaluar los cinco valores anteriores en un periodo específico.

Lo que el médico no puede saber, es que resultado obtendrá en la consulta posterior.

Puede observar y evaluar los valores anteriores al actual y evidentemente planificar un rumbo de acción.

Resultaría de gran valía si el médico pudiera predecir el próximo valor de tensión arterial de un paciente.

Estos valores presentan una tendencia.

- Tendencia a la alta.
- Tendencia a mantenerse.
- Tendencia a la baja

Según la tendencia presente, el médico puede planificar el tratamiento, es de esperar que varíe, dada la tendencia.

Resulta de gran valor para el médico, poder predecir los valores futuros. Cuestión que no puede realizar por si mismo.

Un posible valor futuro, le permitiría planificar un tratamiento anticipado, puesto que según el valor futuro obtenido, puede conocer con mayor precisión las tendencias de la patología.

## **TEMA**

**Desarrollo de un prototipo de alerta temprana en pacientes hipertensos aplicando inteligencia artificial.**

## **SISTEMA DE OBJETIVOS:**

### **OBJETIVO GENERAL:**

- Desarrollar un prototipo que permita predecir valores futuros de presión arterial en pacientes con base en su historial médico. Utilizando IA

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Entrenar un modelo de aprendizaje automático para predecir la presión arterial.
- Evaluar el rendimiento del modelo de predicción.
- Desarrollar una interfaz de usuario para interactuar con el prototipo. (IDE básico)

## ALCANCES:

### INFORMACIÓN:

El Prototipo requiere unicamente los datos generales del paciente.

El registro de los datos de TA tomados por el médico durante la consulta.

Se espera que la solución tome el registro de valores de la Tensión Arterial registrados de un paciente X y pronostique un valor futuro, para ayudar al médico responsable a tomar decisiones anticipadas ante lo escenarios posible.

- Al alza.
- Se mantiene.
- A la baja.

En cualquiera de los posibles escenarios, el médico podrá tomar decisiones anticipadas para afrontar la situación del paciente, recomendando un rumbo de acción más acertado.

### TECNOLOGÍA:

#### Back End:

Para el desarrollo del back end se utilizará el lenguaje Python.

#### *Librerías de IA*

Se utilizarán una librerías de Inteligencia Artificial: **sklearn**, para el modelado.

- Scikit-learn, una biblioteca popular de aprendizaje automático en Python, proporciona herramientas simples y eficientes para minería de datos y análisis de datos. Está construida sobre NumPy, SciPy y Matplotlib, y ofrece una amplia gama de algoritmos para clasificación, regresión, clustering, reducción de dimensionalidad, selección de modelos y preprocesamiento. Scikit-learn está diseñada para ser fácil de usar y accesible, con una API coherente que facilita experimentar con diferentes algoritmos y técnicas. Es ampliamente utilizada en la academia y la industria para construir modelos predictivos y aplicaciones basadas en datos.

#### *Algoritmo utilizado:*

**Regresión Lineal:** Se aplicará el algoritmo de regresión lineal sobre los últimos 10 registros de TA de un paciente X, para calcular el próximo valor futuro.

#### Front End

### ***Lenguajes:***

PHP: Se realizará el desarrollo con tecnología PHP, utilizando diferentes técnicas de programación en lenguaje PHP.

Para desarrollar en lenguaje PHP, se requiere de tecnologías adicionales:

HTML: El Lenguaje de marcas HTML, es requerido para embeber el lenguaje PHP,

CSS: El lenguaje de estilos es requerido para el diseño UX. Específicamente el framework Bootstrap.

JavaScript: Se espera la generación de un gráfico para mostrar la tendencia de los valores de tensión arterial, para este fin se ha elegido el lenguaje JavaScript.

### ***Servidores:***

Apache: Se requiere de un servidor que posea la tecnología para correr paginas PHP, para el presente caso se sugiere servidor Apache.

MariaDB: La base de datos se creará en lenguaje MySQL, porque tanto se sugiere el servidor de bases de datos MariaDB.

## JUSTIFICACION:

La hipertensión, es conocida en el mundo de la medicina como el “asesino silencioso”.

Existen estudios que demuestran, la evolución de la hipertension arterial, antes de revelar los primeros síntomas.

La evolución de la HTA, depende de muchos factores propios de cada individuo y puede presentar síntomas como tempranos tales como:

- Dolores de cabeza intensos.
- Fatiga o confusión.
- Problemas de visión.
- Dolor en el pecho.
- Dificultad para respirar.
- Latidos cardíacos irregulares.
- Sangre en la orina.

Estos síntomas suelen asociarse con otras patologías, razón por la cual el paciente suele descuidar la tensión arterial.

El periodo de evolución tiene un rango de entre 10 y 20 años.

Cuando el paciente muestra los primeros síntomas, en el mejor de los casos, ya tiene 10 años de evolución y en el peor, 20 años.

La HTA se clasifica como enfermedad crónica, puesto que no tiene cura.

Los pacientes hipertensos tienen alto riesgo de padecer otras patologías asociadas, que pueden representar grave peligro para la vida o cuando menos afectar gravemente la calidad de vida.

Los médicos poseen el conocimiento necesario para tratar la hipertensión, pero no poseen la capacidad de pronosticar futuros valores en la tensión arterial. A esto se debe agregar que existe una tabla considerada de valores normales.

Si un valor de TA, se encuentra dentro del rango, es normal que el médico ignore la tendencia de todos los valores anteriores.

### VALORES NORMALES DE LA TENSIÓN ARTERIAL SEGÚN LA EDAD

EDAD	PRESIÓN SISTÓLICA		PRESIÓN DISTÓLICA	
	HOMBRE	MUJER	HOMBRE	MUJER
<b>16 a 18</b>	105 - 135	100 - 130	60 - 86	60 - 85
<b>19 a 24</b>	105 - 139	100 - 130	62 - 88	60 - 85
<b>25 a 29</b>	108 - 139	102 - 135	65 - 89	60 - 86
<b>30 a 39</b>	110 - 145	105 - 139	68 - 92	65 - 89
<b>40 a 49</b>	110 - 150	105 - 150	70 - 96	65 - 96
<b>50 a 59</b>	115 - 155	110 - 155	70 - 98	70 - 98
<b>60 o más</b>	115 - 160	115 - 160	70 - 100	70 - 100

#### Estudios que demuestran la evolución de la HTA

1. Kannel, W. B., & McGee, D. L. (1979). \*\*Diabetes and cardiovascular risk factors: The Framingham study.\*\* \_Circulation, 59\_(1), 8-13. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.59.1.8>

2. SHEP Cooperative Research Group. (1991). \*\*Prevention of stroke by antihypertensive drug treatment in older persons with isolated systolic hypertension: Final results of the Systolic Hypertension in the Elderly Program (SHEP).\*\* \_JAMA, 265\_(24), 3255-3264. <https://doi.org/10.1001/jama.1991.03460240051027>

3. Whelton, P. K., Carey, R. M., Aronow, W. S., Casey, D. E., Collins, K. J., Dennison Himmelfarb, C., ... & Wright, J. T. (2018). \*\*2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines.\*\* \_Journal of the American College of Cardiology, 71\_(19), e127-e248. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.11.006>

Es en este punto donde se muestra la importancia de un Sistema de Alertas Tempranas.

Si bien el médico tiene los valores de TA de cada paciente, puesto que los registra en cada consulta, estos valores están dispersos en el expediente clínico.

El sistema de Alertas Tempranas, muestra en un gráfico de tendencias, valga la redundancia, la tendencia de la tensión arterial de un paciente X, así mismo muestra una predicción del valor futuro.

Aun, cuando el paciente, no es hipertenso, pero el record de valores muestran una tendencia a la alza.

Esta tendencia será ignorada por el médico, dado que estos valores se encuentran dispersos en todo el expediente clínico.

Por el contrario, el Sistema de Alertas Tempranas, muestra el gráfico de tendencias y la predicción del valor futuro. En consecuencia el médico puede observar con mayor claridad si el paciente es hipertenso aun cuando no muestra síntomas.

En consecuencia puede tomar las providencias oportunas para tratar la enfermedad.

Propuesta IA - Cronograma

AÑO 2024	JULIO	AOGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
DURACION	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	FASE 5
2 Semanas	Recopilacion de datos				
	Limpieza de datos				
3 Semanas		Seleccion y entrenamiento			
		Optimizacion de hiperparametros			
2 Semanas			Evaluacion de rendimiento		
			Comparacion de rendimiento con otro modelo existente		
2 Semanas				Desarrollo de interfaz	
1 Semana					Test del prototipo
					Validacion de prototipo



**PRESUPUESTO**

EQUIPO	VALOR
ASUS SEPHIRUS	\$ 2,000.00
Horas uso por semana	10
Total semanas	10
Total horas uso	100
Valor depreciacion / hora	\$ 0.05
<b>VALOR TOTAL DEPRECIACION</b>	<b>\$ 5.00</b>

PRESUPUESTO	VALOR
EQUIPO	\$ 5.00
SOFTWARE	\$ 139.00
INSUMOS Y PERSONAL TECNICO	\$ 2,010.00
IMPREVISTOS - 30%	\$ 646.20
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2,800.20</b>

SOFTWARE	VALOR
Oracle VM Virtualbox	\$ -
Sistema Operativo Windows 10	\$ 139.00
IDE VS Code	\$ -
Servidor Python	\$ -
Servidor MariaDB	\$ -
Servidor PHP	\$ -
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>\$ 139.00</b>

INSUMOS Y PERSONAL TECNICO	HORAS	VALOR HORA	TOTAL
Energia electrica	100	\$ 0.10	\$ 10.00
Tecnico 1	100	\$ 10.00	\$ 1,000.00
Tecnico 2	100	\$ 10.00	\$ 1,000.00
<b>VALOR TOTAL</b>			<b>\$ 2,010.00</b>

## **CAPITULO II**

### Analisis y propuesta de la solución

## **METODOLOGIA DE TRABAJO:**

Prototipo de alerta temprana en pacientes hipertensos aplicando inteligencia artificial.

La hipertension es una situacion de salud muy compleja que requiere observacion meticulosa por parte del medico y el paciente mismo.

### **1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:**

Para un medico es un poco engorroso apreciar la tendencia de los valores de la tension arterial de un paciente, debido a que estos se encuentran dispersos en el expediente.

La presente solucion sera capaz de presentar una tabla con todo el historial del paciente, asi mismo una tabla con los ultimos 10 registros de TA.

En base a esta tabla, se presentara un grafico de tendencias, que permitira apreciar la evolucion del paciente.

Con los ultimos 10 registros, se espera que la solucion sea capaz de predecir un valor futuro de TA.

Ya se menciono antes, que el medico no es capaz de predecir valores futuros, informacion valiosa para considerar un tratamiento en pacientes hipertenson o bien con tendencia a la HTA

Ademas es de considerar, que existe una tabla que contempla los valores normales, dentro de un rango ya comprobado. El problema consiste, que aun dentro de los ragos normales para la edad y sexo del paciente, puede existir tendencia a la HTA.

La solucion, debera analizar toda la informacion del paciente en cuanto a sexo, edad, factores de riesgo e historico de valores, para predecir valores futuros.

### **2. RECOPIACIÓN DE DATOS:**

Obtener conjuntos de datos históricos de tensión arterial. Estos datos deben incluir al menos 10 mediciones previas de tensión arterial por paciente.

Cuando el paciente solicita consulta médica, por normativa se le toma los valores de signos vitales, entre los cuales figura la tensión arterial.

Para el pronostico de valores futuros, se recomienda el historico de los ultimos 10 valores de TA

Los datos de los pacientes, se obtienen en forma secuencial, cada que este requiere consulta médica.

### **3. PREPROCESAMIENTO DE DATOS:**

Los datos son obtenidos por el modelo desde la base de datos original.

El modelo analiza la información y realiza la carga y transformación de los mismos en tiempo

real.

#### **4. SELECCIÓN DEL MODELO DE IA:**

El modelo idóneo para el presente caso, es: MODELO REENTRENABLE. con un algoritmo de REGRESIÓN LINEAL.

Por la naturaleza misma de los datos, estos cambian constantemente de un paciente a otro:

Valores de tensión,

Factores de riesgo,

Sexo,

Edad.

Todos estos valores cambian de un paciente a otro, razón por la cual el modelo está continuamente en entrenamiento.

## **DESCRIPCION DE LA PROPUESTA DE SOLUCION:**

### **VISIÓN GENERAL DE LA SOLUCIÓN:**

Se ha mencionado, que la Hipertensión Arterial, también se le conoce como “El asesino silencioso”.

Esto, debido a los efectos en la salud del paciente, cuya evolución está en rango de 10 a 20 años, antes de manifestar los primeros síntomas

La solución está diseñada, para recibir los valores de TA (Sístole y Díastole), de un paciente x, así mismo recibirá los factores de riesgo que sufre todo paciente determinados en rango de 0 a 3 (cero a tres)

Considerando el historial de los últimos 10 valores de TA, más los valores de los factores de riesgo del paciente, la solución tendrá la capacidad de calcular y predecir valores futuros de TA.

### **ENFOQUE METODOLÓGICO:**

La solución está planificada para el uso de médicos generales.

Se desarrollará para ambiente web, pero correrá en un servidor local.

Se utilizarán las siguientes tecnologías:

- MariaDB: Base de datos.
- MySQL: Gestión de la base de datos.
- HTML: Lenguaje de marcas para diseñar el IDE.
- PHP: Lenguaje de lado del servidor para la funcionalidad.
- CSS: Lenguaje de estilos para UX.
- Bootstrap: Framework CSS para UX.
- JavaScript: Lenguaje para diseño y presentación de los gráficos.
- Python: Lenguaje para manipular las librerías de IA y predecir valores futuros.

### **RECURSOS NECESARIOS:**

Para el desarrollo de la solución se requiere:

- 2 Computadoras.
- Sistemas Operativos (Windows o Linux).
- Servidores: Apache y MariaDB.

- IDE para el desarrollo: Visual Code.
- 2 Desarrolladores.

### **IMPACTO ESPERADO:**

Se ha mencionado, que el médico, no posee la habilidad para prever los valores futuros en un paciente hipertenso.

Se espera, que la solución aporte el conocimiento necesario para modificar el tratamiento en el paciente con la finalidad de impactar en su calidad de vida.

Ya se ha mencionado, que cada que el paciente requiere de consulta médica, se le toman los valores de los signos vitales y se registran en el expediente, entre ellos la TA.

Para que el médico pueda evaluar la situación actual del paciente, debe revisar todo el expediente, o cuando menos los últimos 10 registros de TA.

La solución muestra todo el registro en orden cronológico, en caso el médico desee consultarlo.

En la predicción muestra el registro de los último 10 valores; un gráfico de tendencias para evaluar la evolución del paciente y la predicción del próximo valor futuro.

Debe tomarse en cuenta, que dependiendo de la predicción puede que el médico pretenda mantener mantener la predicción o disminuirla. La predicción es un dato que pueda ser o no beneficioso para el paciente.

La evolución del paciente presentarse de la siguiente forma:

- Alta con tendencia a aumentar.
- Alta con tendencia a disminuir.
- Alta con tendencia a mantenerse en los niveles.
- Baja con tendencia a subir.
- Baja con tendencia a disminuir.
- Baja con tendencia a mantenerse.

En todos los casos, es el médico quien decide si quiere que la predicción se cumpla o no se cumpla.

La predicción es un valor que muestra las posibilidades en la evolución de la TA, factor muy importante para el médico, puesto que le sirve de parametro para evaluar y modificar el tratamiento en curso, si lo hubiere.

### **CRONOGRAMA:**

Ver Anexo a - Conograma

## DESCRIPCION DE LA TECNOLOGIA:

Se propone un prototipo que posea la capacidad de analizar los últimos diez valores de la toma de tensión arterial de un paciente X. Que sea capaz de predecir el valor futuro, sean estos Sístole y Diástole.

La solución deberá funcionar bajo las siguientes premisas:

### PLATAFORMA:

La solución es independiente del sistema operativo, en entorno local, Windows, Linux, Mac.

### ENTORNO:

Local:

La solución deberá correr en entorno local en un servidor APACHE. En caso sea necesario puede utilizarse cualquier otro servidor que posea la capacidad de correr tecnología PHP.

### BACKEND:

El Back End se desarrolla en lenguaje Python.

### SE UTILIZARÁN LAS LIBRERÍAS:

- `mysql.connector`

Es un módulo de Python que permite conectar aplicaciones Python con bases de datos MySQL. Proporciona una interfaz para ejecutar consultas SQL, gestionar transacciones, y manipular datos almacenados en una base de datos MySQL.

- `sklearn.linear_model`

Es un submódulo de la biblioteca scikit-learn en Python que proporciona implementaciones de varios modelos de regresión lineal y otros modelos relacionados. Estos modelos se utilizan para realizar predicciones sobre datos continuos o categóricos basándose en una relación lineal entre las variables independientes (predictores) y la variable dependiente (respuesta).

- `sklearn.metrics`

Es un módulo de la biblioteca scikit-learn en Python que proporciona un conjunto amplio de funciones y herramientas para evaluar el rendimiento de modelos de aprendizaje automático. Este módulo es esencial para validar, comparar, y entender la efectividad de diferentes modelos mediante el cálculo de diversas métricas de evaluación.

- `numpy`

Es una biblioteca de Python que proporciona estructuras de datos y funciones para trabajar con arrays y matrices de manera eficiente. Su principal objeto es el 'ndarray', una matriz multidimensional que permite realizar operaciones matemáticas y científicas rápidas y eficaces. 'NumPy' facilita tareas como la manipulación de datos, operaciones matemáticas y estadísticas, y es compatible con otras bibliotecas científicas en Python. Es una herramienta esencial para el análisis numérico y el cálculo científico.

## **FRONTEND:**

El Front End, se desarrollará en lenguaje PHP, con las tecnologías relacionadas que se necesiten sean estas HTML, CSS y JavaScript y frameworks de CSS que se necesiten como BootStrap

## **BASES DE DATOS:**

La base de datos será MySQL (MariaDB)

Los servidores se proponen Servidor Apache para el IDE y Servidor MySQL para la base de datos.



## ANÁLISIS DE TECNOLOGÍA DISPONIBLE:

### LOS LENGUAJES DISPONIBLES PARA CREAR LA SOLUCIÓN:

- **R:** Ideal para análisis estadístico y visualización de datos, y tiene capacidades robustas para machine learning.
- **JavaScript (Node.js):** Adecuado para aplicaciones web, y tiene soporte para machine learning a través de TensorFlow.js.
- **Java:** Es un lenguaje de programación sólido con buena integración en aplicaciones empresariales.
- **C# (con .NET):** Ideal para aplicaciones de escritorio y tiene soporte para machine learning con ML.NET.
- **Julia:** Lenguaje de alto rendimiento para el análisis numérico y computación científica.

### LENGUAJES SELECCIONADOS PARA REALIZAR LA SOLUCIÓN:

#### PHP (Front End)

**PHP** es un lenguaje de programación interpretado del lado del servidor y de uso general que se adapta especialmente al desarrollo web.

#### Razones para elegir PHP:

- Por su flexibilidad y amplia compatibilidad con bases de datos. PHP se integra fácilmente con sistemas de gestión de bases de datos como MySQL, lo que facilita el manejo de grandes volúmenes de datos de pacientes, como historiales de tensión arterial, factores de riesgo y otros registros médicos. Además, PHP es ampliamente soportado en la mayoría de los servidores web, lo que permite una implementación y escalabilidad efectivas en entornos de producción clínica.
- Facilita un desarrollo ágil y rápido gracias a su sintaxis sencilla y a la gran cantidad de frameworks y herramientas disponibles.
- Es altamente compatible con diferentes sistemas operativos y servidores web, lo que permite una integración fácil con nuestra infraestructura existente.
- Es adecuado para proyectos de diferentes tamaños, desde aplicaciones pequeñas hasta grandes sistemas empresariales, brindando flexibilidad para crecer y adaptarse a futuras necesidades.

**HTML:** Acrónimo en inglés de HyperText Markup Language, hace referencia al lenguaje de marcado utilizado en la creación de páginas web. Este estándar que sirve de referencia del software que interactúa con la elaboración de páginas web en sus diferentes versiones.

**CSS:** es un lenguaje de diseño gráfico para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en un lenguaje de marcado.

**Bootstrap:** Es un framework multiplataforma o conjunto de herramientas de código abierto para diseño de sitios y aplicaciones web.

**JavaScript:** Es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript. Se define como orientado a objetos, basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico.

## **PYTHON (BACK END)**

Python es un lenguaje de alto nivel de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en la legibilidad de su código. Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta parcialmente la orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional.

### **Razones para elegir Python:**

- Cuenta con una extensa colección de bibliotecas y frameworks que facilitan el desarrollo de modelos de machine learning y aplicaciones de inteligencia artificial además de ser el más popular para este tipo de trabajos.
- Es conocido por su sintaxis clara y legible, lo que acelera el desarrollo y reduce la probabilidad de errores, facilitando tanto el desarrollo como el mantenimiento del código.
- Se integra fácilmente con otros lenguajes y tecnologías, permitiendo una comunicación fluida entre diferentes componentes del sistema, y es compatible con múltiples plataformas y sistemas operativos.
- Es adecuado para proyectos de diferentes tamaños y es altamente flexible, permitiendo adaptarse a las necesidades cambiantes del proyecto y escalar conforme se requiera.

### **Librerías por utilizar:**

- **mysql.connector:** Es una librería de Python que proporciona una interfaz para conectar aplicaciones Python con bases de datos MySQL. Permite ejecutar consultas SQL, gestionar transacciones y trabajar con bases de datos MySQL de manera eficiente.
- **sklearn.linear\_model:** Es un modelo de regresión lineal simple de la librería scikit-learn, utilizada para problemas de aprendizaje supervisado en machine learning.
- **sklearn.metrics:** Es un módulo de la biblioteca 'scikit-learn' en Python que proporciona un conjunto de herramientas para evaluar el rendimiento de modelos de aprendizaje automático. Incluye métricas para clasificación, regresión, agrupamiento y evaluación de modelos de varios tipos, como precisión, recall, F1 score, matriz de confusión, error cuadrático medio (MSE), coeficiente de determinación ( $R^2$ ),

entre otros. Estas herramientas son esenciales para validar y comparar la eficacia de diferentes modelos y algoritmos.

- **numpy:** Es una librería fundamental para computación numérica en Python, utilizada para trabajar con arrays multidimensionales y realizar operaciones matemáticas de alto rendimiento.

#### **Potenciales servidores por utilizar:**

- **Gunicorn (Green Unicorn):** Un servidor HTTP WSGI para aplicaciones Python.
- **Microsoft IIS:** Un servidor web y servidor de aplicaciones desarrollado por Microsoft, compatible con Windows.
- **Amazon Web Services (AWS) Elastic Beanstalk:** Un servicio de orquestación que despliega, gestiona y escala aplicaciones web automáticamente.
- **Google Cloud Platform (GCP) App Engine:** Un servicio PaaS que permite desplegar aplicaciones web sin necesidad de gestionar la infraestructura.

#### **Servidor por utilizar:**

- **Apache HTTP Server:**

El servidor HTTP Apache es un servidor web HTTP de código abierto, para plataformas Unix, Microsoft Windows, Macintosh y otras, que implementa el protocolo HTTP/1.1.

#### **Razones para elegir Apache:**

- Es un software de código abierto, lo que significa que no hay costos asociados con licencias.
- Es conocido por su configuración intuitiva y sencilla.
- Funciona en una variedad de sistemas operativos.
- Soporta una amplia gama de módulos y plugins

#### **Servidores de bases de datos a considerar:**

- **Oracle Database:** Una base de datos relacional comercial robusta y ampliamente utilizada.
- **Microsoft SQL Server:** Una base de datos relacional desarrollada por Microsoft.
- **MongoDB:** Una base de datos NoSQL orientada a documentos que utiliza JSON-like documents.
- **SQLite:** Una base de datos ligera y autónoma, de código abierto, que no requiere un servidor separado.

**Base de datos por utilizar:**

- MariaDB

Es un sistema de gestión de bases de datos derivado de MySQL con licencia GPL.

**Motivos para elegir MariaDB:**

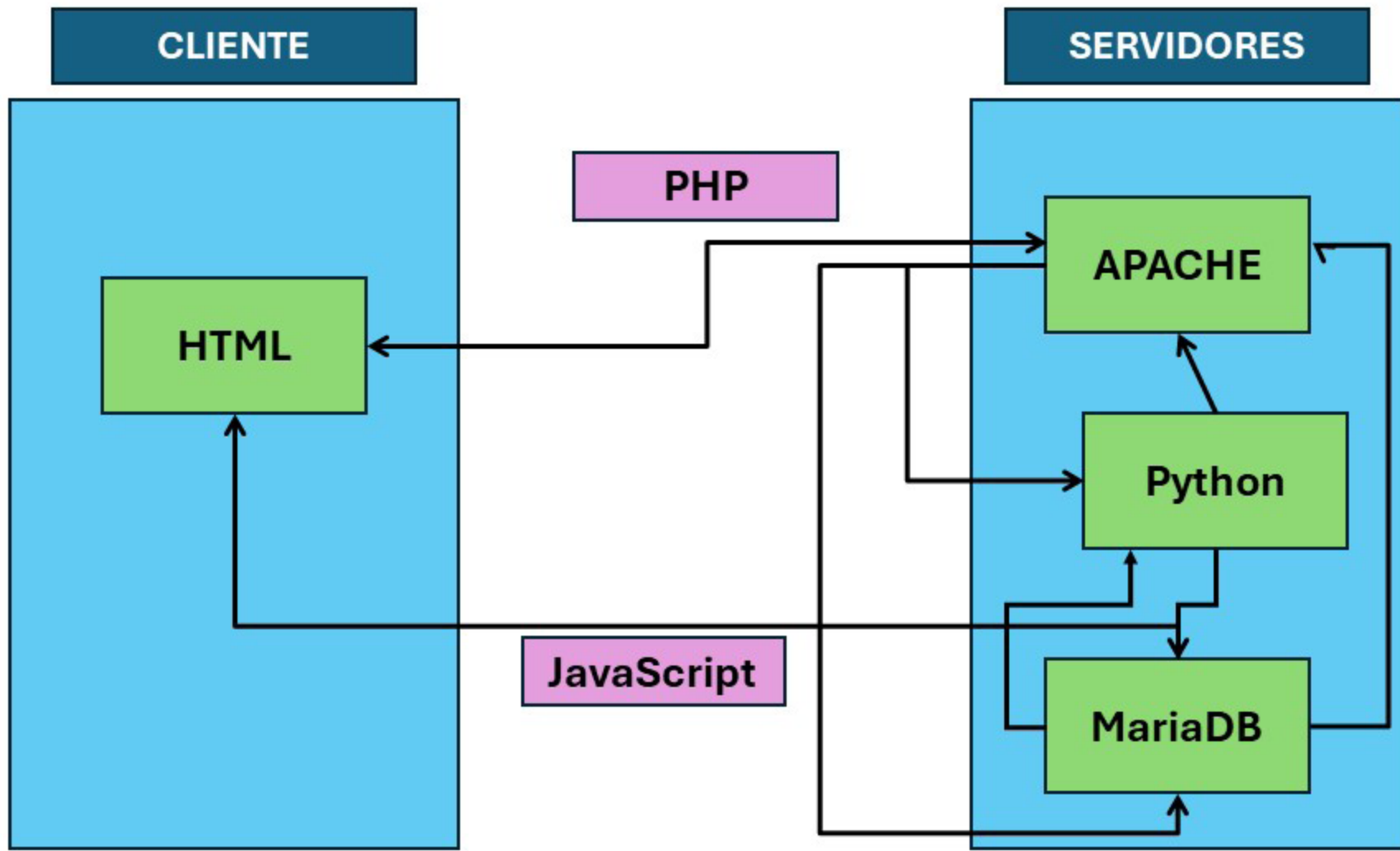
- Es un software de código abierto y no requiere costos de licencia.
- Incluye varias optimizaciones y mejoras de rendimiento en comparación con MySQL.
- Puede utilizar las mismas herramientas, bibliotecas y frameworks que se usan con MySQL.
- Puede manejar grandes volúmenes de datos y es adecuada para aplicaciones que necesitan escalar horizontalmente.

Por consiguiente el lenguaje a utilizar para manipular los datos de la base de datos es:

**SQL**

**SQL** es un lenguaje específico de dominio, diseñado para administrar, y recuperar información de sistemas de gestión de bases de datos relacionales.

## DIAGRAMA ARQUITECTONICO



## **DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DE LA SOLUCION**

## DESCRIPCION:

La solución está diseñada para funcionar en un servidor local.

Está diseñada para un único usuario, razón por que no prima inicio de sesión.

No se permite la modificación de información, situación que en caso ocurriera, no afecta en la calidad de vida del paciente.

## TECNOLOGÍA UTILIZADA:

### LENGUAJES:

<b>HTML</b>	Lenguaje marcas para la organización y presentación de la información.
<b>CSS</b>	Lenguaje utilizado para la experiencia del usuario (UX)
<b>PHP</b>	Lenguaje utilizado para la administración de la base de datos.
<b>JavaScript</b>	Lenguaje utilizado para la creación del gráfico de tendencias presentado en el pronóstico de TA
<b>Python</b>	Lenguaje utilizado para calcular el pronóstico de TA, así como la comprobación del modelo.

### SERVIDORES:

Apache	Servidor web para correr la solución.
MySQL	Sistema de gestión de bases de datos para administrar MariaDB
Python	Lenguaje utilizado para administrar los procesos de IA



## INICIO:

Pantalla de bienvenida.



## PACIENTES:

Dispone de dos subrutinas:

- Validar paciente.
- Agregar paciente.

### VALIDAR PACIENTE:

Valida un paciente por el numero de DUI, para modificar factores de riesgo, agregar valores de tensión arterial y pronostico de TA futuro.

El ultimo paciente validado, permanece en memoria hasta una nueva validación.

### AGREGAR PACIENTE:

Agrega un nuevo paciente a la base de datos. Requiere los datos:

- DUI, (Campo numerico)
- Nombre, (Campo de texto)
- Apellido, (Campo de texto)
- Sexo, (Select)
- Fecha de nacimiento. (Date)

The screenshot shows a web application interface for managing hypertension patients. On the left is a sidebar with navigation buttons: INICIO, PACIENTES, FACTORES, HISTORIAL TA, LISTAR PACIENTES, and PREDICCION TA. The main area is titled 'FACTORES DE RIESGO EN PACIENTES HIPERTENSOS'. It displays a table with patient information and a form for updating risk factors.

DUI	NOMBRE	APELLIDO	SEXO	F / NACIMIENTO	INGRESO	EDAD
2	JUANA	TIGRIS	FEMENINO	1980-12-10	2024-08-01	43

HISTORIA:   
OBESIDAD:   
SEDENTARISMO:   
ALCOHOLISMO:   
TABAQUISMO:   
DIABETES:   
COLESTEROL:

0 = Sin Riesgo  
1 = Riesgo Leve  
2 = Riesgo Moderado  
3 = Riesgo Alto

**ACTUALIZAR**

## FACTORES:

Muestra los datos generales del ultimo paciente validado.

Muestra los factores de riesgo para un paciente hipertenso o en riesgo de padecer hipertensión.

Estos valores se agregan autoamaticamente al crear un nuevo paciente, todos con valor de cero.

Estos datos, solamente se permite su actualización, en rngo de cero (0) a tres (3) que representan el factor de riesgo para la salud de la tensión arterial, si bien existen otros, estos son los más significativos

Conforme cambia el estilo de vida del paciente se puede actualizar en los valores dentro del rango

INICIO

PACIENTES

FACTORES

HISTORIAL TA

LISTAR PACIENTES

PREDICCIÓN TA

HISTORIAL TA

PACIENTE

DUI	NOMBRE	APELLIDO	SEXO	F / NACIMIENTO	INGRESO	EDAD
2	JUANA	TIGRIS	FEMENINO	1980-12-10	2024-08-01	43

DUI	SISTOLE	DIASTOLE	INGRESO
2	127	85	2024-08-23
2	130	90	2024-08-23
2	160	110	2024-08-01
2	140	90	2024-08-01
2	150	100	2024-08-01
2	120	80	2024-07-24
2	140	90	2024-07-24
2	160	120	2024-07-24
2	150	100	2024-07-24
2	130	90	2024-07-24
2	120	80	2024-07-24
2	130	90	2024-07-24
2	150	100	2024-07-24
2	130	100	2024-07-23
2	130	100	2024-07-23
2	130	100	2024-07-23
2	120	80	2024-07-23

1 2

SISTOLE:

DIASTOLE:

AGREGAR TA

CANCELAR

VALORES NORMALES DE LA TENSION ARTERIAL SEGUN LA EDAD

EDAD	PRESIÓN SISTÓLICA		PRESIÓN DISTÓLICA	
	HOMBRE	MUJER	HOMBRE	MUJER
16 a 18	105 - 135	100 - 130	60 - 86	60 - 85
19 a 24	105 - 139	100 - 130	62 - 88	60 - 85
25 a 29	108 - 139	102 - 135	65 - 89	60 - 86
30 a 39	110 - 145	105 - 139	68 - 92	65 - 89
40 a 49	110 - 150	105 - 150	70 - 96	65 - 96
50 a 59	115 - 155	110 - 155	70 - 98	70 - 98
60 o más	115 - 160	115 - 160	70 - 100	70 - 100

## HISTORIAL TA:

Muestra los datos generales del último paciente validado.

Muestra el historial de las toms de valores de TA.

Muestra la tabla de rangos de valores normales por sexo y edad para Sistole y Diastole.

Captura valores de Sistole y Diastole, para la presente consulta. Y lo agrega al registro del historial.

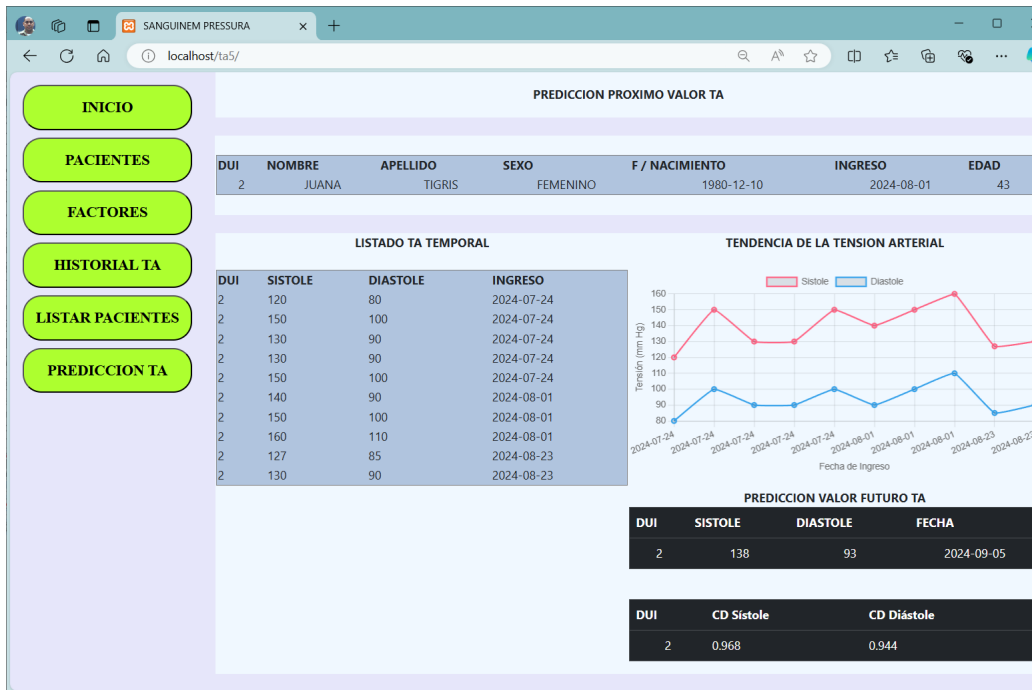
35

DUI	NOMBRE	APELLIDO	SEXO	NACIMIENTO	INGRESO	EDAD
1	LUIS	PASTEUR	MASCULINO	1950-10-10	2024-08-01	73
2	JUANA	TIGRIS	FEMENINO	1980-12-10	2024-08-01	43
3	JULIA	MARTINEZ	FEMENINO	1990-01-01	2024-08-01	34
4	FELIZ	EL GATO	MASCULINO	1950-01-01	2024-08-01	74
5	ARMANDO	MOLINA	MASCULINO	1951-10-23	2024-08-01	72
6	PEDRO	PARAMO	MASCULINO	1980-11-11	2024-08-01	43
7	ANA MARIA	PELUFO	FEMENINO	1960-12-01	2024-08-01	63
8	MARIA	FELIX	FEMENINO	1980-10-10	2024-08-06	43
9	PEDRO	DOMINGUEZ	MASCULINO	2023-11-14	2024-08-09	0
10	MARIA	DEL PILAR	FEMENINO	2019-02-04	2024-08-09	5
11	DAMARIS	ORTIZ	FEMENINO	2019-06-03	2024-08-12	5
12	ORTENSIA	JIMENEZ	FEMENINO	1960-11-23	2024-08-12	63
100	JOSE ALFREDO	HERNANDEZ ORTIZ	MASCULINO	1971-07-25	2024-09-03	53

LISTADO GENERAL DE PACIENTES:

Muestra el listado general de pacientes.

El listado se puede organizr ascendente o descendente por todos los rubros.



## PREDICCION PROXIMO VALOR TA:

### MUESTRA:

- Datos generales del paciente sujeto de prediccion del valor futuro de TA
- Registro de los últimos 10 valores de TA
- Gráfico de tendencias de los últimos 10 valores de TA.
- Prediccion del valor futuro de TA.
- (Temporal) Muestra los datos de comprobacion de la prediccion utilizando  $r^2$

### BACKED

- Existen cinco tablas temporales que almacenan la informacion requerida para el analisis y prediccion: tmpaciente, tmpension, tmpfactores prediccion y tmpcd.
- Se limpian las tablas temporales.
- Se agrega la nueva informacion correspondiente al paciente validado en las tablas temporales.
- Se ejecuta el archivo python responsable de la prediccion

**CAPITULO III**  
Estrategia de implementacion de propuesta de solución



Distribuido en rubrosa



## **ANÁLISIS DE RESULTADOS:**

### **1. EVALUACIÓN DE OBJETIVOS:**

Comparar los resultados obtenidos con los objetivos iniciales de la solución web. Esto ayuda a determinar si la solución ha logrado cumplir con las metas establecidas.

### **2. ANÁLISIS DE RENDIMIENTO:**

Examinar el rendimiento de la solución en términos de velocidad, tiempo de respuesta y capacidad de manejo de tráfico. Esto puede incluir pruebas de carga y análisis de la eficiencia del sistema.

### **3. EXPERIENCIA DEL USUARIO (UX):**

Evaluar la satisfacción del usuario con la solución web. Esto puede incluir encuestas, entrevistas y análisis de datos de uso para entender cómo los usuarios interactúan con la solución y qué problemas podrían estar enfrentando.

### **4. ERRORES Y PROBLEMAS:**

Identificar y analizar cualquier error o problema que haya surgido durante la implementación y el uso de la solución. Esto incluye errores técnicos, problemas de seguridad y cualquier mal funcionamiento.

### **5. IMPACTO EN EL NEGOCIO:**

Medir cómo la solución web ha impactado en los indicadores clave de rendimiento (KPI) del negocio, como el incremento de ventas, la reducción de costos o la mejora en la eficiencia operativa.

### **6. FEEDBACK DE LOS STAKEHOLDERS:**

Recoger y analizar las opiniones y comentarios de todas las partes interesadas, incluidos usuarios, clientes, y equipos internos, para obtener una visión integral de cómo ha sido recibida la solución.

### **7. RECOMENDACIONES PARA MEJORAS:**

Basado en el análisis de los resultados, proporcionar recomendaciones para ajustes, mejoras o nuevas funcionalidades que podrían optimizar aún más la solución.

## **8. DOCUMENTACIÓN Y REPORTES:**

Documentar los hallazgos del análisis de resultados y preparar informes detallados para compartir con los stakeholders y para futuras referencias.

## **CONCLUSIONES:**

Conclusiones y recomendaciones (las conclusiones en base a los objetivos planteados y las recomendaciones e refiere a opiniones técnicas sobre la operación, implementación y mantenimiento de la propuesta de solución).

## **ANEXOS:**

**Anexo “a” - Cronograma.**

**Anexo “b” - Matriz de congruencia.**

Anexo “a” - Cronograma

AÑO 2024	JULIO	AOGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
DURACION	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	FASE 5
2 Semanas	Recopilacion de datos				
	Limpieza de datos				
3 Semanas		Seleccion y entrenamiento			
		Optimizacion de hiperparametros			
2 Semanas			Evaluacion de rendimiento		
			Comparacion de rendimiento con otro modelo existente		
2 Semanas				Desarrollo de interfaz	
1 Semana					Test del prototipo
					Validacion de prototipo

## **Anexo “b”**

### **MATRIZ DE CONGRUENCIA**

<b>ASPECTO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Capitulo I: Especificación del proyecto	
a. Situación actual	Las normas de salud exigen al médico, que registre los datos de los signos vitales del paciente en el expediente, cada que requiera consulta médica. Incluye la TA. Para consultar el historico de TA del paciente, debe revisar todo el expediente. No tiene capacidad para predecir valores futuros.
i. Antecedentes	
ii. Descripción del problema	
iii. Planteamiento del problema	
iv. Hipotesis	
b. Tema	
c. Sistema de objetivos	
d. Alcances	
e. Justificacion	
f. Cronograma de actividades	
g. Presupuesto	
Capitulo II: Analisis y dieño de la propuesta de solución	
a. Metología de trabajo	
b. Descripción de la propuesta de solución	
c. Descripción de la tecnología a utilizar	
d. Evaluacion de las tecnologías disponibles	
e. Diagrama arquitectonico de la solución	
f. Descripción de los componentes de la solución	
Capitulo III: Estrategia de implmentación de propuesta de solución	
a. Estrategia de implementción (producto nuevo)	
b. Presupuesto de implementación	
c. Analisis de resultados	

Conclusiones  
Recomendaciones  
Bibliografía  
Anexos