UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN**

**Solución para el control y seguimiento del proceso de gestación de
mujeres utilizando dispositivos wearables**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas de Información

AUTOR

Benites Camacho, Jan Pierre (0000-0002-1971-8528)

ASESOR

Velásquez Núñez, Ángel Augusto (0000-0003-4702-2576)

Lima, 06 de Febrero 2020

RESUMEN

El propósito del presente proyecto consiste en la estructuración de una solución para el control y seguimiento del proceso de gestación en mujeres utilizando dispositivos wearables enfocado a un modelo de negocio, con la finalidad de evitar el desarrollo de enfermedades prevenibles relacionadas al embarazo mediante alertas generadas a partir de irregularidades de los signos vitales de la mujer gestante, las cuales son enviadas al personal médico para su evaluación e intervención. El proyecto consta del modelo, arquitectura lógica, física y estudio de mercado generados a partir del desarrollo de la solución planteada, enfocados al análisis de los datos fuera del entorno médico mediante el monitoreo pasivo considerando aspectos médicos, tecnológicos y legales que garanticen la seguridad e integridad del paciente.

Palabras Clave: Solución tecnológica; proceso de gestación; dispositivos wearables; prevención de enfermedades.

“Solution for the monitoring and control of the process of gestation of women using wearable devices”

ABSTRACT

The purpose of this project is to structure a solution for the control and monitoring of the gestation in women using wearable devices. This proposal is focused on a business model and was created in order to avoid the development of preventable diseases related to pregnancy. The exposed solution uses alerts generated from irregularities in the vital signs of pregnant women, which are sent to the medical staff for evaluation and intervention. The project consists of a model, a logical and physical architecture, and a market research generated from the development of the proposed solution. This is focused on the analysis of data outside the medical environment through passive monitoring that considers medical, technological and legal aspects that ensures safety, security and integrity of pregnant women.

Keywords: Technological solution; pregnancy; wearable devices; disease prevention.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROYECTO	13
1.1. Objeto de estudio	13
1.2. Dominio del problema	13
1.3. Planteamiento de la solución	14
1.4. Objetivos del proyecto	15
1.4.1. Objetivo General.....	15
1.4.2. Objetivos Específicos	15
1.5. Indicadores de Éxito	15
1.6. Planificación del Proyecto	16
1.6.1. Alcance	16
1.6.2. Plan de Gestión de Tiempo.....	17
1.6.3. Plan de Gestión de Recursos Humanos	19
1.6.4. Plan de Comunicaciones.....	20
1.6.5. Plan de Gestión de Riesgos	21
CAPÍTULO 2: LOGROS DE LOS STUDENT OUTCOMES	22
CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE	26
3.1. Metodología.....	26
3.2. Planificación	26
3.2.1. Preguntas	26
3.2.2. Bancos de información	27
3.2.3. Palabras Clave	27
3.2.4. Periodo.....	27
3.3. Desarrollo.....	28
3.4. Análisis	30
3.4.1. Condiciones para implementar un sistema de monitoreo remoto para pacientes médicos	30
3.4.2. Indicadores relevantes para el seguimiento médico de mujeres gestantes	43
3.4.3. Tecnologías útiles para medir los indicadores para el seguimiento de mujeres gestantes.....	52
3.4.4. Modelos para la implementación de sistemas de monitoreo médico para pacientes	62
3.1.1. ¿Qué dispositivos wearables enfocados al sector salud y obstetricia existen actualmente?	65

3.5. Conclusiones	73
CAPÍTULO 4: MARCO TEÓRICO	74
4.1. Tecnología Wearable	74
4.1.1. Clasificación Wearable.....	74
4.2. Cloud Computing.....	75
4.2.1. Modelos de Servicio	76
4.2.2. Soluciones Cloud.....	78
4.2.3. Modelos de Implementación	80
4.3. Plataforma Open Source	81
4.4. Android.....	81
4.5. Gestor de base de datos.....	82
4.5.1. Microsoft SQL Server	83
4.5.2. Oracle Database.....	84
4.5.3. MySQL.....	84
4.5.4. PostgreSQL.....	84
4.6. Proceso de gestación.....	85
4.6.1. Fases del proceso de gestación:	85
4.6.2. Signos Vitales y Parámetros Corporales:	87
4.7. Grupos Patológicos	91
4.7.1. Causas Obstétricas Directas.....	91
4.7.2. Causas Obstétricas indirectas	91
4.7.3. Sepsis e Infecciones.....	91
4.7.4. Enfermedades Hipertensivas	92
4.8. Medicina basada en Evidencia.....	94
4.9. Ley de datos Personales	96
4.10. Proceso de atención prenatal	98
4.10.1. Objetivos.....	99
4.10.2. Factores de Riesgo	100
4.10.3. Frecuencia de las atenciones prenatales en el Perú.....	103
4.10.4. Proceso de atención prenatal.....	103
4.10.5. Signos y síntomas de alarma.....	108
4.10.6. Dispositivos médicos	109
4.10.7. Servicios de atención prenatal	117
4.10.8. Sector médico público y privado en el Perú	120
CAPÍTULO 5: DESARROLLO DEL PROYECTO	122

5.1.	Propuesta.....	122
5.2.	Análisis de Gestores de Base de datos.....	124
5.3.	Análisis de Soluciones Cloud	126
5.4.	Análisis de dispositivos wearables	128
5.4.1.	Presión Arterial.....	128
5.4.2.	Frecuencia Cardíaca	129
5.4.3.	Temperatura corporal	130
5.4.4.	Contracciones Uterinas.....	130
5.4.5.	Dispositivos Wearables	131
5.5.	Arquitectura General.....	133
5.5.1.	Mujer Gestante	134
5.5.2.	Médico Especialista.....	136
5.5.3.	Servidores	136
5.6.	Arquitectura Lógica	137
5.6.1.	Usuarios.....	138
5.6.2.	Dispositivos wearables	138
5.6.3.	Smartphone.....	138
5.6.4.	Cliente.....	139
5.6.5.	Servidor de Aplicaciones.....	139
5.6.6.	Servidor de Base de datos.....	140
5.7.	Modelo	141
5.7.1.	Recolección de datos	141
5.7.2.	Procesamiento de datos	143
5.7.3.	Análisis de datos.....	144
5.7.4.	Resultado	144
5.7.5.	Soporte.....	146
5.8.	Sistema de Monitoreo remoto para gestantes	149
5.8.1.	Diseño de la solución.....	150
5.8.2.	Estructura de validación de la solución	166
CAPÍTULO 6: RESULTADOS DEL PROYECTO		174
6.1.	Validación del mercado	174
6.1.1.	Análisis Macroentorno	174
6.1.2.	Análisis Microentorno	182
6.1.3.	Identificación de necesidades	184
6.1.4.	Identificación de oportunidad del mercado	186

6.1.5.	Muestreo	187
6.1.6.	Encuestas	189
6.1.7.	Alianzas Estratégicas	202
6.1.8.	Análisis de entrevistas a expertos	204
6.1.9.	Conclusión General de Entrevistas	209
6.2.	Validación médica	210
6.2.1.	Comité Institucional de Ética en Investigación	210
6.2.2.	Evaluación de la propuesta	210
CAPÍTULO 7: GESTIÓN DEL PROYECTO		213
7.1.	Producto Final	213
7.2.	Matriz de Trazabilidad de Requerimientos	214
7.3.	Gestión de Riesgos	215
7.4.	Gestión de Recursos Humanos	216
7.5.	Lecciones aprendidas	218
CONCLUSIONES		219
RECOMENDACIONES		220
GLOSARIO		220
BIBLIOGRAFÍA		221
ANEXOS		233

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Tabla de Problema y Causas	13
Tabla 02: Indicadores de Éxito.....	16
Tabla 03: Fases del proyecto	17
Tabla 04: Gestión de Riesgos	21
Tabla 05: Cuadro de resultados Investigación	28
Tabla 06 : Detalle de documentos	29
Tabla 07: Lista de parámetros de investigación	32
Tabla 08: Cuadro de resultado de análisis I	42
Tabla 09: Cuadro de resultado de análisis II	51
Tabla 10: Cuadro de resultado de análisis II	61
Tabla 11: Cuadro de resultado de análisis IV.....	64
Tabla 12: Cronología del embarazo	86
Tabla 13: Niveles de Evidencia de Acuerdo al Diseño de los Estudios.....	95
Tabla 14: Niveles de Recomendación de Acuerdo a la Evidencia.....	95
Tabla 15: Matriz de evaluación	170
Tabla 16: Población Meta.....	187
Tabla 17: Población por sexo según departamentos 2017 (en miles)	188
Tabla 18: Matriz de Trazabilidad de Requerimientos	214
Tabla 19: Gestión de Riesgos	215

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Planteamiento de la solución	14
Figura 02: Roles del proyecto	19
Figura 03: Proceso de Búsqueda	28
Figura 04: Estado del arte - Pasos de la metodología	32
Figura 05: Estado del arte - Aplicación del clasificador C4.5 en estandarizado.....	34
Figura 06: Estado del arte - Variables lingüísticas para la medición de la presión sistólica	37
Figura 07: Estado del arte - Diagrama del flujo del sistema propuesto	39
Figura 08: Estado del arte - Interfaz del usuario	40
Figura 09: Estado del arte - Cálculo del ángulo de Slouch	46
Figura 10: Estado del arte - Posturas junto con sensor virtual de desplazamiento.	47
Figura 11: Estado del arte - Esquema del Flujo	55
Figura 12: Estado del arte - Distribución de los gastos.....	58
Figura 13: Estado del arte - Estructura del Sistema	60
Figura 14: Estado del arte - El contraste del TPR detectado entre este sistema y MP..	60
Figura 15: Estado del arte - Big data analytics architecture in health care.	63
Figura 16: Dispositivos werarables - YONO	66
Figura 17: Dispositivos werarables - Bloomlife	67
Figura 18: Dispositivos werarables - OMRON.....	68
Figura 19: Dispositivos werarables - TinyKicks.....	68
Figura 20: Dispositivos werarables - PregSense	69
Figura 21: Dispositivos werarables - Modoo	70
Figura 22: Dispositivos werarables - AVA	71
Figura 23: Dispositivos werarables – Olive	71
Figura 24: Dispositivos werarables - AVA	72
Figura 25: Android 8.0 oreo.....	82
Figura 26: Most popular database management systems worldwide 2018.....	83
Figura 27: Fases del proceso de gestación	85
Figura 28: Agrupación de trimestres del proceso de embarazo	86
Figura 29: Variación de la Frecuencia Cardiaca durante el proceso de gestación.....	89
Figura 30: Variación de la Presión Arterial Media durante el proceso de gestación....	89
Figura 31: Variación de intensidad de la primera contracción.....	90

Figura 32: Flujograma para la elaboración de una guía de procedimiento asistencial .	94
Figura 33: Proceso de atención para el control prenatal	104
Figura 34: Dispositivo médico - Tensiómetro manual.....	111
Figura 35: Dispositivo médico - Estetoscopio	111
Figura 36: Dispositivo médico - Tallímetro mecánico.....	112
Figura 37: Dispositivo médico - Plicómetro	112
Figura 38: Dispositivo médico - Ultrasonido Fetal Trans-vaginal.....	114
Figura 39: Dispositivo médico - Ultrasonido Fetal Transabdominal.....	114
Figura 40: Dispositivo médico - Transductor Fetal	116
Figura 41: Resultados de medición del transductor fetal	116
Figura 42: Mapa del Sistema de Salud en Perú.....	120
Figura 43: Resumen de la solución.....	122
Figura 44: Grupos patológicos durante el embarazo.....	124
Figura 45: Benchmarking Database Management Systems.....	125
Figura 46: Benchmarking Cloud Computing	126
Figura 47: Enterprise Public Cloud Adoption 2018 vs 2017	127
Figura 48: Presión Sistólica y Diastólica	129
Figura 49: Temperatura Corporal.....	130
Figura 50: Dispositivos wearables	131
Figura 51: Arquitectura General	133
Figura 52: Arquitectura lógica.....	137
Figura 53: Modelo.....	141
Figura 54: Sistema de Monitoreo - Autenticación	149
Figura 55: Registro médico – Paso 01	150
Figura 56: Registro médico – Paso 02	151
Figura 57: Registro médico – Paso 03	151
Figura 58: Registro pacientes – Paso 01	152
Figura 59: Registro pacientes – Paso 02	153
Figura 60: Registro pacientes – Paso 03	154
Figura 61: Personalización de rangos saludables	155
Figura 62: Plataforma web / móvil para el médico especialista.....	156
Figura 63: Lista de pacientes plataforma web.....	157
Figura 64: Alerta ante irregularidades en la lectura de biométricas.....	157

Figura 65: Alertas generales de la solución	158
Figura 66: Registro de resultados del control prenatal.....	159
Figura 67: Verificación inicial datos personales	160
Figura 68: Conexión con los sensores wearables.....	161
Figura 69: Aplicativo móvil – mujer gestante.....	162
Figura 70: Alerta ante posible riesgo	164
Figura 71: Alerta de uso	165
Figura 72: Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017.....	176
Figura 73: What's that (tech) you're wearing?.....	179
Figura 74: Pirámide de necesidades de Abraham Maslow	184
Figura 75: Población por Segmento de edad 2017.....	188
Figura 76: Personas según NSE en Lima 2017	188
Figura 77: Resultado de Encuesta I.....	194
Figura 78: Resultado de Encuesta II	194
Figura 79: Resultado de Encuesta III	195
Figura 80: Resultado de Encuesta IV	195
Figura 81: Resultado de Encuesta V	196
Figura 82: Resultado de Encuesta VI.....	196
Figura 83: Resultado de Encuesta VII	197
Figura 84: Resultado de Encuesta VIII	197
Figura 85: Resultado de Encuesta IX	198
Figura 86: Resultado de Encuesta X	198
Figura 87: Resultado de Encuesta XI.....	198
Figura 88: Resultado de Encuesta XII	199
Figura 89: Factores que impulsan la elección de una clínica.....	204
Figura 90: Roles del Proyecto	216

INTRODUCCIÓN

Actualmente la tecnología es un factor vital para el desarrollo y evolución de la sociedad, la cual se enfoca en dar solución a muchas de nuestras necesidades a través de la innovación. En el caso de la medicina, el uso de la tecnología se ha vuelto imprescindible, ya que permite disponer de información precisa sobre la condición de los pacientes para que los médicos puedan actuar de la mejor manera posible, previniendo percances u enfermedades que puedan atentar con la vida de las personas.

Específicamente en el campo médico de la ginecología es necesario tener mucha precaución, ya que se ven comprometidas dos o más vidas (madre e hijos). Para ello, las mujeres gestantes deben de asistir a sus respectivos controles prenatales, sin embargo, estos no contemplan todos los cambios que la mujer sufre durante el embarazo, ya que existen periodos de tiempo en los que el proceso de gestación no se encuentra bajo la supervisión médica correspondiente, lo cual puede dar origen al desarrollo de enfermedades que pueden ser evitadas si se detectan a tiempo. El proyecto desarrollado, plantea el uso de la tecnología a fin de apoyar al proceso del control pre-natal mediante el uso de dispositivos wearables considerando los respectivos conceptos médicos, tecnológicos y legales para el diseño de la solución.

CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROYECTO

En este primer capítulo se describe el objeto de estudio, dominio del problema y el planteamiento de la solución del proyecto. Así mismo, se presenta el objetivo principal y los objetivos específicos del proyecto, así como sus indicadores de éxito los cuales respalden el cumplimiento de los objetivos planteados.

1.1.Objeto de estudio

El presente proyecto tiene como objeto de estudio el análisis de la situación actual referente al nivel de mortalidad y morbilidad de mujeres gestantes basados en los casos prevenibles no detectados a tiempo en el Perú. Así mismo, la investigación de los diferentes factores médicos y legales sobre el cuidado médico hacia las mujeres durante la etapa del embarazo, a fin de realizar una propuesta innovadora utilizando la tecnología como medio de prevención para el desarrollo de patologías que puedan comprometer la vida e integridad de la mujer gestante y del bebé.

1.2.Dominio del problema

El dominio del problema considerado para el desarrollo del presente proyecto se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 01: Tabla de Problema y Causas

Problema	Causas
Según el MINSA, el 76% del total de muertes maternas en el Perú son provocadas por causas obstétricas directas e indirectas, infecciones y enfermedades hipertensivas prevenibles desarrolladas durante el embarazo.	<ul style="list-style-type: none">● Ausencia de un monitoreo constante del desarrollo de la gestante.● Cambios irregulares de los signos vitales y parámetros corporales no detectados.● Falta de información sobre las recomendaciones para llevar un embarazo saludable.● Detección tardía de las enfermedades por demora en el proceso de atención pre-natal.

1.3.Planteamiento de la solución

La solución propuesta se basa en el monitoreo pasivo de los signos vitales y otros parámetros corporales durante las 24 horas del día, garantizando un seguimiento constante de la variación de dichos indicadores y así lograr detectar alguna irregularidad que pueda dar pase al desarrollo de patologías durante el proceso de gestación.

Debido al impacto de la detección precoz de patologías, se plantea el uso de tecnología Wearable para el recolectar datos de los parámetros corporales, realizar su respectivo análisis y llevar un seguimiento constante de forma pasiva, es decir, el sensor no interfiere con las actividades diarias de la gestante. Una vez que los sensores capten los parámetros corporales, se realiza el envío al Smartphone, en donde se realizará la primera validación de los valores captados. Así mismo se hace uso de tecnología Cloud Computing, en la cual se realiza la transferencia de datos al centro médico para que se pueda contar con el registro completo del desarrollo del embarazo mediante una plataforma Web.

Figura 01: Planteamiento de la solución

Fuente: Elaboración Propia

1.4.Objetivos del proyecto

1.4.1. Objetivo General

OG: Implementar una solución tecnológica para el seguimiento y control del proceso de gestación de mujeres gestantes utilizando dispositivos wearables.

1.4.2. Objetivos Específicos

OE1: Analizar información sobre el proceso de gestación identificando las patologías que se puedan presentar durante el embarazo, asimismo identificar los signos vitales y sus rangos de variación. Analizar información sobre los dispositivos wearables disponibles para la captación de signos vitales y soluciones previas implementadas para el monitoreo remoto de mujeres gestantes.

OE2: Diseñar el modelo, arquitectura física y lógica que den soporte a la implementación de la solución de monitoreo de mujeres gestantes utilizando dispositivos wearables basados en aspectos médicos, legales y tecnológicos.

OE3: Validar los componentes de la solución para su implementación aplicando métricas de validación médicas y tecnológicas.

OE4: Elaborar un plan de continuidad del negocio del proyecto.

1.5.Indicadores de Éxito

El cumplimiento de los objetivos del proyecto se mide a través de los siguientes indicadores de logro:

Tabla 02: Indicadores de Éxito

Indicador de éxito	Indicador de Éxito	Objetivo Específico
IE1	Aprobación por parte del cliente del análisis de la información relevante para el desarrollo del proyecto, abarcando temas médicos, legales y tecnológicos correspondientes a la propuesta planteada.	OE1
IE2	Aprobación por parte del cliente del diseño de la arquitectura tecnológica, modelo físico y lógico que soporten el despliegue de la solución.	OE2
IE3	Aprobación de la propuesta por parte de expertos referente al análisis de los resultados de la validación de mercado.	OE3
IE4	Aprobación del plan de continuidad por parte del cliente.	OE4

1.6. Planificación del Proyecto

1.6.1. Alcance

El alcance del proyecto incluye:

- Análisis del proceso de gestación, signos vitales, patologías, dispositivos wearables y soluciones existentes de monitoreo remoto.
- Diseño la arquitectura y modelo que soporte la solución planteada.
- Diseño del sistema web y la aplicación móvil integrado con el dispositivo Wearable.
- Desarrollo del plan de continuidad del proyecto.

El proyecto no abarca los siguientes puntos:

- Desarrollo de la aplicación móvil para otra plataforma que no sea Android.
- Capacidad de monitoreo para todos los signos vitales de la madre y el feto.
- Integración con sistemas externos.

1.6.2. Plan de Gestión de Tiempo

El Plan de Gestión del Tiempo del proyecto tiene como objetivo principal ayudar a gestionar los tiempos de cada entregable que se define en el cronograma del proyecto y poder tomar decisiones que conlleven a terminar todo lo planificado para el proyecto. A continuación, se presenta el desarrollo de las actividades durante el ciclo.

Tabla 03: Fases del proyecto

Fase del Proyecto	Hito del proyecto	Fecha Estimada	Entregables incluidos	Prioridad
Primera fase	Aprobación del Project Charter por parte del profesor Gerente y Cliente	Semana 02 2018-01	Memoria del Proyecto	Alta
	Aprobación de la documentación alineamiento del Proyecto a los Outcomes ABET	Semana 02 2018-01	Memoria del Proyecto	Alta
	Aprobación del Project Charter por parte del comité de dirección.	Semana 03 2018-01	Memoria del Proyecto	Alta
	Desarrollo y aprobación de historias de usuario.	Semana 03 2018-01	Memoria del Proyecto	Alta
Segunda fase	Aprobación del Marco Teórico	Semana 06 2018-01	Memoria del Proyecto	Alta
	Aprobación de los artefactos de PM	Semana 06 2018-01	Memoria del Proyecto	Alta
	Aprobación de la Memoria Parcial del Proyecto por parte del Comité de Proyecto	Semana 06 2018-01	Memoria del Proyecto	Alta
	Finalización del anexo B - atributos de calidad.	Semana 08 2018-01	Memoria del Proyecto	Alta

Tercera fase	Aprobación del estado del arte	Semana 10 2018-01	Memoria del Proyecto	Alta
	Aprobación del objetivo 1	Semana 11 2018-01	Memoria del Proyecto	Alta
	Aprobación del objetivo 2	Semana 14 2018-01	Memoria del Proyecto	Alta
Cuarta fase	Aprobación del objetivo 3	Semana 07 2018-02	Memoria del Proyecto	Alta
	Aprobación del capítulo 5	Semana 09 2018-02	Memoria del Proyecto	Alta
	Aprobación de la Cartera de Proyectos.	Semana 09 2018-02	Memoria del Proyecto	Alta
	Aprobación del objetivo 4	Semana 11 2018-02	Memoria del Proyecto	Alta
Quinta fase	Aprobación de los resultados del proyecto	Semana 12 2018-02	Memoria del Proyecto	Alta
	Aprobación de la Memoria Final del Proyecto por parte del Comité de Proyecto	Semana 15 2018-02	Memoria Final del proyecto	Alta

1.6.3. Plan de Gestión de Recursos Humanos

Este plan tiene como propósito identificar la organización y dirección del equipo del proyecto. Es por ello, cada integrante del proyecto tiene un rol y responsabilidades definidas.

Figura 02: Roles del proyecto

El procedimiento para el requerimiento y adquisición de recursos externos se considera los siguientes aspectos:

- Se realiza el análisis de los requerimientos del personal necesario para la validación e inspección de documentos. Se comunica esta necesidad al gerente de proyectos.
- El recurso se encarga de realizar ciertos requerimientos de apoyo en el proceso de investigación y en desarrollo en caso sea necesario.

1.6.4. Plan de Comunicaciones

Para asegurar el cumplimiento de las necesidades de comunicación de los stakeholders a lo largo del proyecto, se ha realizado el análisis de stakeholders y luego de él se ha plasmado cada una de sus necesidades en su respectiva matriz la cual forma parte del anexo de este documento.

El Plan de Gestión de Comunicaciones debe ser revisado y actualizado cada vez que:

- Hay una solicitud de cambio aprobada o acción correctiva que impacte los requerimientos o necesidades de información de los stakeholders.
- Hay cambios en los miembros y roles del equipo del proyecto.
- Hay solicitudes inusuales de informes o reportes adicionales que se van a mantener a lo largo del proyecto.

Cuando se presenten quejas, sugerencias o comentarios o evidencia de requerimientos de información no satisfechas. La actualización del Plan de Gestión de Comunicaciones debe seguir los siguientes pasos:

- Identificación y clasificación de stakeholders.
- Determinación de requerimientos de información.
- Elaboración/Actualización de la matriz de comunicaciones del Proyecto.
- Actualización del ítem correspondiente del Plan de Gestión de las Comunicaciones.
- Aprobación del Plan de Gestión de Comunicaciones por el Comité Ejecutivo.
- Difusión del nuevo Plan de Gestión de Comunicaciones de acuerdo a lo definido en la Matriz de Comunicaciones.

1.6.5. Plan de Gestión de Riesgos

El plan de la gestión de riesgo permite prevenir los hechos o factores que afecten el proyecto a cualquier nivel, ya sea tiempo, alcance o recursos. Los principales riesgos identificados son los siguientes se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 04: Gestión de Riesgos

#	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Estrategia de mitigación
1	Incumplimiento de las actividades asignadas a los recursos de las empresas virtuales de la EISC	Media	Medio	No asignar tareas que cubran más tiempo del que dispone el recurso asignado.
2	Cambio del alcance del proyecto	Baja	Alto	Reestructuración del proyecto y del cronograma planteado previamente.
3	Dependencia del recurso experto para el avance del marco teórico	Media	Medio	Constante búsqueda de fuentes confiables que garanticen y aporten al desarrollo de la investigación. Armar artefactos para la obtención concisa de información.
4	Falta de validación del avance del proyecto por parte del profesor gerente y comité.	Baja	Alto	Realizar constantemente reuniones de coordinación donde se presente el avance del proyecto al cliente y comité.

CAPÍTULO 2: LOGROS DE LOS STUDENT OUTCOMES

En este capítulo se describe de qué manera y a través de qué evidencias se ha logrado cumplir con los Student Outcomes para la carrera de Ingeniería de Sistemas de Información.

STUDENT OUTCOME A - Propone soluciones en sistemas de información aplicando principios de matemática, ciencias, computación e ingeniería a problemas de ingeniería de sistemas de información.

En el proyecto desarrollado se abarcaron temas enfocados a la ciencia médica, evaluando los factores de salud relevantes durante el proceso de gestación de mujeres necesarios para sustentar la propuesta del monitoreo médico remoto de mujeres gestantes utilizando dispositivos wearables. Así mismo se propone el uso de los rangos saludables establecidos en el alcance del proyecto, generando alertas en caso se identifique una irregularidad bajo el criterio del personal médico.

STUDENT OUTCOME B - Formula y administra proyectos y experimentos en base al análisis e interpretación de datos relevantes en la implementación de sistemas de información.

Se realizó la validación y verificación del cumplimiento de cada uno de los requerimientos para la propuesta de un aplicativo de monitoreo para mujeres gestantes. Para el desarrollo del proyecto se propone el análisis no predictivo de los signos vitales y otros parámetros corporales para evaluar posibles situaciones de riesgo originadas por patologías desarrolladas durante el embarazo, logrando cumplir con la propuesta de un sistema preventivo.

STUDENT OUTCOME C - Diseña la arquitectura de negocio y tecnológica para la implementación de un sistema de información, teniendo en cuenta restricciones económicas, sociales, políticas, éticas y otras propias del entorno empresarial.

El diseño de la arquitectura desarrollada considera los lineamientos éticos, sociales y políticos respetando las normativas legales planteadas por el Estado Peruano y el Ministerio de Salud en el rubro de la medicina y tecnología en base a estándares establecidos por entidades internacionales como la OMS/OPS.

STUDENT OUTCOME D - Participa en equipos multidisciplinarios liderando o desarrollando sus tareas eficientemente con profesionales de diferentes especialidades o dominios de aplicación.

Para el desarrollo de la solución se requirió de la opinión de expertos en el rubro de la medicina, para así poder identificar las patologías, signos vitales y los estándares ya definidos para desarrollar la propuesta de monitoreo de las mujeres gestantes, por ello, se participó en reuniones en conjunto con médicos expertos en la especialidad de ginecología evaluando el desarrollo del proyecto.

STUDENT OUTCOME E - Identifica y analiza problemas de negocio o tecnológicos dentro del ciclo de vida de un sistema de información con alcance empresarial o inter empresarial.

Se identificaron las variables que inducen al problema identificado referentes al porcentaje de muertes maternas prevenibles, considerando los estudios estadísticos realizados por el Ministerio de Salud del Perú para poder aterrizar el alcance del proyecto a consecuencia del correcto planteamiento del problema. Así mismo se evaluaron las restricciones tecnológicas referentes a la clasificación de los dispositivos médicos y al uso de wearables enfocados al seguimiento de variables biométricas de la mujer gestante.

STUDENT OUTCOME F - Propone soluciones en sistemas de información con responsabilidad profesional y ética.

Se respeta las restricciones éticas médicas, respetando normativas como la ley de protección de datos personales y el manejo de datos sensibles, velando por la por la integridad de las mujeres gestantes en el servicio de salud.

STUDENT OUTCOME G - Comunica ideas o resultados orales o escritos con claridad y efectividad a públicos de diferentes especialidades y niveles jerárquicos.

Para el proyecto se realizó la respectiva documentación de todo el proceso de desarrollo de la solución. Así mismo, se documentó los temas tratados y acuerdos desarrollados en las reuniones con el portfolio manager y el profesor cliente. Se realizaron reuniones con diferentes profesionales, en la cual se presentó la propuesta de manera clara para una correcta comunicación.

STUDENT OUTCOME H - Identifica el impacto de las soluciones en sistemas de información en el contexto global, económico y del entorno en la sociedad.

El resultado final del proyecto pretende disminuir el porcentaje de muertes maternas producidas por patologías prevenibles, logrando así, reducir costos en el seguimiento del embarazo tanto por parte del centro médico como por parte de la gestante.

STUDENT OUTCOME I - Actualiza los conocimientos en metodologías, técnicas, herramientas por ser necesarios para mantener la vigencia en el desarrollo de sistemas de información.

Se identificó que el uso de los sistemas de información por parte del rubro de la medicina, puede aportar valor al monitoreo de las mujeres gestantes, logrando detectar a tiempo posibles patologías que puedan comprometer la vida tanto de la madre como la del bebé.

STUDENT OUTCOME J - Analiza hechos del mundo contemporáneo identificando el impacto en el desempeño profesional del ingeniero de sistemas de información.

Se realizó el análisis de las soluciones y casos de estudio existentes hasta la fecha. Se tomó en cuenta las metodologías y técnicas utilizadas en estos proyectos para poder realizar la planificación del proyecto. Así mismo, se analizaron las estadísticas publicadas por el Ministerio de Salud logrando proponer una solución acorde a las oportunidades de mejora en base a la necesidad de disminuir la tasa de mortalidad y morbilidad durante el proceso de gestación.

STUDENT OUTCOME K - Utiliza técnicas y herramientas de última generación en el desarrollo de sistemas de información.

El proyecto hace uso de las tecnologías Cloud Computing y wearables, los cuales están detallados en el modelo, arquitectura física y lógica brindando el soporte al despliegue de una aplicación para el monitoreo médico remoto de las mujeres gestantes.

CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE

Este capítulo muestra los diversos trabajos de investigación realizados en diferentes países en relación a la solución planteada. Se analiza trabajos de investigación similares, propuestas médicas utilizando tecnologías innovadoras, metodologías y marcos de trabajo para la sustentación del proyecto.

3.1. Metodología

Para la selección de los artículos relacionados a al monitoreo de mujeres gestantes utilizando dispositivos wearables, se ha optado por utilizar una metodología de 3 fases (Wong, Mauricio, & Rodríguez, 2017), la cual está compuesta por:

- **Planificación:** Fase en la cual se elaboran las preguntas de investigación y se define el protocolo de revisión.
- **Desarrollo:** Fase en la cual se seleccionan los estudios primarios de acuerdo con los criterios de selección y exclusión
- **Análisis:** Fase en la cual se presenta el análisis de los diversos artículos seleccionados tanto su aporte como los resultados que dieron cada uno.

3.2. Planificación

Durante la fase de planificación, se detallan las preguntas relevantes para la investigación, se definen los bancos de búsqueda de las cuales se obtendrán los artículos científicos válidos para el desarrollo del proyecto. Así mismo se definen las palabras claves relacionadas a la propuesta de investigación.

3.2.1. Preguntas

- ¿Bajo qué condiciones se puede implementar un sistema de monitoreo remoto para pacientes médicos?

- ¿Qué indicadores son importantes para el seguimiento médico de las mujeres gestantes?
- ¿Qué tecnologías son útiles para poder medir los indicadores relevantes para el seguimiento de médico de mujeres gestantes?
- ¿Qué modelos existen para la implementación de sistemas de monitoreo médico para pacientes médicos?
- ¿Qué dispositivos wearables enfocados al sector salud y obstetricia existen actualmente?

3.2.2. Bancos de información

Los bancos de información válidas para la obtención de fuentes son las siguientes:

- Scopus
- IEEE Xplore Digital Library
- Digital ACM
- Web of science search.

3.2.3. Palabras Clave

Para la búsqueda de fuentes, se utilizaron las siguientes palabras clave: “Wearable medical sensors”, ”Health Monitoring”, “Clinical decision support”, “Health care”, “Medical Sensors”, “Fetal-monitoring”, “Clinical support”, “Pervasive healthcare”, “Pregnant Monitoring”.

3.2.4. Periodo

El periodo de vigencia para la obtención de artículos científicos es de 3 años respecto al año actual, es decir, toda fuente validad para el proyecto corresponde del año 2015, en adelante.

3.3.Desarrollo

Para el desarrollo se siguen los pasos definidos en el proceso de investigación para garantizar la selección correcta de documentos:

Figura 03: Proceso de Búsqueda

Utilizando dicho proceso, se han encontrado los siguientes resultados:

Tabla 05: Cuadro de resultados Investigación

Banco	Artículos Potenciales	Artículos Seleccionados
Scopus	143	2
IEEE	136	7
Web of Science	120	2
Total	399	11

En base a los resultados, se han seleccionado los siguientes documentos identificando los siguientes temas:

Tabla 06 : Detalle de documentos

ID	Titulo	Autor	Año	Tema	Publicación
1	A Novel Health Monitoring Approach for Pregnant Women	Lakshmi. B. N; Indumathi. T. S; Nandini Ravi	2015	Diagnóstico médico predictivo	IEEE
2	Development of a Smart Mobile Data Module for Fetal Monitoring in E-Healthcare	Agathe Houzé de l'Aulnoit, Samuel Boudet, Michaël Génin, Pierre-François Gautier, Jessica Schiro, Denis Houzé de l'Aulnoit, Régis Beuscart	2018	Monitoreo remoto	IEEE
3	Fuzzy Intelligent System for Patients with Preeclampsia in Wearable Devices	Macarena Espinilla, Javier Medina, Ángel-Luis García-Fernández, Sixto Campaña, and Jorge Londoño	2017	Diagnóstico médico predictivo	Scopus
4	A Health Decision Support System for Disease Diagnosis based on Wearable Medical Sensors and Machine Learning Ensembles	Yin, H., Jha, N.K.	2017	Diagnóstico médico predictivo	IEEE
5	Non-Wearable Sensor Based Approach to Monitor Primary Health Conditions	Ravindra B Patil; P. Krishnamoorthy	2017	Monitoreo remoto	Scopus
6	Technology for Continuous Long-term Monitoring of Pregnant Women for Safe Childbirth	George K. Endo; Ibukun Oluwayomi; Victor Alexandra; Yashodhan Athavale; Sridhar Krishnan	2017	Monitoreo remoto	IEEE
7	Providing a friendly e-health care environment to rural women during pregnancy and child growth	S. Sribhavani; H. Sunitha; B. Subhiksha	2018	Monitoreo remoto	IEEE
8	The impact of a remote monitoring program on the prenatal follow-up of women with gestational hypertensive disorders	Lanssens, D., Vonck, S., Storms, V., Thijs, I.M., Grieten, L., Gyselaers, W.	2018	Monitoreo remoto	Web Of Science Search
9	Development and validation of an AI-enabled mHealth technology for in-home pregnancy management	Alexander Kazantsev; Julia Ponomareva; Pavel Kazantsev	2015	Monitoreo remoto	IEEE
10	The monitoring system for Pregnancy-induced Hypertension based on Mobile Communication Technology	Kuixing Zhang ; Mei Jiang ; Zhiqing Ma	2015	Monitoreo remoto	IEEE
11	Big data analytics Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations	Yichuan Wang, LeeAnn Kung, Terry Anthony Byrd	2015	Diagnóstico médico predictivo	Web Of Science Search

3.4.Análisis

3.4.1. Condiciones para implementar un sistema de monitoreo remoto para pacientes médicos

3.4.1.1. A Novel Health Monitoring Approach for Pregnant Women

Motivación del autor:

La motivación de los autores con esta investigación es satisfacer la necesidad de protección por las posibles amenazas mortales causadas por complicaciones durante el embarazo, considerando la delicadez de dicha etapa y los requerimientos de una atención médica periódica y minuciosa durante todo el periodo de gestación. Según investigaciones por parte del autor, se menciona que la mayor razón de muertes en mujeres embarazadas es la falta de instalaciones médicas y bajos recursos médicos en naciones en desarrollo. Por consiguiente, los autores proponen una idea en el procedimiento de estandarización para la atención pre-natal y su impacto en mediante la implementación del clasificador C4.5 para proporcionar predicciones de riesgo durante el embarazo.

Este estudio soporta el tema de tesis puesto que se trata de una propuesta de monitoreo en mujeres embarazadas en aspectos predictivos para la detección de posibles riesgos que puedan afectar el desarrollo de la gestación; esta investigación nos ayudará al momento de sustentar la solución propuesta.

Descripción del aporte:

A través del análisis realizado por los autores se permite conocer la importancia de una evaluación continua de salud de la mujer embarazada y su hijo para tomar acciones preventivas del desarrollo de alguna complicación mortal. Los autores afirman que, durante el embarazo, se inducen una gran variedad de cambios en la salud física logrando comprometer diversos signos vitales, en la mayoría de los casos, dichos cambios pueden llegar a generar complicaciones médicas. Cuando los

cambios leves en la salud de la madre son descuidados, puede resultar en severas complicaciones que pueden comprometer la vida de la madre y la del bebé, dentro de los cambios anormales fisiológicos se encuentran los parámetros como temperatura, presión arterial, nivel de glucosa en la sangre, peso, etc.

La presión arterial alta desarrollada durante el embarazo se llama hipertensión gestacional, atacando directamente a los riñones y otros órganos del entorno, generando un estado de pre-eclampsia o toxemia del embarazo de la madre y puede causar complicaciones físicas en el feto. La presencia de la hipertensión arterial puede inducir el parto prematuro o afectar físicamente a la mujer gestante y el desarrollo del bebé durante el embarazo. Por otro lado, los cambios irregulares en los niveles de azúcar en la sangre pueden originar defectos de nacimiento en el feto, aumentar la tasa de abortos involuntarios, obstruir el transporte de los nutrientes necesario para crecimiento del feto arriesgando su desarrollo. En el caso del sobre y bajo peso de la madre, pueden generar el desarrollo de complicaciones de salud como, por ejemplo: eclampsia, parto prematuro, diabetes gestacional, partos complicados, bebés grandes, lesiones de nacimiento, coágulos de sangre, derrames cerebrales, entre otros.

Por ello, los autores proponen la implementación de un sistema de predicción bajo el uso del clasificador C4.5 para proporcionar señales de riesgo durante el embarazo. Para realizar la investigación los autores utilizan una metodología, la cual utiliza herramientas y técnicas de recolección de datos, análisis, estandarización y análisis de datos utilizando la clasificación C4.5.

Figura 04: Estado del arte - Pasos de la metodología

Los atributos usados para la investigación se listan en la siguiente tabla:

Tabla 07: Estado del arte - Lista de parámetros de investigación

Sl. No	Attribute	Description	Data type
1	Age	pregnant women age in years	Numeric
2	Pregnancy Parity	Present pregnancy number	Number
3	History of PE	Did the pregnant woman experience pre-eclampsia state in previous pregnancies (Yes/No)	Textual
4	History of GD	Did the pregnant woman experience gestational diabetes state in previous pregnancies (Yes/No)	Textual

5	Mother/Sister with PE	Did the pregnant woman's mother/sister experience pre-eclampsia state any of their pregnancies (Yes/No)	Textual
6	Mother/Sister with GD	Did the pregnant woman's mother/sister experience gestational diabetes state any of their pregnancies (Yes/No)	Textual
7	State-	The present health status of the pregnant woman (Hypertensive/Normal/Overweight/Underweight)	Textual
8	Trimester	Present trimester of pregnancy (2/3)	Numeric
9	Present Month	Present month of pregnancy (4/5/6/7/8/9)	Numeric
10	Blood Pressure	Blood Pressure recorded presently in mm/Hg	Numeric
11	Presence of GD	Blood Sugar Levels recorded presently in mg/dl	Numeric
12	Weight Gain	Present weight gain from the previous month in Kgs	Numeric

En cuanto a la recolección de datos, esta se realizó a 600 mujeres embarazadas con total consentimiento en estudios prácticos en tres centros médicos en el distrito de Bangalore del estado de Karnataka - India. Luego para la estandarización de parámetros se utilizó un procedimiento estadístico con el apoyo de 40 jueces médicos conocedores y expertos en obstetricia y ginecología. De una lista de 16 parámetros, un conjunto de 6 parámetros se conservó y resto eliminado.

Por último, se realizó el análisis de datos con el clasificador C4.5, la cual es un clasificador de árbol de decisión adecuado para el estudio por ser potente, directo, fácilmente interpretable, comprensible y ampliamente aplicable.

Durante la fase de prueba del sistema de predicción, el algoritmo de clasificación C4.5 se aplica tras la recolección de datos para construir el modelo de árbol de decisión de aprendizaje para conjunto de datos estandarizado. Al obtener el árbol de decisión el conjunto de datos de

prueba modelo se puede analizar el rendimiento del modelo de aprendizaje en términos de precisión en la predicción de riesgos durante el embarazo usando el conjunto de datos estandarizado.

Figura 05: Estado del arte - Aplicación del clasificador C4.5 en estandarizado

Como resultado del estudio practico se tiene que, de 230 datos de prueba, 164 muestras de datos son clasificadas correctamente y 66 están incorrectamente clasificados. La exactitud porcentaje alcanzado por la clase C4.5 es 71.9043 y el porcentaje de error es 28.6957 respectivamente.

Resultado de la investigación:

Del análisis realizado, se puede resaltar el impacto de un sistema de predicción para el desarrollo saludable del proceso de gestación. Así mismo se resalta el rendimiento del algoritmo de clasificación C4.5 dentro de la metodología utilizada y la capacidad de la herramienta para poder tomar decisiones correctas ante las variaciones de los signos vitales relevantes para la investigación. Mediante la implementación de este sistema predictivo en los centros de salud, se puede proveer de las

precauciones necesarias a la mujer gestante para llevar un embarazo saludable sin afectar la integridad de la madre ni del bebé.

3.4.1.2. Fuzzy Intelligent System for Patients with Preeclampsia in Wearable Devices

Motivación del autor:

El problema que los autores se enfocan en resolver es la detección tardía de la pre-eclampsia, patología que se presenta durante el embarazo caracterizada por la hipertensión y proteinuria, y que en casos severos puede poner en riesgo tanto la vida de la madre como el feto.

El problema es muy importante para los autores debido a que la pre-eclampsia es una de las patologías más riesgosas durante el embarazo, que en los peores casos podría terminar con la vida de la madre y/o el feto, también puede generar otras complicaciones como: convulsiones, edema pulmonar, insuficiencia renal, coagulación intravascular diseminada y derrames cerebrales. Por lo cual una detección temprana de la pre-eclampsia podría evitar a la madre pasar por dichas complicaciones.

La motivación del autor se basa en el posible cambio de la situación actual de la mortalidad materna y complicaciones durante el embarazo relacionadas con la pre-eclampsia en Colombia. Para lo cual, proponen una metodología de análisis de datos, utilizando técnicas de extracción de datos y como resultado se propone un modelo de predicción y seguimiento de los signos vitales pertinentes, utilizando un sistema lingüístico difuso para el apoyo del diagnóstico de la pre-eclampsia.

Descripción del aporte:

El aporte del autor es presentar una metodología basada en un enfoque lingüístico para extraer el conocimiento mediante la aplicación de un análisis del árbol de decisión sobre un conjunto de datos de pre-eclampsia supervisada, con el objetivo de una detección temprana de dicha patología. En primer lugar, una serie de atributos biométricos se identifica como

factores clave para el diagnóstico de pre-eclampsia, basado en la experiencia de los expertos en salud y otros estudios académicos:

- Edad.
- Índice de masa corporal.
- Trimestre de embarazo.
- Presión arterial.
- Antecedentes familiares.
- Estrato socioeconómico.
- Raza/origen étnico.
- Primer embarazo.
- Proteinuria.
- Diagnostico (Sin pre-eclampsia, moderada, severa).

En la primera etapa del proceso, los árboles de decisión se utilizan para inferir reglas para clasificar el conjunto de datos, para ello utilizan el clasificador estadístico C4.5. Cabe resaltar que, al analizar conjuntos de datos del mundo real, el modelo tiende a aumentar el tamaño de los árboles para obtener la mejor precisión en la clasificación. Sin embargo, esto puede resultar en el sobreajuste del árbol, así como más difícil de interpretar; por lo tanto, se aplican técnicas de “poda” para reducir la complejidad del árbol.

En la segunda fase de la clasificación del conjunto de datos, se incluye un enfoque lingüístico difuso, con el fin de aumentar la interpretación del árbol de decisión resultante. En este paso, cada atributo con valores continuos ha sido traducida a una variable lingüística con diferentes términos (Normal, Alta, Severa, Muy severa), como se puede apreciar en la figura).

Figura 06: Estado del arte - Variables lingüísticas para la medición de la presión sistólica

Para medir la eficiencia de la propuesta, los autores realizaron una evaluación de la metodología, para lo cual, utilizaron un conjunto de datos de pacientes con un diagnóstico de posible pre-eclampsia recogido del Hospital Departamental de Nariño -Colombia1). Según los expertos médicos, el conjunto de datos contiene una muestra representativa de los casos de preeclampsia en los últimos 5 años y que se compone de 729 registros con los atributos o factores críticos descritos antes.

Resultado de la investigación:

El planteamiento inicial era clasificar el conjunto de datos global utilizando el algoritmo estadístico C4.5 sin considerar un límite en el número de casos requeridos para la creación de un nodo del árbol. La precisión obtenida fue de 99,45%, pero a costa de un tamaño del árbol de 598 nodos.

En el segundo intento, se aplicó dos técnicas de “poda” (una se aplicó en el árbol terminado y la otra se aplicó durante la construcción del árbol); éstos fueron los siguientes:

- La reducción de los nodos generados con un factor de confianza de la entropía igual a 0,25.

- Desactivación de nodos con sólo una instancia en construcción. Este enfoque produce una precisión notable de 82,16%, con un tamaño del árbol de 236 nodos.

En el tercer intento, se evaluó el método de aproximación de la clasificación del árbol, la integración de los términos lingüísticos y las funciones de pertenencia propuestas por los expertos en la salud. El resultado fue un árbol de 197 nodos y una mejora de interpretación a expensas de una menos precisión de 75.03%.

3.4.1.3. Technology for Continuous Long-term Monitoring of Pregnant Women for Safe Childbirth

Motivación del autor:

La motivación de los autores con esta investigación es analizar los posibles beneficios del uso de nuevas tecnologías como es el caso de Internet of Things en temas de salud. El autor resalta que la mayoría de las personas cuentan con teléfonos inteligentes y que estos ayudarían en la solución que proponen para el caso de seguimiento de control de mujeres embarazadas en los primeros quinientos días del bebé. La propuesta del autor se basa en poder reducir el impacto las barreras de servicios de salud que enfrentan las madres embarazadas cuando estas no están cerca de un establecimiento de salud para ser atendidas o el costo de atención del servicio de salud son elevadas para la madre, lo cual eleva los índices de morbilidad para la madre y su hijo al no ser atendidos a tiempo.

Este estudio soporta nuestro tema de tesis puesto que se trata de una propuesta tecnológica de monitoreo de mujeres embarazadas en los primeros quinientos días de vida del bebe, esta investigación nos ayuda al momento de sustentar la solución propuesta.

Descripción del aporte:

A través del análisis realizado por los autores se permite conocer la importancia de una evaluación continua en los primeros quinientos días de vida del recién nacido para evaluar posibles complicaciones del embarazo o control sobre esta. El proyecto se compone de un sistema que adquiere datos de manera económica con inconvenientes mínimos para mujeres embarazadas. Esta propuesta conecta a los pacientes con los profesionales de la salud de forma remota, los costos de la atención se reducirán y el problema de la distancia y la escasez de personal se puede resolver. Para la aplicación del proyecto se utilizó una base de datos en línea y una entrevista con un médico activo, en donde se utilizaron los siguientes ocho parámetros que son la frecuencia cardíaca, la presión arterial, hábitos alimentarios, tabaquismo, consumo de alcohol, viajes, estado de ánimo, salud mental y el nivel de actividad física de mujeres embarazadas. El sistema proporciona estos datos a los médicos a través de una interfaz web; y permite a los médicos controlar la salud de las mujeres embarazadas brindándoles retroalimentación remotamente. A continuación, se muestra el diagrama de flujo del sistema propuesto por los autores.

Figura 07: Estado del arte - Diagrama del flujo del sistema propuesto

El Proyecto llamado “500 días” se dividió en dos fases, la primera llamada Adquisición de señal, la cual consta en contar con un dispositivo accesorio que será un complemento de la aplicación del teléfono inteligente cuya función es adquirir la frecuencia cardíaca utilizando un diodo emisor de luz verde. Estos datos serán transmitidos a una base de datos llamada “Thingspeak” de forma inalámbrica utilizando el protocolo Bluetooth. Thingspeak es una fuente abierta Plataforma Internet of Things para almacenar y recuperar el sensor datos de forma inalámbrica utilizando el Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP). Thingspeak también proporciona aplicaciones para datos visualización y análisis utilizando Matlab. La aplicación en el teléfono inteligente sea hará solo para sistemas operativos Android, le cual cuenta con una amplia categoría de sensores. Sensores de movimiento, sensores de medio ambiente y sensores de posición. La aplicación tiene como objetivo controlar el nivel de actividad física de la mujer embarazada a través de sensores y comunicación remota con los médicos.

Figura 08: Estado del arte - Interfaz del usuario

La última fase llamada Procesamiento de señal consta en la adquisición de los datos utilizando la base de datos ThinkSpeak y Matlab eliminando ruidos, normalizando y clasificando las características y su visualización. Las características se pueden clasificar como normales o anormales basado en estándares de atención médica.

En el prototipo final, los datos adquiridos se utilizarán para formar un Modelo Naive Bayes que se utilizará para clasificar las características extraídas de los datos de frecuencia cardíaca. Además de que adicionar a la aplicación un formulario de encuesta para algunos detalles con el médico y el paciente. Finalmente, es importante enfatizar la importancia de adquisición de señal biomédica no invasiva. El sistema prototipo de los primeros 500 días proyecto adquiere todos sus datos de forma no invasiva con un mínimo inconveniente para su usuario.

Resultado de la investigación:

A través del análisis, el objetivo de los autores es la creación de un sistema que puede adquirir y transferir información biométrica importante sobre la salud de las mujeres embarazadas en una base de datos, inferencias basadas en la información y asistencia médica profesionales en la prestación de atención a mujeres embarazadas de forma remota. Los autores buscan demostrar que el uso de la aplicación con sensores de forma inalámbrica puede generar múltiples beneficios. En nuestro caso eliminaría las barreras para las mujeres embarazadas para que puedan recibir oportunamente atención dentro de los primeros 500 días de la vida de su bebé.

3.4.1.4. Resultado del análisis:

Tabla 08: Cuadro de resultado de análisis I

Condiciones	Descripción	Referencia
Falta de recursos tecnológicos especializados	Se puede aplicar sistemas de monitoreo remoto en los hospitales o centros médicos que no ofrezcan dicho servicio, esto a fin de mejorar la calidad de atención de las pacientes, sin embargo es necesario contar con dispositivos y herramientas tecnológicas calificados para su implementación en el sector médico.	(N, S, & Ravi, 2015)
Detección temprana de enfermedades	Los sistemas de monitoreo pueden ser de gran utilidad para detectar tempranamente las patologías desarrolladas durante el embarazo, tales como la pre-eclampsia. Gracias a ello se pueden tratar dichas enfermedades para reducir el impacto negativo durante la gestación	(Macarena Espinilla, 2017)
Reducción de costos	La implementación de sistemas de monitoreo remoto pueden reducir los costos de atención a gestantes, tras la inversión en la implementación de tecnología, se pueden distribuir de manera adecuada los recursos médicos, logrando una atención personalizada a los pacientes.	(Endo, Oluwayomi, Alexandra, Athavale, & Krishnan, 2017)

3.4.2. Indicadores relevantes para el seguimiento médico de mujeres gestantes

3.4.2.1. Development of a Smart Mobile Data Module for Fetal Monitoring in E-Healthcare

Motivación del autor:

La motivación del autor es lograr desarrollar un módulo que permita conectar los monitores fetales con cualquier sistema de salud y realizar un seguimiento remoto constante de la frecuencia cardiaca, donde se envíen datos al servidor cada segundo y no se vea en la necesidad de un servidor web buffer para la visualización en tiempo real. Esta propuesta combina la adquisición y transferencia de datos en un entorno hospitalario, pero también puede ser integrado en aplicaciones de telemedicina para las evaluaciones de expertos a distancia, es decir, la transmisión de datos digitalizados de monitorización de la frecuencia cardiaca para una segunda opinión.

El problema en que los autores enfocan es la desintegración de la información de frecuencia cardiaca fetal (FHR) brindada por los monitores fetales en las salas de emergencia y los servidores dentro de los centros médicos, para ello su objetivo es el desarrollo de un módulo que permita la adquisición y transmisión remota de datos a través de una red Wi-Fi o conexión 4G, los cuales podrán ser integrados a un visualizador web que presente la información de FHR mediante gráficas de fácil lectura e interpretables para su visualización en una computadora o dispositivo móvil (Tablet o Smartphone).

El problema es muy importante para el autor debido a la necesidad de integrar y digitalizar la información de frecuencia cardiaca fetal, que actualmente se suele guardar de manera física y completamente desintegrada de los registros médicos almacenados en los servidores propios del centro médico. Además de ello, mediante la visualización de

la variación histórica de la FHR utilizando gráficos de fácil lectura e interpretación se espera ayudar al diagnóstico del personal médico calificado, para ello un objetivo del proyecto es el desarrollo de un visualizador web, el cual pueda ser accedido no solo por los doctores a cargo, sino también por otros profesionales como es el caso de las parteras u otros especialistas del proceso de gestación.

Descripción del aporte:

El aporte del autor se basa en una propuesta tecnológica para realizar la integración entre la información generada de los monitores fetales y los servidores de los centros médicos, con lo cual permite tener dichos datos almacenados en los servidores internos de los centros médicos disponibles para los médicos. La solución es de carácter práctico, la cual se puede aplicar en la mayoría de los hospitales, si se comercializa esta herramienta, los productores de software del fabricante y serán capaces de desarrollar soluciones apropiadas, tales como una interfaz de programación de aplicaciones correspondiente (API).

El modulo fue desarrollado utilizando un minicomputador Raspberry Pi, el cual se conectará al puerto RS232 de los monitores fetales, y se encargará de realizar la integración de la información generada por esos equipos y los servidores internos del centro médico, posteriormente se vincularán dichos datos con el registro medico de los pacientes. El equipo médico tendrá a disposición la visualización en tiempo real de la variación de la frecuencia cardiaca fetal utilizando gráficos que faciliten el seguimiento del paciente mediante un visor web, accedido mediante los navegadores en ordenadores y dispositivos móviles.

Resultado de la investigación:

Se realizó un estudio de prueba de concepto para la transmisión, recepción y visualización de los datos de frecuencia cardiaca fetal en mujer embarazada durante la semana 28 de gestación en adelante, la cual tenía un historial de muertes fetales (relacionadas con una enfermedad fetal vascular).

La prueba se realizó dentro de la unidad de evaluación del embarazo en Saint Vincent de Paul Hospital en Francia, en donde se realizaba la monitorización de la frecuencia cardíaca fetal con un monitor fetal Philips Avalon FM30 tres veces al día. Para la prueba de concepto utilizando el prototipo propuesto, el servidor web recibió correctamente las señales durante 60 minutos, y el registro de la frecuencia cardíaca fetal se visualizaba sin problemas en tiempo real en un ordenador, una tableta y teléfonos inteligentes del personal médico del hospital. El sistema era tan fácil como se esperaba, y permitió un rápido y seguro almacenamiento digital de los datos generados por el monitor fetal. El autor pretende que la tecnología utilizada en la investigación sea implementada en los monitores fetales de la unidad de evaluación en el embarazo del hospital en Francia.

3.4.2.2. Non-Wearable Sensor Based Approach to Monitor Primary Health Conditions

Motivación del autor:

La motivación de los autores con esta investigación es resaltar las posibles enfermedades físicas, mentales y/o sociales a largo plazo que pueden desencadenarse por las malas posturas al sentarse u otro trastorno musculoesquelético, con el objetivo de proponer un sensor no portátil el cual usa sensores variados y algoritmos para el monitoreo de condiciones de salud primaria como obesidad, estrés y postura utilizando ángulos de inclinación, información de curvatura y mapa de deformidad. Esta propuesta se prevé ser utilizada en ambientes de trabajo de oficina, mujeres embarazadas, pacientes postrados en cama y cuidados operativos. Este estudio soporta el tema de tesis puesto que se trata de una propuesta de monitoreo remoto de mujeres embarazadas en aspectos de medición de estrés, frecuencia cardíaca y obesidad, esta investigación nos ayudará al momento de sustentar la solución propuesta.

Descripción del aporte:

A través del análisis realizado por los autores, se permite conocer la importancia de una evaluación continua de salud para un posible impedimento del desarrollo de alguna enfermedad a futuro o control sobre esta. Los autores afirman que el dolor de espalda es la segunda causa de enfermedades a largo plazo después del estrés. Por ello, los autores proponen la aplicación de un sensor no portátil que abarcara el control de tres aspectos siguientes: rastreador de posturas, rastreador de obesidad y estimador de estrés. Para evaluar el funcionamiento de la solución planteada para el caso rastreador de posturas se utilizó el cálculo de inclinación de “Slouch” utilizando en sensores del asiento como en la persona para la detección de la postura. Los picos y señales de datos se capturan a través de conexión Bluetooth.

Figura 09: Estado del arte - Cálculo del ángulo de Slouch

$$\theta_{ij} = \tan^{-1} \left(\frac{D_{yj}}{D_{xi}} \right); 1 \leq i \leq N_i, 1 \leq j \leq N_j$$

N_i = Number of sensors in horizontal direction

N_j = Number of sensors in vertical direction

Además, se realizó el cálculo de curvatura que se obtiene con el cambio de desplazamiento del sensor en posiciones horizontales. Estos datos se realizaron cuando la persona estuvo sentada y recostada.

Figura 10: Estado del arte - Posturas junto con sensor virtual de desplazamiento.

Asimismo, se realizó el cálculo de mapa de deformidad el cual utiliza una máquina de vectores de soporte (SVM) el cual identifica el tipo de postura de la persona. En cuanto al rastreador de obesidad, el sensor de peso se fijó en el asiento de silla y el algoritmo toma los valores de peso en diferentes periodos. Estos se analizan y se realiza un seguimiento gráfico para diversos análisis necesarios.

Por último, el aspecto que abarca la aplicación es sobre el estimador de estrés la cual se calcula en función de los sensores colocados en el brazo, el resto de la silla / mouse. El modelo de cálculo hace mapeo de la variación en VFC con estrés y la retroalimentación es dada al usuario.

Resultado de la investigación:

A través del análisis, los autores buscan demostrar que el uso de la aplicación con sensores puede generar múltiples beneficios en el seguimiento de enfermedades como la obesidad, estrés, entre otros. Con este objetivo, los autores realizaron la investigación aplicada para demostrar sus aplicaciones. Finalmente, los autores no restringen la aplicación en casos de usos específicos diferentes a los aplicados, sino que la solución puede integrarse a múltiples casos o enfermedades que se necesite algún tipo de seguimiento de control en los enfoques señalados anteriormente.

3.4.2.3. The impact of a remote monitoring program on the prenatal follow-up of women with gestational hypertensive disorders

Motivación del autor:

Los trastornos hipertensivos gestacionales (GHD), incluida la hipertensión gestacional y la preclamsia, son algunas de las principales causas de morbilidad y mortalidad materna. La hipertensión gestacional se caracteriza por el nuevo inicio de la hipertensión ($\geq 140/90$ mmHg de presión arterial sistólica o ≥ 100 mmHg de presión arterial diastólica) después de la semana 20 del proceso de gestación. Cuando la hipertensión se combina con proteinuria (proporción proteína), se realiza un diagnóstico de pre-eclampsia. La estrategia de tratamiento más común para GHD en Bélgica es la admisión a una unidad de observación prenatal para el seguimiento diagnóstico y terapéutico antes de la inducción del parto o el alta. En casos severos, está indicado el nacimiento prematuro.

Como parte del Programa de Investigación Clínica de Hasselt University y Limburg en Bélgica, se inició un programa de monitoreo remoto (RM) en enero de 2015 para mujeres en riesgo de GHD. El monitoreo remoto es un enfoque relativamente nuevo que facilita el manejo del paciente en el hogar. Se puede definir ampliamente como el uso de tecnologías de telecomunicaciones para facilitar la transmisión de información y servicios médicos entre los proveedores de atención médica y los pacientes.

Descripción del aporte:

Durante las pruebas para el estudio todas las mujeres diagnosticadas con GHD se sometieron al seguimiento prenatal en la clínica prenatal ambulatoria de Ziekenhuis Oost-Limburg ubicado en Bélgica durante 2015 y 2016. Las mujeres recibieron RM a instancias del obstetra responsable debido a su estado de alto riesgo o después del alta de la sala de observación prenatal. El criterio para iniciar RM fue la DGH a una edad gestacional mayor a 10 semanas, priorizando un seguimiento intensivo hasta el parto. Las mujeres que dieron su consentimiento a RM recibieron

vigilancia obstétrica a través de un monitor de presión arterial inalámbrico, escala de peso y rastreador de actividad.

A las mujeres embarazadas que participaron en el programa de seguimiento prenatal de RM se les pidió que tomaran una medición de la presión arterial por la mañana y una por la noche y una de peso por semana, y que usen el rastreador de actividad día y noche hasta el parto o la hospitalización. Los monitores de presión sanguínea que se utilizaron están aprobados por CE y cumplen con las regulaciones europeas. Estos dispositivos fueron clínicamente validados en ZOL antes de dárselos a las mujeres que los usaban en casa. Los datos de los dispositivos de monitoreo se transmitieron a un tablero en línea desarrollado por la Unidad de Salud Móvil de la Universidad de Hasselt. Los factores demográficos maternos y las características de los pacientes en el grupo RM se recogieron al ingreso al estudio. En el grupo CC, estos datos se obtuvieron mediante búsquedas manuales a través de los registros médicos electrónicos.

El número total de consultas prenatales se midió desde el inicio del embarazo. Estos datos fueron recopilados retrospectivamente a partir de los registros médicos electrónicos después del parto de las mujeres en los grupos RM y CC. Estos datos se verificaron con la administración del hospital y / o los registros de facturación.

Resultado de la investigación:

El grupo RM tuvo más mujeres diagnosticadas con hipertensión gestacional pero menos con pre-eclampsia en comparación con el grupo CC. En los análisis el grupo RM tuvo, en comparación con el grupo CC, menos ingresos hospitalarios prenatal (51.62% versus 71.63%), menos admisiones prenatales hasta el momento del parto (31.40% versus 57.67%), menos inducido comienza el proceso de parto (43.00% versus 32.09%), más inicio espontáneo del proceso de nacimiento (32.86% versus 46.51%), más nacimientos después de las 37 semanas de edad gestacional en embarazos complicados con hipertensión gestacional (91.67% versus 53.33%) y embarazos complicados con pre-eclampsia (58.82% versus

53.33%). En el análisis multivariado, una reducción en el número total de visitas prenatales fue visible en el grupo RM en comparación con el grupo CC. Estas conclusiones fueron casi las mismas que en los análisis de 2015, excepto que no se presentaron diferencias en las admisiones hospitalarias de los dos grupos de prueba, sin embargo, se mantienen la disminución significativa en el número total de visitas hospitalarias entre los años 2015 y 2016.

Este estudio permitió demostrar que el monitoreo remoto de pacientes RM ofrece oportunidades para realizar intervenciones oportunas a las mujeres embarazadas que lo necesiten.

3.4.2.4. Resultado del análisis:

Tabla 09: Cuadro de resultado de análisis II

Indicadores	Descripción	Referencia
Frecuencia cardiaca	Actualmente la frecuencia cardiaca solo se registra por periodos cortos de evaluación pre-natal, sin embargo, este signo vital puede revelar información relevante para la detección de patologías. Con el monitoreo constate de dicho indicador, se puede predecir enfermedades cardiovasculares de mujeres gestantes para que puedan ser tratadas a tiempo.	(Agathe Houzé de l'Aulnoit, 2018)
Obesidad, estrés y postura	Dichos indicadores médicos básicos de salud, permiten evaluar el estado físico de la gestante, con ello se puede llevar un control adecuado del desarrollo del embarazo.	(Patil & Krishnamoorthy, 2017)
Presión arterial	Durante el embarazo, es importante llevar el control de la presión arterial, ya que las irregularidades no detectadas, pueden dar pase al desarrollo de patologías hipertensivas, las cuales ponen en riesgo la vida de la madre y la del feto.	(Lanssens, 2018)

3.4.3. Tecnologías útiles para medir los indicadores para el seguimiento de mujeres gestantes

3.4.3.1. A Health Decision Support System for Disease Diagnosis based on Wearable Medical Sensors and Machine Learning Ensembles

Motivación del autor:

La motivación de los autores es poder proponer un sistema basado en algoritmos de predicción y sugerencias de tratamientos médicos mediante el uso de dispositivos wearables ante los errores médicos prevenibles (PME). La investigación se basa en el nivel de precisiones de los dispositivos wearables, los cuales ya presentan un diagnóstico predictivo para diversas enfermedades tales como: arritmia (86%), la diabetes de tipo 2 (78%), trastorno de la vejiga urinaria (99%), pelvis nefritis renal (94%) e hipotiroidismo (95%).

Descripción del aporte:

El aporte del autor es la propuesta para un sistema de soporte de decisiones clínicas basadas en la informática (CDSSs) para hacer frente a las deficiencias actuales en el sistema de salud bajo el apoyo del sistema de salud jerárquica para el diagnóstico de enfermedades que integra los datos de salud captados por dispositivos wearables. Así mismo, se plantea el uso del aprendizaje autónomo del sistema, dirigido a cuatro categorías de enfermedades CIE-10.

Dicho sistema almacena los datos vitales relevantes para los detectar los síntomas del paciente, es decir, se digitaliza los datos captados por los sensores wearables para su posterior análisis. El sistema permite realizar un seguimiento de forma personalizada por tipo de enfermedad, basándose en una estructura escalable.

El sistema agrupa estos tres componentes para su desarrollo:

- Sistemas de apoyo en las decisiones clínicas y ICD-10-CM
- Sensores médicos Wearable
- Máquina de algoritmos de aprendizaje

Resultado de la investigación:

El problema en que los autores enfocan son las muertes prevenibles a causa de la falta de monitoreo constante de los pacientes en los EEUU, aumentando el índice de mortalidad de dicho país. Así mismo, el autor se centra en la falta de uso de las nuevas tecnologías, las cuales pueden ser de mucha utilidad para el seguimiento médico de los pacientes, ya que no se lleva un control a detalle fuera de las visitas médicas correspondientes.

El problema es muy importante para los autores debido a que la tercera causa de muerte en Estados Unidos se da a causa de un error médico prevenible, enfatizando que no se hace uso de los datos del paciente que se obtienen a diario usando sensores médicos wearable. Con más de 250.000 muertes anuales ocasionadas por dicho motivo, la falta de prevención es la tercera causa de muerte, ubicada después de enfermedades del corazón y el cáncer.

3.4.3.2. Providing a friendly e-health care environment to rural women during pregnancy and child growth

Motivación del autor:

El rápido desarrollo de Internet y las tecnologías de la comunicación en los últimos veinte años ha cambiado el estilo de vida de los seres humanos. Las personas que viven en áreas urbanas pueden tener acceso a estilos de vida de calidad mientras que en las zonas rurales el acceso a los servicios básicos tales como salud y educación no están disponibles o se manejan bajo condiciones deficientes. El uso de dispositivos móviles puede mejorar la educación, la salud y la economía. Algunas mujeres de las zonas urbanas tienen una buena educación y son capaces de cuidar de sí mismas y de cuidar a su familia. En las zonas rurales, durante el embarazo se enfrentan

a un estrés emocional y físico que conduce a muchos problemas. Como no existe una nutrición adecuada, la tasa de mortalidad materna y de bebés es alta en las zonas rurales, sin embargo, se puede prevenir si las mujeres reciben atención médica adecuada y oportuna en los momentos cruciales. La información indica que brindar a las mujeres embarazadas atención materna adecuada, supervisión de partos por parte de personal calificado y acceso a atención obstétrica de emergencia en el embarazo y el parto puede salvar vidas.

Los retrasos en la búsqueda de atención médica para llegar a una instalación son factores importantes que explican las muertes maternas en las zonas rurales. La propuesta del autor se basa en brindar apoyo para mejorar los servicios de atención pre-natal y reducir el retraso en la atención de casos de emergencia.

Descripción del aporte:

Para superar las limitaciones del sistema existente, los autores proponen un nuevo sistema que será fácilmente accesible para las mujeres embarazadas de zonas rurales. En este sistema, las mujeres embarazadas deben registrarse proporcionando todos los detalles como nombre, dirección, número de móvil, etc. El proceso de registro se puede hacer visitando los hospitales rurales cercanos. La aplicación que está personalizada en su idioma nativo se carga en sus teléfonos inteligentes. Luego, la aplicación comienza con un código de acceso único para la autenticación del usuario, proporciona información múltiple, como plan de dieta diaria, historial de chequeo, detalles de contacto de sus médicos recetados, recetas electrónicas y también cada mes el proceso de desarrollo del bebé.

Figura 11: Estado del arte - Esquema del Flujo

Resultado de la investigación:

Es muy importante proporcionar la información necesaria para mejorar el crecimiento del bebé y la nutrición adecuada para las mujeres embarazadas. El estudio muestra que las mujeres embarazadas en el área rural están desnutridas y anémicas, por esta razón, todos los embarazos pueden beneficiarse de la continuidad de la atención, el monitoreo continuo, la recopilación de datos y el acceso de los médicos mediante el uso de la aplicación móvil. La propuesta va orientada especialmente para personas que son analfabetas. Dado que almacena el historial de mensajes, pueden verlo en cualquier momento y en cualquier lugar. Por lo tanto, las mujeres embarazadas tienen una atención médica personalizada en el hogar contribuyendo con un monitoreo constante para el cuidado pre-natal, pretendiendo reducir la tasa de mortalidad materna.

3.4.3.3. Development and validation of an AI-enabled mHealth technology for in-home pregnancy management

Motivación del autor:

La morbilidad y mortalidad perinatal es un problema importante en todo el mundo, diversos factores de riesgo conducen a insuficiencia placentaria, hipoxia fetal e hipotrofia que da como resultado un parto prematuro. Alrededor del 11% de los bebés nacen antes del embarazo completo. La carga económica asociada con el nacimiento prematuro puede ser hasta 300 veces mayor que los costos de atención para un recién nacido a término. La parálisis cerebral, la pérdida de la audición, la discapacidad visual y otras discapacidades a menudo se originan a partir de complicaciones perinatales.

Los costos anuales de atención médica y social en tales casos son comparables a los costos de atención médica para los bebés prematuros en el primer año de vida siendo un problema crítico en los países en desarrollo. La Organización Mundial de la Salud reportó 3.7 millones de muertes perinatales durante el año 2000, muchas veces más que en el mundo desarrollado. Dado que el cuidado infantil prematuro es costoso, no hay indicios de que el enfoque relevante de alta tecnología avance en una escala mundial.

El proyecto detallado por los autores fue concebido para corroborar los avances de la tecnología proyectada para el cuidado pre-natal.

Descripción del aporte:

Los autores se basaron en los siguientes enfoques:

a) Arquitectura Innovadora

El concepto evoluciona en torno a un patrón arquitectónico tipo estrella de un sistema de información eHealth para la gestión del embarazo. Un servidor se encuentra en el centro de una estrella conceptual, donde cada rayo de salida representa una conexión establecida por el servidor a un cliente con el que se comunica el servidor. El servidor representa los servicios de red que se pueden implementar como un sistema informático habilitado para la administración de recursos y la distribución espacial.

b) Un enfoque para el monitoreo por ultrasonido del embarazo

Para el prototipo y la versión básica del monitor, los autores aplicaron un Doppler fetal solo para el trazado de FHR. Disponible comercialmente, es económico, portátil y muy adecuado para uso en el hogar. Junto con un teléfono inteligente / PC de panel (de ahí la computación en nube habilitada), el Doppler fetal reveló una funcionalidad y precisión rentables a un nivel igual o incluso superior que los monitores clínicos similares.

c) Inteligencia Artificial

Debido a la capacidad de aprendizaje inherente, se pretende hacer uso de la identificación temprana de las patologías con una precisión y robustez inalcanzables a través de otras técnicas de diagnóstico. Además, los costos de atención de gestión del embarazo deberían reducirse significativamente debido a un aumento en la productividad del personal médico. En principio, el sistema brinda administración de embarazos las veinticuatro horas del día a través de Internet, alarmando rápidamente al personal médico sobre las amenazas emergentes para el desarrollo saludable del feto.

Resultado de la investigación:

Los resultados tras la investigación se basan en los siguientes indicadores:

a) Tasa de error baja

Una clave para la eficacia médica de este sistema basado en la IA es su capacidad para aprender, en este caso el reconocimiento temprano de anomalías inminentes en comparación con los estados normales de una unidad feto placentaria que comienza en el segundo trimestre de gestación.

b) Bajo costo de servicio

La composición del costo del servicio se muestra en la figura, como la distribución de los gastos para dos casos de servicios de Salud en comparación con una clínica tradicional para mujeres. Los casos son diferentes en el nivel de IA: un nivel piloto con el 50% del personal habitual, y un nivel a gran escala con el 20% del personal habitual. El costo promedio de la atención durante un período de embarazo proporcionado por una clínica se toma como 100%.

Figura 12: Estado del arte - Distribución de los gastos.

3.4.3.4. The monitoring system for Pregnancy-induced Hypertension based on Mobile Communication Technology

Motivación del autor:

La hipertensión inducida por el embarazo (HIE) es una enfermedad específica que causa un gran daño a la salud materna e infantil y también es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en mujeres embarazadas y en el feto. Según los informes, esta tasa de incidencia de la enfermedad es de alrededor del 10%. Los estudios clínicos han demostrado que los cambios fisiológicos y patológicos de la HIE son el espasmo de las arteriolas pequeñas, lo que, es más, los cambios en el flujo sanguíneo antes de los cambios en la presión arterial. Durante la etapa subclínica (cuando el flujo sanguíneo comienza a cambiar), puede ser más efectivo seleccionar grupos de alto riesgo analizando la tendencia de cambio dinámico de la señal de parámetros hemodinámicos.

En la actualidad, la mayoría de la familia no puede permitirse el alto costo de la atención en el hospital durante mucho tiempo, debido a los recursos limitados del hospital y no puede hacer la implementación de un control efectivo para muchas mujeres embarazadas al mismo tiempo.

Descripción del aporte:

El sistema de monitoreo basado en la red inalámbrica se compone de tres partes que son una terminal de monitoreo portátil, una red de servicio general de paquetes de radio (GPRS, por sus siglas en inglés) y un centro de monitoreo de hospitales. El terminal de monitoreo es responsable de la recolección, el almacenamiento y la entrega de los parámetros sanguíneos maternos. La red GPRS es principalmente responsable de monitorear la transmisión de datos y terminales del centro de monitoreo del hospital. El centro de monitoreo del hospital es un sistema de computadora para el terminal y administración de información. La estructura del sistema se muestra en la siguiente figura.

Figura 13: Estado del arte - Estructura del Sistema

Resultado de la investigación:

Para evaluar la precisión y fiabilidad del sistema de monitorización, los autores seleccionaron aleatoriamente 10 casos de mujeres embarazadas para controlar en el hospital la obstetricia y la ginecología. Los datos recopilados por el terminal de monitoreo transmiten a la computadora host a través de la red para observar los resultados de la prueba, mientras que con el sistema de monitoreo MP PIR ampliamente utilizado en la comparación clínica actual, se muestran los resultados, 3. 15% del error relativo de la forma factor, una resistencia periférica externa correlación significativa.

Figura 14: Estado del arte - El contraste del TPR detectado entre este sistema y MP

Al utilizar la tecnología del sistema operativo integrado en tiempo real y el alto rendimiento de la técnica de control digital DSP, los autores se dieron cuenta de los requisitos de bajo costo, multifunción, portátil y fácil de actualizar para su respectiva implementación en los centros médicos.

3.4.3.5. Resultado del análisis:

Tabla 10: Cuadro de resultado de análisis II

Tecnologías	Descripción	Referencia
Wearables	Se propone el uso de dispositivos wearables para el seguimiento de enfermedades en conjunto con el uso de la inteligencia artificial para la predicción de estas.	(Yin, 2017)
Aplicaciones móviles	El uso de aplicaciones móviles para la comunicación constante entre médicos y gestantes, para llevar un control más interactivo sobre el desarrollo del embarazo. Principalmente para personas de zonas rurales con difícil acceso a un centro médico.	(Sribhavani, Sunitha, & Subhiksha, 2018)
Cloud Computing	Se plantea el uso de tecnologías Cloud Computing para diseñar un sistema de monitoreo predictivo mediante tecnología cognitiva, logrando llevar un control del desarrollo de la gestación en el hogar.	(Kazantsev, Ponomareva, & Kazantsev, 2015) (Zhang, Jiang, & Ma, 2015)

3.4.4. Modelos para la implementación de sistemas de monitoreo médico para pacientes

3.4.4.1. Big data analytics Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations

Motivación del autor:

Hasta la fecha, la industria del cuidado de la salud no ha comprendido completamente los beneficios potenciales que se obtienen del análisis de grandes volúmenes de datos. Si bien la investigación y desarrollo del análisis de Big Data está orientado principalmente a la tecnología de otros sectores, se puede orientar para su uso en el sector médico. Para abordar esta ausencia del análisis de grandes cantidades de datos en el sector de cuidado médico, el autor propone un estudio que examina el desarrollo histórico, el diseño arquitectónico y las funcionalidades de los componentes de Big Data Analytics. Del análisis de contenido de 26 casos de implementación de Big Data en el cuidado de la salud, se logró identificar cinco capacidades de análisis de Big Data: capacidad analítica para patrones de cuidado, capacidad analítica de datos no estructurados, capacidad de soporte de decisiones, capacidad predictiva y trazabilidad. Por otro lado, se detectó que no se aprovecha eficientemente el análisis de big data en términos de infraestructura de tecnología de la información (TI), áreas operacionales, organizacionales, gerenciales y estratégicas. El autor plantea un modelo de referencia ante la falta de estrategias tecnológicas por parte de las organizaciones médicas.

Descripción del aporte:

El flujo de información digital de gran volumen que se genera a velocidades y variedades cada vez más altas en la atención médica agrega complejidad al análisis de estos grandes volúmenes de datos. Las consecuencias son aumentos innecesarios en los costos de atención médica tanto para los pacientes como para los proveedores de servicios de salud. Por lo tanto, las organizaciones de atención médica buscan artefactos de

tecnológicos efectivos que les permitan consolidar los recursos de la organización para ofrecer una mejor experiencia centrada a la calidad de la atención al paciente, mejorar el desempeño organizacional e incluso crear nuevos modelos de negocio basados en datos.

Las organizaciones de salud continúan luchando para obtener beneficios de sus inversiones en análisis de Big Data y algunos de ellos son escépticos acerca de su poder, aunque invierten con la esperanza de una transformación de la atención médica. La evidencia muestra que solo el 42% de las organizaciones de salud encuestadas durante el estudio están adoptando enfoques analíticos rigurosos para apoyar su proceso de toma de decisiones, por otro lado, solo el 16% de ellos tiene experiencia sustancial en el uso de análisis en una amplia gama de funciones. Esto implica que los profesionales de la salud todavía entienden vagamente cómo el análisis de grandes datos puede crear valor para sus organizaciones.

Los autores plantean el siguiente modelo para la implementación de un sistema predictivo médico:

Figura 15: Estado del arte - Big data analytics architecture in health care.

Resultado de la investigación:

A través del análisis de casos de Big Data en el sector salud, la investigación ha proporcionado una mejor comprensión de cómo las organizaciones de atención médica pueden aprovechar el análisis de datos grandes como una forma de transformar las tecnologías de información para obtener valor comercial. La principal limitación de este estudio es la fuente de datos. Un desafío en la industria del cuidado de la salud es que su adopción de TI generalmente va por detrás de otras industrias, siendo esta una de las razones principales por las que los casos de prueba son difíciles de encontrar. Si bien se realizaron esfuerzos para encontrar casos de diferentes fuentes, la mayoría de los casos identificados para este estudio provino de proveedores externos. Por lo tanto, existe un posible sesgo, ya que los proveedores generalmente solo publicitan sus historias de "éxito". Se podría hacer un mejor descubrimiento mediante la recopilación y el análisis de datos primarios.

3.4.4.2. Resultado del análisis:

Tabla 11: Cuadro de resultado de análisis IV

Tecnologías	Descripción	Referencia
Modelo para el análisis de Big data para el cuidado médico	Se plantea un modelo de referencia para implementar un sistema predictivo médico basado en el manejo de grandes volúmenes de información.	(Yichuan Wang, 2015)

3.1.1. ¿Qué dispositivos wearables enfocados al sector salud y obstetricia existen actualmente?

La tecnología Wearable permite a los usuarios realizar actividades cotidianas disponiendo de las facilidades que ofrecen estos dispositivos capaces de brindar información útil para diversos fines. Los dispositivos wearables son diseñados para ser prácticamente imperceptibles y ofreciendo una gran comodidad en su uso. Tras el impulso de tecnología wearable, se han desarrollado una gran variedad de dispositivos enfocados al rubro de la salud, incluyendo el sector de mujeres gestantes. Actualmente existen dispositivos orientados a la estimulación temprana mediante la reproducción de música, monitoreo fetal y monitoreo materno.

A diferencia de los dispositivos utilizados en los centros médicos, los cuales trabajan mientras la mujer permanece en un estado de reposo para registrar los signos vitales maternos y fetales, los dispositivos wearables captan los parámetros corporales de forma pasiva, es decir, se encuentran registrando constantemente las variaciones corporales mediante el uso de algoritmos para filtrar las señales y así poder grabar los datos. Los desarrolladores de estos dispositivos confirman que su uso es totalmente seguro tanto para la madre como para el bebé, y que los datos recogidos por los wearables tienen la suficiente calidad para ser empleados por médicos e investigadores. Sin embargo, los productos deben ser aprobados por organismos médicos reguladores mediante el proceso de categorización del nivel de evidencia utilizado para toda técnica válida para la atención de la salud.

Tras la búsqueda de los wearables enfocados a maternidad, se realizó la selección de los dispositivos más relevante en base a los signos vitales y otros parámetros corporales utilizados en el desarrollo del proyecto, por ello no se mencionan dispositivos enfocados a la estimulación temprana, entre otros.

3.4.4.3. YONO

Desarrollado por YONO Labs, YONO es un auricular con revestimiento de silicona, que se usa toda la noche. Cientos de puntos de datos se recopilan durante el sueño, posteriormente los datos se sincronizan cuando el audífono se almacena en su estación base. Su uso principal se basa en la predicción de la ovulación y la comprensión de la salud hormonal femenina, sin embargo, puede ser usado durante el proceso de gestación para el seguimiento de la variación de temperatura corporal.

Figura 16: Dispositivos werarables - YONO

Fuente: <https://www.yonolabs.com/>

3.4.4.4. BloomLife

Bloomlife ayuda a medir la intensidad, determinar si la frecuencia y duración de las contracciones mediante la conexión a su aplicativo móvil, el cual almacena la data generada a partir de las contracciones detectadas. Se puede usar a partir desde la semana 24 en adelante.

Figura 17: Dispositivos werarables - Bloomlife

Fuente: <https://bloomlife.com/>

3.4.4.5. OMRON

Este wearable permite capturar la frecuencia cardiaca y presión arterial mediante una correa especial que ejerce presión periódicamente logrando captar las biométricas con un mayor grado de exactitud. Permite visualizar el historial de variación de los signos vitales alertando al usuario ante cualquier registro inusual. Actualmente este dispositivo se encuentra en proceso de certificación por parte de la FDA para su futuro uso en centros médicos.

Figura 18: Dispositivos werarables - OMRON

Fuente: <https://omronhealthcare.com/>

3.4.4.6. TinyKiks eMotion

Este dispositivo permite capturar el movimiento fetal de forma inalámbrica, los datos son almacenados alimentando el algoritmo de aprendizaje automático para predecir y guiar los resultados de un embarazo saludable. Se puede usar a partir de la semana 16 del embarazo. Actualmente se encuentra en etapa de desarrollo.

Figura 19: Dispositivos werarables - TinyKicks

Fuente: <http://www.tinykicks.com/>

3.4.4.7. PregSense

Desarrollado por Nuvo Group, PregSense es un dispositivo diseñado para monitorizar de forma constante el estado del feto y la madre, permitiendo llevar un registro de los signos vitales de sus fetos sobre la marcha. Mediante una aplicación móvil, permite gestionar los datos captados, dentro de los cuales se encuentran: movimiento fetal y la frecuencia cardiaca fetal y materna. Se puede usar durante todo el proceso de gestación para llevar un control constante de la frecuencia cardiaca materna, sin embargo, es recomendable su uso a partir del 2do trimestre de embarazo. Actualmente se encuentra en etapa de desarrollo.

Figura 20: Dispositivos werarables - PregSense

Fuente: <http://www.nuvo-group.com/>

3.4.4.8. Modoo

Desarrollado por Extant Future, Modoo controla el ritmo cardíaco y el movimiento fetal. Registra la respiración, la calidad del sueño y otros parámetros compartiendo los datos hacia el teléfono móvil. Así mismo se puede establecer tareas para hacer ejercicio y también contactar a profesionales médicos con consultoría en línea a través de los servicios Modoo.

Figura 21: Dispositivos werarables - Modoo

Fuente: <http://www.modoo-med.com>

3.4.4.9. AVA

Desarrollado por AVA Corporate, la pulsera Ava recopila datos de nueve parámetros fisiológicos diferentes mientras el cuerpo se encuentre en un estado de reposo o sueño. Esto permite establecer marcadores de los niveles hormonales e indicar en qué fase del ciclo menstrual se encuentras. Gracias a sus sensores de temperatura corporal, puede ser usado durante el proceso de gestación. Este dispositivo se encuentra en etapa de pruebas.

Figura 22: Dispositivos werarables - AVA

Fuente: <https://www.avawomen.com/>

3.4.4.10. Olive

Desarrollado por Olive Labs, Olive es una pulsera equipada con sensores para rastrear diferentes indicadores biológicos de estrés, como la frecuencia cardíaca, la temperatura de la piel y la tensión muscular. Cuando detecta niveles elevados de estrés, se alerta al usuario mediante luces LED parpadeantes y vibraciones, sugiriendo una serie de ejercicios físicos o cognitivos para reducir los niveles de estrés mediante su aplicativo móvil. Se puede usar ante y durante el proceso de gestación. Este dispositivo se encuentra en fase de desarrollo.

Figura 23: Dispositivos werarables – Olive

Fuente: <https://www.indiegogo.com>

3.1.1.1. Olive

Este dispositivo permite realizar análisis de sangre mediante un sensor integrado a un catéter el cual logra captar las variaciones de glucosa en la sangre. El sensor es una unidad desechable que se introduce bajo la piel durante un máximo de 7 días y su uso debe ser supervisado por un especialista médico. Sin embargo, este tipo de sensores de monitoreo invasivo no están aprobados para su uso en mujeres gestantes o personas sometidas a diálisis.

Figura 24: Dispositivos werarables - AVA

Fuente: <http://www.dexcom.com>

3.5.Conclusiones

Se puede concluir que los trabajos de investigación y desarrollo analizados en este capítulo, se enfocan en metodologías que respetan tanto la integridad de la mujer gestante como la del feto. Así mismo se procura reducir los costos en el proceso de atención de los centros médicos, pero se enfoca a una interacción constante entre el personal médico y los pacientes ya sean de zonas urbanas o rurales.

- **Pregunta 1:** El monitoreo constante de mujeres gestantes puede prevenir enfermedades y con el manejo de los datos recolectados se pueden generar diagnósticos y tratamientos para reducir o mitigar el impacto de posibles patologías.
- **Pregunta 2:** Se identificaron signos vitales y parámetros corporales relevantes para el seguimiento del embarazo, entre los cuales se encuentra: frecuencia cardíaca, obesidad(peso), estrés, postura y la presión arterial. Dichos indicadores permiten evaluar la presencia de enfermedades o llevar el control sobre el estado actual del embarazo.
- **Pregunta 3:** Para la propuesta de un sistema de seguimiento y control es necesario procesar los datos obtenidos, por ello se recomienda hacer uso de tecnologías tales como el uso de sensores inalámbricos y servicios cloud, de tal manera que se pueda llegar a la mayor cantidad de mujeres gestantes y optimizar la calidad de vida de la madre e hijos.
- **Pregunta 4:** Se han analizado diversas metodologías y marcos de trabajo bajo un enfoque médico-tecnológico, logrando velar por la vida de la mujer y la del feto. Logrando enfatizar el uso de grandes volúmenes de datos para generar posibles diagnósticos y prevenir el desarrollo de patologías durante el embarazo.

CAPÍTULO 4: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describen los conceptos necesarios para la comprensión del proyecto. En un inicio, se detallan las tecnologías relevantes involucradas en la propuesta desarrollada. Así mismo, se detallan conceptos y normativas médicas relacionadas al proceso de gestación, en donde se abarca los procedimientos de atención y las causas del desarrollo de patologías relacionadas durante el embarazo definidas por el ministerio de salud del Perú y la Organización Mundial de la Salud.

4.1. Tecnología Wearable

Según Fabio Lalli y Alessandro Prunesti, la tecnología Wearable permite controlar datos biométricos del usuario mediante el uso de sensores integrados a los dispositivos portátiles. Su uso puede ser mediante el contacto directo al cuerpo humano o mediante accesorios prendas de vestir. Los dispositivos wearables son capaces de conectarse a sistemas en línea mediante una aplicación móvil, logrando transferir los datos recolectados para que estos puedan ser almacenados, procesados, analizados y/o compartidos, según las capacidades del servicio utilizado. El uso de esta tecnología se ve afectada por las políticas especiales con respecto a su uso y la gestión de datos recolectados por los dispositivos. Para ello se debe tomar en cuenta las normativas legales para el desarrollo de proyecto que involucren su uso, a fin de respetar las regulaciones establecidas en cada entorno (Lalli & Prunesti, 2014).

4.1.1. Clasificación Wearable

Para la clasificación de los dispositivos wearables se toma como base el alcance y ámbito de uso de los dispositivos. (Chatterjee, Aceves, Dungca, Flores, & Giddens, 2016)

- **Assistive**

Dentro de esta categoría se ubican los dispositivos wearables enfocados a usuarios con algún tipo de discapacidad, tales como visuales, auditivas, entre otras. Su diseño proporciona opciones de comunicación alternativa,

ya sea mediante señales auditivas, vibraciones o luces, permitiendo cubrir las necesidades de básicas de comunicación.

- **Workplace**

Wearables destinados para mejorar la transmisión de información y mejorar las medidas de seguridad, tal es el caso de Googles Glass, la cual permite la transferencia de información constata y discreta.

- **Healthcare**

Los dispositivos wearables tienen una contribución significativa en la atención médica. La función principal de estos dispositivos es controlar los signos vitales de los pacientes o rastrear información sobre su dieta, patrones de ejercicio o bienestar físico, logrando recopilar y almacenar los datos de los usuarios para uso médico.

- **Consumer Products**

Esta categoría se centra en los wearables comercializados con el fin de facilitar la vida cotidiana de los usuarios, logrando reducir la dependencia e interacción con el Smartphone.

4.2.Cloud Computing

Cloud Computing es definida como una red de centros de datos, compuesto por miles de ordenadores y servidores capaces de proporcionar acceso a aplicaciones, plataformas y servicios entregados a través de Internet basándose en la arquitectura orientada en servicios (SOA) y virtualización. En esencia, es un conjunto de servicios habilitados capaces de proporcionar infraestructuras de computación escalables, personalizadas y económicas bajo demanda, a las que usuarios geográficamente dispersos pueden acceder de forma simple. Dentro de sus características principales se encuentran: agilidad, escalabilidad, independencia de ubicación, confiabilidad, mantenimiento autónomo y multitenancy. (Wang, Ranjan, Chen, & Benatallah, 2017)

4.2.1. Modelos de Servicio

Durante el crecimiento de Cloud Computing, se han desarrollado varios modelos y estrategias de implementación para satisfacer las necesidades de distintos usuarios y organizaciones. Cada tipo de servicio en la nube y método de implementación aporta distintos niveles de control, flexibilidad y administración.

- **Infrastructure as a Service (IaaS):**

Proporciona servicios relacionados con el hardware como almacenamiento y servidores virtuales basados en el pago por uso. Permite crear nuevas versiones de aplicaciones o entornos de trabajo sin incurrir en compras y demoras en la configuración. IaaS ofrece un nivel de flexibilidad y control de la administración en torno a los recursos de TI.

- **Platform as a Service (PaaS):**

Proporciona una infraestructura de software existente de alto nivel para crear aplicaciones y servicios. La plataforma incluye el uso de recursos informáticos facturados en base al su uso. Permite el diseño de aplicaciones, desarrollo de aplicaciones, pruebas, implementación y alojamiento, así como servicios de aplicaciones como colaboración en equipo, integración de servicio web y clasificación, integración de bases de datos, seguridad, escalabilidad, almacenamiento, persistencia, control de versiones de aplicaciones, instrumentación de aplicaciones y facilitación de la comunidad de desarrolladores.

- **Software as a Service (SaaS):**

Proporciona aplicaciones específicas ya creadas como servicios. Algunas veces se trata de aplicaciones basadas en web y otras consiste en aplicaciones estándar no remotas con almacenamiento en Internet u otras interacciones de red. Permite a un usuario usar la aplicación del proveedor utilizando una interfaz de cliente ligero.

Además de los modelos de servicios descritos anteriormente, David Linthicum ha descrito una clasificación de servicios más detallada que incluye:

- **Storage-as-a-Service (SaaS):** Es un modelo de negocio que ayuda a una empresa o usuario a alquilar espacios de almacenamiento de un proveedor de servicio cloud.
- **Database-as-a-Service (DbaaS):** Constituye la entrega del software de la base de datos y el almacenamiento de la base de datos física relacionada como un servicio.
- **Information-as-a-Service (IfaaS):** Su función principal es estandarizar el acceso a los datos mediante la transformación a las diversas fuentes de datos, lo que permite a los solicitantes del servicio acceder a los datos independientemente del proveedor o del sistema.
- **Process-as-a-Service (PaaS):** Se refiere a un recurso remoto que puede unir muchos recursos, ya sea alojado dentro del mismo recurso de computación en la nube o remoto, para crear procesos de negocios.
- **Integration-as-a-Service (InaaS):** Permite la integración de un sistema de información con la nube, logrando el transporte de datos entre la empresa y las aplicaciones SaaS.
- **Security-as-a-Service (SecaaS):** Ofrece servicios básicos de seguridad de forma remota a través de Internet, como antivirus, administración de registros e identidades, entre otras.
- **Management/Governance-as-a-Service (MaaS):** Brinda la capacidad de administrar uno o más servicios en la nube, generalmente elementos como utilización de recursos, virtualización y administración de tiempo de actividad, entre otros servicios. Así mismo permite aplicar las políticas definidas sobre datos y servicios.

- **Testing-as-a-Service (TaaS):** Este servicio tienen la capacidad de probar otras aplicaciones de la nube, sitios web y sistemas empresariales internos.

4.2.2. Soluciones Cloud

Microsoft Azure

Azure es un servicio en la nube creado por Microsoft y anunciado en el 2008, bajo el nombre de Project Red Dog. Actualmente, Microsoft es el segundo proveedor de servicios más consumido por los desarrolladores Cloud, aumentando cada año el porcentaje de adopción para el desarrollo de nuevos proyectos según un estudio realizado por la empresa RightScale, superando al líder AWS.

Azure ofrece la plataforma de desarrollo App Service, la cual permite desarrollar aplicaciones móviles y web que interactúen con diferentes componentes tales como web services. Así mismo, facilita la integración y migración de estructuras locales Microsoft a la nube, disponiendo de las licencias necesarias de sus productos y servicios a un menor costo según el consumo de los recursos.

Amazon Web Services

Amazon es la empresa proveedora de servicios en la nube con más experiencia en el mercado, ya que tiene 12 años en funcionamiento. Es por ello que actualmente es el líder en competitivo con un 30% de presencia en los servicios Cloud. Otro diferenciador relevante son los bajos costos de adquisición que ofrece la compañía, sin embargo, esta fortaleza decae frente a los competidores según la demanda de recursos por parte del usuario.

La plataforma de desarrollo ofrecida por AWS es Elastic Beanstalk, la cual permite la integración de diversos componentes tales como base de datos. Actualmente Amazon promociona un enfoque híbrido entre plataformas, disponiendo de múltiples componentes de integración con diversas

herramientas. Por otro lado, al disponer de una gran variedad de complementos de integración y servicios, estos pueden presentar complejidad para administrarlos adecuadamente, repercutiendo en el consumo innecesario de recursos contratados.

Google Cloud

Google Cloud comenzó a ofrecer sus servicios en la nube en el 2011, buscando fortalecer sus propios servicios tales como el motor de búsqueda Google, la plataforma YouTube, entre otros, sin embargo, posteriormente ofrecieron servicios empresariales lográndose posicionar en el cuarto puesto de los proveedores Cloud en el 2018 según la empresa Synergy Research Group.

Google ofrece Google App Engine como componente de desarrollo de aplicaciones. Sin embargo, para fines del proyecto, no ofrece instancias de base de datos SQL Server. Cabe resaltar los bajos costos de seguridad y disponibilidad que ofrece en sus servicios, así mismo la velocidad de transmisión de datos frente a los otros proveedores de servicios en la nube.

IBM Cloud

En el 2007, IBM desarrolló una estrategia para promover el uso de los servicios en la nube, principalmente en centro educativos y de investigación enfocándose a ambientes de prueba y desarrollo. Actualmente se posiciona en el tercer puesto de proveedores de servicios Cloud, sin embargo, en los últimos años ha disminuido el porcentaje de crecimiento en sus servicios.

IBM mediante su plataforma ofrece IBM Cloud Functions, para el desarrollo de aplicaciones en la nube, enfocándose en ofrecer múltiples componentes de integración. Al igual que Google Cloud, no ofrece instancias de base de datos SQL Server.

4.2.3. Modelos de Implementación

- **Nube Pública:** La infraestructura es ofrecida por proveedores externos. Ofrece fácil administración de recursos, escalabilidad y flexibilidad con un modelo de pago por uso. Sin embargo, carece de visibilidad y control sobre la infraestructura.
- **Nube Privada:** La infraestructura está dedicada exclusivamente a una organización o empresa en particular, son más seguras y costosas porque se necesita experiencia interna para su mantenimiento. Se clasifican según su ubicación como: locales (alojada por la organización) y externa (alojadas por un tercero especializado).
- **Nube Comunitaria:** Esta técnica de implementación es similar a la nube pública, con la única diferencia de la distribución de los derechos de compartición en los recursos. En una nube comunitaria, los recursos e infraestructura se comparten entre organizaciones de la misma comunidad.
- **Nube Híbrida:** La infraestructura de la nube está compuesta por dos o más tipos de nubes. Por ejemplo, en una implementación de nube híbrida, los servicios críticos con requisitos de seguridad estrictos pueden alojarse en nubes privadas, mientras que los servicios menos críticos pueden alojarse en las nubes públicas.

4.3. Plataforma Open Source

También llamada plataforma de código abierto, es decir puede ser manipulado a nivel de código fuente. Se basa en un modelo de desarrollo de software de colaboración abierta. Al ser de uso libre se pueden realizar las configuraciones necesarias para adaptarlo a las necesidades de la organización. Así mismos, dichas manipulaciones pueden ser compartidas con el resto de usuarios.¹

Para las configuraciones de estas plataformas, es necesario tener conocimientos específicos para poder realizar los cambios necesarios para la implementación del sistema en la organización. Esto conlleva a una demora en la etapa inicial del proceso adquisitivo de las plataformas. Algunas características de las plataformas Open Source son las siguientes:

- Son de libre distribución.
- Permite el acceso al código fuente, dando la posibilidad de realizar modificaciones.
- Permite integrar códigos
- Permite su adaptación para satisfacer las necesidades del negocio.
- Permite la distribución de copias de manera pública.

4.4. Android

Android es un sistema operativo basado en Linux. Fue diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, tales como Smartphone, Tablet, Smartwatch, Smart TV y automóviles. Android ofrece un completo marco de referencia que permite crear apps y juegos innovadores para dispositivos móviles en un entorno de lenguaje Java usando diferentes API de Android. Dentro de las ventajas de este sistema operativo, se puede resaltar que las apps desarrolladas pueden adaptarse a diferentes dispositivos, incluyendo la conexión con dispositivos externos mediante protocolos de comunicación. Actualmente, la última versión publicada es Android 8.0 Oreo.

¹ Open Source Initiative - 2015

Figura 25: Android 8.0 oreo

Fuente: Android – Version 8.0

4.5. Gestor de base de datos

Un gestor de base de datos es aquel software que permiten la gestión de información alojada en un repositorio de base de datos. Como característica general se considera el propósito del uso de un gestor de base de datos, en caso de un rol analítico, se debe centrar en el almacenamiento de grandes cantidades de datos y la ejecución de muchas consultas, así mismo se debe disponer de lecturas y escrituras rápidas para admitir la velocidad necesaria del tráfico de usuarios según el número de registros y la escalabilidad de cantidad de datos.

La solución propuesta requiere de un gestor de base de datos que cumpla con todos los lineamientos establecidos por los entes reguladores tecnológicos y médicos, respetando aspectos críticos como la seguridad y la disponibilidad de los datos recolectados. Es por ello que se realizó un análisis en base a los estudios realizados por empresas consultoras tales como Gartner, Statista y G2 Growd, para evaluar los cuatro principales gestores de base de datos y los criterios de calificación.

Figura 26: Most popular database management systems worldwide 2018

Fuente: Statista – The statistics Portal - 2018

El estudio realizado por las empresas consultoras se basa en la presencia de los gestores de base de datos en motores de búsqueda, foros especializados de discusión y portales de interacción profesional. Actualmente Oracle lidera cada una de las listas realizadas por las empresas consultoras mencionadas anteriormente.

4.5.1. Microsoft SQL Server

Desarrollado por Microsoft y publicado en el año 1989, se ubica en el primer puesto de los gestores de base de datos según el nivel de satisfacción de los usuarios en un estudio realizado por la consultora G2 Growd. Así mismo cuenta con el reconocimiento “Gartner peer insights customer’s choice 2018” junto con Oracle. Microsoft desarrolla, otorga licencias y se integra a productos y servicios de software tal como servicios en la nube, siendo Azure su plataforma principal de integración en Cloud.

4.5.2. Oracle Database

Fue publicado en 1977 bajo el nombre de “Software Development Laboratories”, siendo uno de los primeros gestores de base de datos disponibles para empresas.

Actualmente es el gestor más utilizado por las empresas, siendo Microsoft uno de sus principales competidores.

4.5.3. MySQL

MySQL es una solución de base de datos de código abierto adquirida por Oracle Corporation en el 2010, siendo considerada como la base datos de código abierto más popular del mundo.

4.5.4. PostgreSQL

El origen de este gestor se remonta a 1986, como parte del proyecto desarrollado en la Universidad de California en Berkeley, actualmente cuenta con más de 30 años de desarrollo activo como un servicio open source de base de datos.

4.6. Proceso de gestación

La OMS define el proceso de gestación como el período de tiempo comprendido entre la concepción y el nacimiento. Durante este tiempo, el bebé crece y se desarrolla dentro del útero de la madre. El desarrollo del bebé es monitoreado mediante la edad gestacional, la cual se puede agrupar en semanas, meses o trimestres.²

Figura 27: Fases del proceso de gestación

Fuente: Ministerio de Salud

4.6.1. Fases del proceso de gestación:

4.6.1.1. Embarazo

El embarazo es el período que transcurre desde la fecundación del óvulo por un espermatozoide hasta el momento de parto. Durante esta fase se producen cambios físicos a fin de proteger, nutrir y permitir el desarrollo del feto. El embarazo dura aproximadamente 40 semanas desde el primer día de la última menstruación o 38 desde la fecundación. El primer trimestre es el periodo de mayor riesgo de aborto espontáneo y es considerado como el punto de viabilidad del feto.

² La definición adaptada por el Ministerio de Salud del Perú.

Figura 28: Agrupación de trimestres del proceso de embarazo

Trimestre	Mes	Semana				
1	0	0	1	2	3	4
	1	5	6	7	8	
	2	9	10	11	12	
	3	13	14	15	16	17
2	4	18	19	20	21	
	5	22	23	24	25	
	6	26	27	28	29	30
3	7	31	32	33	34	
	8	35	36	37	38	
	9	39	40	41	42	

Fuente: Ministerio de Salud

La duración media del embarazo en la especie humana es de alrededor de 280 días, 9 meses o 40 semanas completas, contadas desde el primer día de la última menstruación. El período de gestación se expresa en días o semanas completas.

Tabla 12: Cronología del embarazo

CIRCUNSTANCIA	SEMANAS DE GESTACIÓN
Pre-término	20 + 1 día a < 37 semanas completas
A término	37 a 40 semanas completas
Post-término	40 + 1 día a 42 semanas completas
Prolongado	>= 42 + 1 día

Fuente: Organización mundial de la Salud (CIE-10)

4.6.1.2. Parto

Durante esta etapa, ocurren una sucesión de contracciones uterinas rítmicas y graduales que ocasionan el descenso del feto por el cuello uterino hacia el exterior. Para ello, el cuerpo humano se va preparando mediante contracciones asiladas involuntarias durante el segundo o tercer trimestre del embarazo, logrando reducir las lesiones que se puedan generar durante el parto.

La dilatación del cuello uterino es un factor clave para esta etapa ya que permite la salida del feto, el promedio de dilatación saludable es de 3 a 10 cm, el tiempo de duración varía para las mujeres primíparas y multíparas, durando 6 a 10 horas y 3 a 5 horas respectivamente.

No existe un tiempo promedio para la duración de este periodo debido a los factores propios de cada mujer al momento del proceso tales como edad, condición física, tolerancia al dolor, entre otros. Actualmente, según un estudio realizado por el MINSA en el 2015, en el Perú, el 35,4% de partos se dan por cesaría.

4.6.1.3. Puerperio

El puerperio es la etapa inmediatamente posterior al parto, dura aproximadamente 40 días. En esta etapa el organismo de la mujer experimenta una serie de cambios físicos y emocionales logrando restaurar el cuerpo a su estado anterior al embarazo. Durante este periodo ocurre la adaptación de la mujer a su bebé y viceversa.

4.6.2. Signos Vitales y Parámetros Corporales:

Los signos vitales reflejan funciones esenciales del cuerpo. Algunas de las características de los signos vitales son que se pueden medir y varían tanto por la condición externa del paciente como por su funcionamiento físico. Los signos vitales cambian con la edad, el sexo, el peso, la capacidad para ejercitarse y la salud general.

Diversas entidades médicas, tales como American Medical Association y la Organización Mundial de la Salud, reconocen la existencia de 4 signos vitales:³

- Temperatura corporal.
- Frecuencia cardíaca
- Presión arterial
- Frecuencia respiratoria.

Los rangos normales de los signos vitales para un adulto sano promedio mientras está en reposo son:

- Presión arterial: 90/60 mm Hg hasta 120/80 mm Hg
- Frecuencia respiratoria: 12 a 18 respiraciones por minuto
- Frecuencia cardíaca: 60 a 100 latidos por minuto
- Temperatura: 97.8°F a 99.1°F (36.5°C a 37.3°C) / promedio de 98.6°F (37°C)

A comparación de otros indicadores, los parámetros corporales, son indicadores que pueden influenciar en la variación de los signos vitales, tal es el caso del peso corporal, oxigenación de la sangre, contracciones uterinas, entre otros. Para propósitos del proyecto, se considera relevante el uso de parámetros corporales tales como el peso y las contracciones uterinas.

4.6.2.1. Frecuencia cardíaca

Número de latidos por unidad de tiempo. Para poder realizar la medida de este signo vital, se incrementa temporalmente la presión en las arterias, logrando percibir el ritmo cardíaco o pulso. Se mide por latencias por minuto (lat./min). El ritmo normal en reposo es de 60 a 100 pulsaciones por minuto.

³ Estándar médico a nivel internacional – OMS/OPS

Figura 29: Variación de la Frecuencia Cardiaca durante el proceso de gestación

Fuente: Revista Española de Cardiología

4.6.2.2. Presión arterial

Es la presión que produce la sangre contra la pared de la arteria. Esta presión es fundamental para transportar el oxígeno y nutrientes a todos los órganos del cuerpo para su correcto funcionamiento. La presión arterial se mide en milímetro de mercurio (mmHg) y la nomenclatura se basa en Tensión/Radio de la arteria. La presión normal puede variar entre 120/80 mm Hg a 90/60 mm Hg.

Figura 30: Variación de la Presión Arterial Media durante el proceso de gestación

Fuente: Revista Española de Cardiología

4.6.2.3. Temperatura corporal

La temperatura estándar es de 36.2 a 37.4 grados centígrados. Durante la gestación la temperatura aumentará de 0.3°C a 0.6°C, esta subida podría continuar durante los primeros meses de embarazo.

4.6.2.4. Contracciones Uterinas

Las contracciones son movimientos musculares en el útero que preparan tu cuerpo para el proceso de parto. Se inician a partir de la semana 4 de manera muy débil y casi imperceptible para algunas mujeres.

Figura 31: Variación de intensidad de la primera contracción

Fuente: <http://www.sintomasdeparto.com/como-es-una-contraccion/>

4.7. Grupos Patológicos

4.7.1. Causas Obstétricas Directas

Son complicaciones obstétricas ocurridas durante el embarazo, parto o puerperio, puede ser originado durante las de intervenciones, omisiones o tratamiento incorrecto. Este grupo abarca hemorragias, parto obstruido, aborto inducido, ruptura del útero, entre otros, siendo relevantes las siguientes patologías al tener impacto en los rangos saludables de los signos vitales:

- Hiperémesis gravídica (náuseas y vómitos intensos)
- Parto prematuro

4.7.2. Causas Obstétricas indirectas

Se refiere a las enfermedades previamente existente o desarrolladas durante el embarazo y que no son provocadas por causas obstétricas directas, pero agravan los cambios fisiológicos propios del embarazo. Puede ser producida por enfermedades preexistentes tales como:

- Problemas cardiovasculares
- VIH y SIDA
- Anemia
- Tuberculosis
- Asma
- Hepatitis
- Obesidad
- Desnutrición
- Diabetes

4.7.3. Sepsis e Infecciones

Dicho grupo hace referencia a infecciones que pueden ser desarrolladas durante el embarazo, estas pueden ser provocadas por otros grupos patológicos o factores externos.

4.7.4. Enfermedades Hipertensivas

Son todas aquéllas enfermedades que se caracterizan por tener un incremento continuo e inestable de la presión arterial, comprometiendo la vida de la gestante y del bebé. Entre éstas enfermedades se encuentran:

- **Hipertensión**

Según la OMS, la hipertensión o también llamada tensión arterial alta o elevada, es un trastorno en el que los vasos sanguíneos tienen una tensión persistentemente alta, lo que puede dañarlos. Cuanto más alta es la tensión, más esfuerzo tiene que realizar el corazón para bombear. Cuando la tensión sistólica es igual o superior a 140 mm Hg y/o la tensión diastólica es igual o superior a 90 mm Hg, la tensión arterial se considera alta o elevada. La mayoría de las personas con hipertensión no muestra ningún síntoma. En ocasiones, la hipertensión causa síntomas como dolor de cabeza, dificultad respiratoria, vértigos, dolor torácico, palpitaciones del corazón y hemorragias nasales.

- **Pre-eclampsia**

La pre-eclampsia se asocia con la hipertensión durante el embarazo y está asociada a elevados niveles de proteína en la orina después de la semana 20 de gestación. La hipertensión causada por la pre-eclampsia puede afectar negativamente al feto al causar el angostamiento de las arterias placentarias, reduciendo el flujo sanguíneo a ciertas áreas de la placenta, arriesgando la vida del feto al tener que inducir el parto mediante cesaría semanas antes o en caso de no ser detectado, se produce la muerte de bebé.

- **Eclampsia**

Es el comienzo de crisis epilépticas o coma en una mujer embarazada con pre-eclampsia. Estas convulsiones no están relacionadas con una afección cerebral preexistente. Otros síntomas de la eclampsia son la constante agitación intensa y la pérdida del conocimiento. Al igual que la pre-eclampsia, el principal tratamiento de la patología es dar a luz, ya que permitir que el embarazo continúe puede ser peligroso tanto para la gestante como para el bebé.

- **Síndrome HELLP**

El síndrome HELLP es una complicación del embarazo que amenaza la vida de la gestante de manera directamente, por lo general es considerado como una variante de la pre-eclampsia. Ambas condiciones ocurren generalmente durante las últimas etapas del embarazo. El síndrome HELLP puede ser difícil de diagnosticar, considerando que los síntomas pueden ser confundidos con otras patologías como gastritis, gripe, hepatitis aguda, enfermedad de la vesícula biliar, u otras condiciones.

4.8. Medicina basada en Evidencia

La Medicina Basada en Evidencias(MBE), es una metodología de la práctica médica que se caracteriza por el uso consiente, explícito y juicioso basada en la mejor evidencia, para guiar la decisión en el diagnóstico, pronóstico y tratamiento de un paciente. ⁴ Es utilizado bajo escenarios de trabajo asistencial, sin afectar la calidad de atención al paciente, por lo tanto, es necesario tener el sustento sólido para ello. Se basa en la información actualizada, mediante el uso de herramientas de búsqueda tales como: UpToDate, ClinicalKey, Web of Science, entre otras fuentes. La Medicina Basada en Evidencias comprende cuatro fases: Planificación, Ejecución, Implementación y Revisión.

Figura 32: Flujograma para la elaboración de una guía de procedimiento asistencial

Fuente: Ministerio de Salud – MINSA

Es en el proceso de ejecución, en donde se realiza la recopilación de información, revisión sistemática y análisis de la bibliografía clínica relevante relacionada con la patología de interés, lo cual comprende el abordaje integral del problema, es decir

⁴ Metodología de atención a pacientes adoptada por el Ministerio de Salud

desde los aspectos conceptuales, epidemiológicos considerando aspectos de evaluación económica. De acuerdo a la clasificación de niveles de evidencia, se define el grado de solidez de las recomendaciones, de acuerdo al tipo de evidencia de la que deriven según la clasificación del US Preventive Task Force.

Tabla 13: Niveles de Evidencia de Acuerdo al Diseño de los Estudios

I	Evidencia obtenida a partir de al menos un ensayo aleatorio y controlado diseñado en forma apropiada
II	Evidencia obtenida de ensayos controlados bien diseñados, sin aleatorización. Evidencia obtenida a partir de estudios de cohorte o caso-control bien diseñados, realizados preferentemente en más de un centro o por un grupo de investigación. Evidencia obtenida a partir de múltiples series comparadas en el tiempo con o sin intervención.
III	Opiniones basadas en experiencias clínicas, estudios descriptivos o informes de comités de expertos

Fuente: Ministerio de Salud - MINSA

Durante la revisión sistemática se pretende que la información resultante sea un conocimiento generalizable a un grupo de pacientes con la condición clínica seleccionada, bajo el supuesto que la información extraída de los diferentes estudios de pacientes es comparable por tener estas características similares. Las fases de una revisión sistemática son:

Tabla 14: Niveles de Recomendación de Acuerdo a la Evidencia

I	Extremadamente recomendable (buena evidencia de que la medida es eficaz, y los beneficios superan ampliamente a los perjuicios).
II	Recomendable (al menos moderada evidencia de que la medida es eficaz, y los beneficios superan a los perjuicios).
III	Ni recomendable ni desaconsejable (al menos moderada evidencia de que la medida es eficaz, pero los beneficios son muy similares a los perjuicios y no puede justificarse una recomendación general).
IV	Desaconsejable (al menos moderada evidencia de que la medida es ineficaz o de que los perjuicios superan a los beneficios).
V	Evidencia insuficiente, de mala calidad o contradictoria, y el balance entre beneficios y perjuicios no puede ser determinado.

Fuente: Ministerio de Salud - MINSA

Posteriormente desarrollada la propuesta, inicia la etapa de la validación, en la cual se forman equipos de expertos los cuales analizan cada apartado de la guía, basados en la experiencia y evidencia. Con estos insumos se sistematiza y se elabora la propuesta que debe ser entregado a un Comité de Expertos para su post-validación, pudiendo utilizarse la metodología del Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation (AGREE Instrument). Finalmente, tras la aprobación de las autoridades institucionales médicas, se procede con la difusión de la propuesta médica, sea a nivel local, regional o nacional.

4.9.Ley de datos Personales

Ley N° 29733 o también llamada Ley de Protección de Datos Personales, fue establecida por el ministerio de Justicia y aprobada por el Congreso del Perú. Dicha ley establece lineamientos para el tratamiento de datos personales y datos sensibles por parte de entidades tanto públicas como privadas. A continuación, se mencionan algunos de los términos más relevantes definidos por el Registro Nacional de Protección de Datos Personales: ⁵

- **Datos personales:** Información sobre una persona natural que la identifica a través de medios que pueden ser razonablemente utilizados.
- **Datos sensibles:** Son datos personales constituidos por los datos biométricos que por sí mismos pueden identificar al titular; datos referidos al origen racial y étnico, ingresos económicos, convicciones políticas, religiosas, filosóficas o morales, e información relacionada a la salud o a la vida sexual.
- **Banco de datos personales:** Conjunto organizado de datos personales, automatizado o no, independientemente del soporte, sea este físico, magnético, digital, óptico u otros que se creen, cualquiera fuere la forma o modalidad de su creación, formación, almacenamiento, organización y acceso

⁵ Ministerio de Justicia del Perú, 2011.

- **Banco de datos personales de administración pública:** Banco de datos personales cuya titularidad corresponde a una entidad pública.
- **Titular de datos personales:** Persona natural a quien corresponde los datos personales.

Dicha ley establece las medidas técnicas, organizativas y legales necesarias para garantizar la seguridad de los datos personales y, por consiguiente, evitar su alteración, pérdida, tratamiento o acceso no autorizado. Por tal motivo, las entidades que gestionen dichos datos debe inscribirse en el Registro Nacional de Protección de Datos personales para pertenecer al grupo de bancos de datos personales de la entidad pública o privada, en la cual se debe detallar los tipos de datos personales, procedimientos de obtención, finalidad, entre otros datos requeridos por el Ministerio de Justicia y Derechos Humanos.

4.10. Proceso de atención prenatal

La atención prenatal es la vigilancia y evaluación integral de la gestante y el feto con acciones sistemáticas y periódicos, destinados a la prevención, diagnóstico y tratamiento de los factores que puedan condicionar morbilidad materna y perinatal. El control médico durante el embarazo es muy importante para asegurar la salud de la madre y del bebé.⁶

Por ello, es importante que la mujer acuda a los controles prenatales inmediatamente confirme su embarazo. Durante el control, la mujer gestante pasa por diversos exámenes médicos para detectar situaciones de riesgo que puedan complicar el embarazo, tales como: presión alta, anemia, entre otros. Durante estos controles, también se aconseja cómo alimentarse durante el embarazo, los síntomas y signos de posibles complicaciones del parto y cómo cuidar y alimentar al recién nacido o nacida.

El Ministerio de Salud establece que el proceso de control prenatal debe presentar las siguientes características:

- **Precoz:** Se debe realizar inmediatamente tras la sospecha de un embarazo ante un retraso menstrual.
- **Periódico:** La frecuencia ideal de los controles prenatales deben de realizarse mensualmente hasta las 32 semanas, quincenalmente hasta la semana 36 y hacia el final del embarazo, semana 37 en adelante, debe realizarse semanalmente.
- **Integral:** Debe involucrar la participación de varios profesionales a fin de poder prevenir complicaciones durante el mismo.

⁶ Instituto Nacional Materno Perinatal, 2010.

4.10.1. Objetivos

El Ministerio de Salud en conjunto con otras entidades médicas, tales como la Organización Mundial de Salud, recomienda a las mujeres gestantes acudir a sus controles prenatales en forma periódica, en donde se ayuda a brindar información a las gestantes sobre los síntomas del embarazo y los signos de alarma, para que acudan a tiempo a un establecimiento de salud, así como descartar complicaciones o enfermedades, con lo cual se previenen casos de muerte materna y neonatal. Los controles médicos durante la gestación tienen los siguientes objetivos:

- Evaluar integralmente a la gestante y al feto e Identificar la presencia de signos de alarma o enfermedades asociadas que requieran un tratamiento especializado para la referencia oportuna.
- Prevenir, diagnosticar y tratar las complicaciones del embarazo.
- Preparar física y mentalmente a la gestante para el parto, así como realizar la estimulación prenatal al feto.
- Promover el apoyo familiar y social para el cuidado prenatal.
- Promover la adecuada nutrición.
- Detectar el cáncer de cérvix uterino y la patología mamaria.
- Promover la salud reproductiva y la planificación familiar.
- Prevenir el tétanos neonatal.
- Promover la lactancia materna en la crianza del recién nacido.
- Realizar el planeamiento individualizado del parto institucional con participación de la pareja y la familia.

La finalidad del proyecto es contribuir con el seguimiento del proceso de gestación y el cuidado de la salud de la madre y la del bebé, desde el inicio hasta la etapa final del embarazo para prevenir posibles complicaciones durante el embarazo que puedan alterar su bienestar. Para ello existen indicadores médicos que permiten evaluar el desempeño durante la etapa final del parto. Cabe resaltar que estos indicadores tienen dependencia de la condición de los individuos, considerando factores físicos, patológicos, genéticos, entre otros.

4.10.1.1. Clasificación del embarazo (Distócico y Eutócico)

El embarazo es clasificado como eutócico cuando no se detectan anomalías durante el proceso de parto. Por otro lado, el embarazo distócico es aquel que presenta anomalías (maternas y fetales) que compliquen el parto, por lo cual requiere de la intervención médica especializada.

4.10.1.2. Prueba de Apgar

Es un examen que se realiza dentro de los 5 minutos después del nacimiento del bebé, en la cual se evalúa factores vitales del recién nacido tales como: esfuerzo respiratorio, frecuencia cardíaca, tono muscular, reflejos, color de la piel. El puntaje puede llegar hasta los 10 puntos, cuanto más alto sea el puntaje, mejor será la evolución del bebé después de nacer. Este indicador, contrasta el seguimiento del desarrollo fetal, incluyendo la posición del bebé, frecuencia cardíaca y otros exámenes médicos opcionales.

4.10.2. Factores de Riesgo

Un factor de riesgo es cualquier característica o exposición de un individuo que aumente la probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión afectando su integridad física y/o mental. Entre los factores de riesgo más importantes cabe citar la insuficiencia ponderal, las prácticas sexuales de riesgo, la hipertensión, el consumo de tabaco y alcohol, el agua insalubre, las deficiencias del saneamiento y la falta de higiene.⁷

Durante el embarazo, se pueden presentar diferentes factores de riesgo que comprometan la vida de la madre y la del feto, estos pueden ser factores fetales o cromosómicos, maternos, inmunológicos, ambientales o paternos.⁸

⁷ Definición por parte de la Organización Mundial de la Salud(OMS).

⁸ Clasificación realizada por el Ministerio de Salud del Perú.

A continuación, se menciona la lista de los principales factores de riesgo materno detectados durante el embarazo:

4.10.2.1. Problemas de salud existentes

- **Presión arterial alta:** La presión arterial alta no controlada puede provocar daño en los riñones de la madre y aumentar el riesgo de tener pre-eclampsia o un bebé con peso bajo.
- **Síndrome del ovario poliquístico:** Trastorno que puede interferir en la capacidad de una mujer de quedar embarazada y mantener el embarazo, puede provocar la pérdida espontánea del feto antes de las 20 semanas de gestación, diabetes gestacional, pre-eclampsia y parto prematuro.
- **Diabetes:** Los niveles altos de azúcar en la sangre pueden provocar defectos de nacimiento durante las primeras semanas de embarazo.
- **Enfermedad renal:** Las mujeres con enfermedad renal con frecuencia tienen dificultad para quedar embarazadas y cualquier embarazo corre un riesgo significativo de aborto espontáneo.
- **Enfermedad autoinmune:** Las enfermedades autoinmunes incluyen enfermedades como el lupus y la esclerosis múltiple aumentando el riesgo de parto prematuro y muerte fetal.
- **Enfermedad de la tiroides:** Puede causar problemas en el feto como insuficiencia cardíaca, poco aumento de peso y defectos de nacimiento.
- **Infertilidad:** Las mujeres que toman medicamentos que aumentan las probabilidades de un embarazo son más propensas a tener complicaciones en el embarazo que involucran a la placenta y sangrado vaginal.

- **Obesidad:** Aumenta la probabilidad de que una mujer desarrolle diabetes durante el embarazo, lo que contribuye a los partos difíciles.
- **VIH/SIDA:** Las mujeres pueden transmitir el virus al feto durante el embarazo; la transmisión también puede darse durante el trabajo de parto y el parto, o a través de la leche materna.
- **Antecedentes de parto prematuro:** En caso exista registro de partos prematuros previos, los futuros embarazos se dan bajo dicho factor de riesgo.

4.10.2.2. Condiciones físicas y estilo de vida

- **Embarazo adolescente:** Las adolescentes menores de 15 años son más propensas a desarrollar presión arterial alta y anemia (falta de glóbulos rojos) y sufrir parto prematuro.
- **Primer embarazo después de los 35 años:** Las madres primerizas de más edad pueden tener embarazos normales, pero corren riesgo de tener complicaciones en el parto, incluido sangrado excesivo durante el trabajo de parto. Por otro lado, el bebé es más propenso a poseer un trastorno genético, como el síndrome de Down.
- **Talla menor a 1.40 cm:** Aumenta el riesgo de contraer infecciones durante el embarazo.
- **Consumo de alcohol, cigarrillos o drogas:** Las sustancias son recibidas por el feto, alterando su crecimiento y provocando posibles alteraciones en su desarrollo durante la gestación y los primeros años de vida.

4.10.2.3. Condiciones del embarazo

- **Embarazo múltiple:** Los embarazos de mellizos, trillizos o más fetos, conocidos como embarazos múltiples, aumentan el riesgo de los bebés de nacer prematuros. Si los bebés de un embarazo múltiple nacen de forma prematura, son más propensos a tener dificultades respiratorias.
- **Diabetes gestacional:** La diabetes gestacional no controlada aumenta el riesgo de tener un trabajo de parto y un parto prematuros, pre-eclampsia y presión arterial alta.
- **Pre-eclampsia, eclampsia y otras enfermedades hipertensivas.**

4.10.3. Frecuencia de las atenciones prenatales en el Perú

El MINSA establece que la atención prenatal debe iniciarse lo más temprano posible, debe ser periódica, continua e integral. Se considera como mínimo que una gestante reciba 06 atenciones prenatales durante todo el proceso de gestación, distribuidas de la siguiente manera:

- Dos atenciones antes de las 22 semanas
- La tercera entre las 22 a 24 semanas
- La cuarta entre las 27 a 29 semanas
- La quinta entre las 33 a 35 semanas
- La sexta entre las 37 a 40 semanas

Por otro lado, durante el año 2016, la Organización Mundial de la Salud recomienda que se deben realizar 08 controles prenatales durante el proceso de gestación para llevar un embarazo saludable.

4.10.4. Proceso de atención prenatal

El Ministerio de Salud establece la guía de prácticas clínicas y procedimientos en obstetricia y perinatología en la cual detalla el proceso de atención prenatal basado en las recomendaciones publicadas por la Organización Mundial de la

Salud y la Organización Panamericana de Salud a fin de ofrecer una atención altamente especializada a la mujer en salud reproductiva y al neonato de alto riesgo, efectuando el seguimiento del proceso de gestación de inicio a fin.⁹

Figura 33: Proceso de atención para el control prenatal

Fuente: Ministerio de Salud

⁹ CPN: Control Prenatal. Proceso de atención estandarizado internacionalmente por la OMS.

4.10.4.1. Primera consulta prenatal

Durante la primera etapa del proceso de atención prenatal, es recomendable realizar la primera consulta antes de las 12 semanas de edad gestacional. Debe durar no menos de 20 minutos y comprende el registro de una historia clínica detallada abarcando los siguientes puntos:

- **Anamnesis:** Considera antecedentes personales de importancia en la gestante, antecedentes ginecológicos y antecedentes obstétricos y precisa la edad gestacional. Antecedente de los ciclos menstruales, fecha de la última menstruación, tipo de partos previos, pesos de los recién nacidos y en caso de abortos edad gestacional de los abortos espontáneos. Además, se incluye los aspectos socio-económicos y se analizan los factores de riesgo. Así mismo se realiza el chequeo de esquema de vacunación.
- **Examen clínico general:** Incluye corazón, pulmones, riñones y mamas.
- **Examen obstétrico:** Incluye examen con espéculo, realización del test de Papanicolaou y test de Schiller, tacto vaginal (sin exploración trans-cervical) y examen de las mamas, con descripción detallada de las características del examen realizado.
- **Exámenes auxiliares basales:** Tales como hemoglobina, Grupo sanguíneo y factor Rh, glucosa, urea y creatinina, reacciones serológicas para sífilis (RPR) e infección por VIH (ELISA), examen completo de orina, ecografía obstétrica.
- **Evaluación y control del estado nutricional:** Se evalúa el peso inicial de la mujer, esto a fin de llevar un control sobre el patrón de ganancia de peso y así evitar condiciones de alto riesgo durante el embarazo, como ser aborto espontáneo, diabetes gestacional, hipertensión gestacional, pre-eclampsia, parto prematuro, entre otros.

- **Evaluación odontoestomatológica:** El estado de salud bucal de la madre influye en el riesgo de desarrollar caries tempranas en los niños mediante el contagio de bacterias cariogénicas y de conductas que favorecen el desarrollo de patologías orales. Es por ello que se evalúa el estado de la madre para realizar tratamientos correctivos en caso sea necesario.
- **Vacunación antitetánica:** Se realiza la vacuna para proteger al bebé del tétanos neonatal, logrando transferir la antitoxina al feto a través de la placenta. La duración de los anticuerpos permanece alrededor de seis meses, por ello es necesario llevar un control adecuado para evitar complicaciones neonatales que arriesguen la vida del bebé. Durante el primer embarazo se recomienda dos dosis de dicha vacuna.

4.10.4.2. Atenciones prenatales posteriores

Las siguientes consultas deben durar no menos de 15 minutos y deben realizarse según el protocolo de periodicidad establecido por el Ministerio de Salud, considerando las siguientes pautas en los controles realizados:

- Evaluación integral
- Verificación de signos y síntomas de alarma
- Controlar el aumento de peso corporal, las funciones vitales (especialmente presión arterial) y la presencia de edemas.
- Control del crecimiento fetal intrauterino mediante la vigilancia de la altura uterina
- Interpretación de exámenes auxiliares
- Evaluar edad gestacional
- Indicar suplemento de hierro y ácido fólico después de la semana 16 (Para prevenir la anemia gestacional).

Estas pruebas generales, se realizan con el objetivo de registrar las variaciones del desarrollo tanto de la mujer gestante como la del feto a fin

de detectar cualquier irregularidad para su detección temprana, y en caso sea necesario la intervención bajo el respectivo tratamiento médico. Los principales signos vitales y parámetros corporales captados en los controles mencionados son: presión y frecuencia arterial materna, frecuencia cardíaca fetal, peso y patrón de ganancia de masa corporal, nivel de proteinuria, niveles de hierro y ácido fólico.

A partir de la semana 28:

- Determinar la situación, posición, presentación fetal y número de fetos.
- Control de latidos cardíacos fetales.
- Detección de presencia de movimientos fetales (desde las 18 – 20 semanas).
- Iniciar estimulación prenatal y preparación psicoprofiláctica del parto.

A partir de la semana 35:

- Pelvimetría interna.
- Determinación del encajamiento fetal.
- Re-evaluación del estado general materno.
- Actualizar exámenes auxiliares, según criterio médico.
- Solicitar pruebas de bienestar fetal, según sea el caso.
- Solicitar riesgo quirúrgico y programar para cesárea electiva solo en casos necesarios.

Para las últimas semanas de gestación, se enfatiza en llevar un control constante sobre la mujer gestante para evaluar si existen riesgos previos al parto. Se evalúa la frecuencia de las contracciones uterinas, las cuales pueden revelar el riesgo de un parto prematuro no detectado. Así mismo se realiza la pelvimetría interna, en la cual se mide la longitud del diámetro de la pelvis, logrando determinar si el parto se dará de manera natural o es necesario realizar una cesárea. Así mismo se evalúa el estado del bebé, mediante ecografías se determina la posición para, en caso sea necesario,

realizar el procedimiento de corrección llamado versión cefálica externa para ayudar al feto a posicionarse adecuadamente para el parto, la ecografía también permite evaluar cualquier percance fetal, en la cual pueda comprometer la integridad del bebé al momento del parto, por ejemplo, la interrupción del parto por la posición del cordón umbilical. Estas últimas semanas son indispensables para poder asegurar la integridad del parto, tanto para la madre como para el bebé y tomar las decisiones médicas correspondientes. Durante estas últimas semanas, se realiza la orientación respectiva sobre el proceso de parto y postparto.

4.10.5. Signos y síntomas de alarma

Ante la presencia de alguno de estos signos o síntomas, es obligatorio acudir inmediatamente a un centro médico para realizar el respectivo control prenatal:

- Fiebre
- Sangrado vía vaginal
- Desmayo o mareos
- Convulsiones
- Cefalea intensa o permanente
- Visión borrosa, escotomas y/o zumbido de oídos
- Aumento súbito de peso
- Hinchazón de cara, manos y pies.
- Pérdida vaginal de líquido amniótico
- Náuseas y vómitos intensos o repetidos
- Disuria
- Disminución o ausencia de movimientos fetales
- Descompensación de algún factor intercurrente
- Contracciones uterinas antes de las 37 semanas de gestación

4.10.6. Dispositivos médicos

Un dispositivo médico es aquel instrumento, aparato, implemento, máquina, reactivo, aplicativo informático, material u otro artículo similar o relacionado, previsto por el fabricante para ser empleado en seres humanos, solo o en combinación, para uno o más de los siguientes propósitos específicos: ¹⁰

- Diagnóstico, prevención, monitoreo, tratamiento o alivio de una enfermedad.
- Diagnóstico, monitoreo, tratamiento, alivio o compensación de una lesión.
- Investigación, reemplazo, modificación o soporte de la anatomía o de un proceso fisiológico.
- Soporte o mantenimiento de la vida.
- Control de la concepción.
- Desinfección de dispositivos médicos.

4.10.6.1. Tipos de dispositivos médicos

La Dirección General de Medicamentos Insumos y Drogas (DIGERMIN), clasifica los dispositivos médicos en base al uso que se le asigna para la intervención médica. ¹¹

- **Instrumental médico:** Instrumento destinado al uso quirúrgico, para cortar, horadar, aserrar, raspar, legar, sujetar, retirar, inmovilizar sin ninguna conexión con otro dispositivo médico activo.
- **Material o insumo médico:** Sustancia, artículo o material empleado para el diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades que para su uso no requieren de fuentes de energía.

¹⁰ Ministerio de Salud (DIGEMIN) / FDA / OMS-OPS

¹¹ Clasificación aprobada por el Ministerio de Salud del Perú.

- **Equipo biomédico:** Dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos e hidráulicos y/o híbridos, que para uso requieren una fuente de energía; incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento.
- **Dispositivo médico de diagnóstico in vitro:** Productos destinados para el examen de muestras derivadas del cuerpo humano, usados solos o en combinación para el examen in vitro (análisis mediante el uso de tubo de ensayo) de muestras.

4.10.6.2. Dispositivos médicos básicos

El Ministerio de Salud del Perú ha realizado la estandarización del equipo médico básico para los establecimientos de salud, a fin de contar con una dotación, renovación o reposición de los dispositivos médicos para priorizar y optimizar la calidad de la atención de salud.

A continuación, se lista los principales equipos biomédicos básicos para establecimientos y personal de salud correspondientes al primer nivel de atención I-1.¹²

- **Tensiómetro:** Este dispositivo permite medir la presión arterial ejerciendo presión sobre el brazo mediante el uso de un “manguito inflable”. Con ayuda de un estetoscopio se puede escuchar la sangre pulsando a través de la arteria, lo cual, junto al manómetro, permite determinar la presión sistólica y diastólica. Existen tensiómetros manuales y digitales.

¹² Se abarcan los servicios básicos de atención tales como consultas, emergencia, farmacia y nutrición. No se mencionan dispositivos tales como camillas, anaqueles, entre otros que puedan ser remplazados fácilmente.

Figura 34: Dispositivo médico - Tensiómetro manual

Fuente: Periódico de Salud

- **Estetoscopio:** Dispositivo el cual permite realizar la auscultación, la cual consiste en la exploración de sonidos que se producen al interior de un organismo, especialmente en el tórax o abdominales.

Figura 35: Dispositivo médico - Estetoscopio

Fuente: EquipoMedicoConsultaria.com

- **Tallímetro:** Instrumento que se emplea para medir la estatura de mujeres y varones mayores de 2 años, adolescentes y adultos, según su diseño. Tiene 3 partes: base, tablero y tope móvil. Algunos de los diseños incluyen una balanza como parte del instrumento de medición.

Figura 36: Dispositivo médico - Tallímetro mecánico

Fuente: ElHospital.com

- **Termómetro:** Dispositivo que sirve para medir la temperatura corporal. El diseño básico de este dispositivo consiste en un tubo capilar de vidrio cerrado y terminado en un pequeño depósito que contiene una cierta cantidad de mercurio o alcohol, el cual se dilata al aumentar la temperatura o se contrae al disminuir y cuyas variaciones de volumen se leen en una escala graduada.
- **Plicómetro:** Es un instrumento que permite medir el pliegue cutáneo logrando calcular el porcentaje de grasa corporal.

Figura 37: Dispositivo médico - Plicómetro

Fuente: Almamedical.es

- **Balanza:** Dispositivo que permite medir el peso de las personas, permitiendo el desarrollo del diagnóstico médico. Algunos diseños incluyen un tallímetro adheridas las balanzas.

Para llevar un adecuado control del proceso de gestación, se hace uso de los siguientes dispositivos médicos enfocados al seguimiento de los signos vitales y otros parámetros corporales de la madre y del bebé.

4.10.6.3. Ecógrafo

Es un equipo de diagnóstico para llevar a cabo ecografías. Los ecógrafos emiten ultrasonidos, imperceptibles para el oído humano, que penetran en el cuerpo hasta llegar a los diferentes órganos. Una vez estos ultrasonidos acceden a los órganos internos se produce un efecto rebote, permitiendo formar imágenes. Las frecuencias de ultrasonidos utilizadas son a partir de los 200 Hz, pero las que se utilizan para diagnosticar mediante la imagen están entre 2 y 20 Mhz.

Los ecógrafos se componen de tres partes: el transductor o sonda, la computadora y el monitor:

- **Transductor:** Está formado por una serie de cristales llamados piezoeléctricos, cuya función es la de transformar la energía eléctrica en vibración o energía mecánica, y que se encuentran dentro del transductor.
- **Computadora y monitor:** Cuando el transductor convierte el eco que recibe de los órganos en energía eléctrica, la computadora se encarga de convertir esa energía en imágenes.

Existen dos tipos principales de ecografías fetales:

- **Ecografía trans-vaginal:** En este tipo de ecografía fetal, se coloca un transductor con forma de varilla en la vagina que emite ondas sonoras

y capta las reflexiones. Las ecografías trans-vaginales se utilizan con mayor frecuencia durante las primeras etapas del embarazo, cuando el útero y las trompas de Falopio están más cerca de la vagina que de la superficie abdominal.

Figura 38: Dispositivo médico - Ultrasonido Fetal Trans-vaginal

Fuente: Stanford Children's Health, 2018

- **Ecografía transabdominal:** Una ecografía fetal transabdominal se realiza moviendo el transductor (un pequeño dispositivo plástico que emite y recibe ondas sonoras) sobre el abdomen. Este tipo de ecografía fetal se suele utilizar durante la etapa más avanzada del embarazo.

Figura 39: Dispositivo médico - Ultrasonido Fetal Transabdominal

Fuente: Stanford Children's Health, 2018

Existen otros tipos de ecografías transabdominales disponibles para llevar un mejor control del proceso de gestación:

- **Evaluación ecográfica especializada:** La exploración especializada puede ser necesaria en determinadas circunstancias, como cuando se sabe o se sospecha de una anomalía fetal. En esta situación, una evaluación más detallada puede proporcionar información adicional acerca de la anomalía.
- **Ecografía tridimensional:** Una ecografía fetal tridimensional puede proporcionar imágenes de un bebé con detalles de calidad fotográfica. Este tipo de ecografía a veces se utiliza para ayudar a los proveedores de atención médica a detectar anomalías faciales o defectos del tubo neural.
- **Ecografía Doppler:** Una ecografía Doppler mide pequeños cambios en las ondas de ultrasonido a medida que rebotan sobre objetos en movimiento, como las células sanguíneas. Una ecografía Doppler puede proporcionar detalles acerca del flujo sanguíneo del bebé.
- **Ecocardiografía fetal:** Este tipo de ecografía fetal proporciona una imagen detallada del corazón del bebé. Puede utilizarse para confirmar o para descartar un defecto cardíaco congénito.

4.10.6.4. Transductor o Electrodo Fetales

Este sensor suele utilizarse en las últimas semanas del embarazo y durante el trabajo de parto con objeto de controlar la actividad uterina y el bienestar intrauterino del bebé, puede utilizarse de forma externa (no invasiva) o interna. Se basa el monitoreo de la frecuencia cardíaca fetal considerando el nivel de oxigenación del bebé en un determinado momento. Un pulso o patrón cardíaco anormal puede significar que el bebé no obtiene suficiente oxígeno o que existen otros problemas que comprometen la vida del feto.

Figura 40: Dispositivo médico - Transductor Fetal

Estos electrodos permiten captar y grabar los latidos del bebé y sus contracciones. Basada en el endurecimiento de los músculos de la madre. Las pulsaciones solo pueden ser percibidas por dispositivos especiales. Así mismo se realiza el seguimiento del pulso cardiaco del bebé. En las gráficas obtenidas se puede observar en la frecuencia cardiaca fetal y la actividad uterina en paralelo.

Figura 41: Resultados de medición del transductor fetal

4.10.7. Servicios de atención prenatal

El sistema de salud dispone de diversos servicios para prevenir o corregir a tiempo cualquier problema que pueda comprometer la viabilidad del embarazo. La mayoría de las pruebas no requieren ninguna preparación especial, como los análisis de sangre o las ecografías, sin embargo, existen ciertas pruebas que se consideran invasivas que sólo se realizan cuando el especialista considere que existen riesgos que las hacen necesarias.¹³

4.10.7.1. Exámenes prenatales: Primer trimestre

A lo largo del primer trimestre, se realizan las siguientes pruebas para identificar la situación médica de la mujer. Estos datos formarán parte del registro del historial médico, en donde se lleva un registro completo del proceso de gestación de inicio a fin.

- **Análisis de orina:** Permite controlar la posible presencia de proteínas en la orina, lo cual es un indicador alerta para la detección de pre-eclampsia y otras enfermedades hipertensivas. Así mismo permite descartar posibles infecciones de las vías urinarias y se puede detectar la posible presencia de glucosa, síntoma de diabetes.
- **Ecografía:** Mediante el uso de ondas sonoras, se pueden tomar imágenes que muestran la forma y la posición del bebé. Se puede hacer al principio del primer trimestre para calcular el tiempo de embarazo.

El médico especialista realiza un examen físico completo, que puede incluir el control del peso, de la presión sanguínea, examen pélvico, Papanicolaou y de los pechos. También se registran los factores de riesgo tales como enfermedades de transmisión sexual. Por otro lado, se realizan los siguientes análisis y estudios según los factores de riesgo identificados. Entre ellos, se incluyen los siguientes:

¹³ Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU.

- **Cribado del primer trimestre:** Este examen incluye un análisis de sangre y una ecografía, ayuda a determinar si el feto tiene riesgos de presentar una anomalía cromosómica (como Síndrome de Down) o deformaciones congénitas (como un problema del corazón).
- **Muestreo del vello coriónico:** Este examen controla las células de la placenta para evaluar una posible anomalía cromosómica (como Síndrome de Down). Se puede hacer entre las semanas 10 y 13 y permite determinar si el bebé nacerá con un trastorno cromosómico específico.
- **Examen de ADN libre:** En este análisis de sangre se examina el ADN fetal presente en la sangre de la madre. Se evalúa si el feto está en riesgo de tener un trastorno cromosómico y se puede hacer a partir de la semana 10 del embarazo. Se suele ofrecer a mujeres embarazadas que tienen un mayor riesgo por la edad o que han tenido un bebé con una anomalía cromosómica.

4.10.7.2. Exámenes prenatales: Segundo trimestre

Durante el segundo trimestre, se realizan las siguientes pruebas:

- **Cribado cuádruple:** Este análisis de sangre se hace entre las semanas 15 y 20 para descartar defectos del tubo neural (como espina bífida) y trastornos genéticos (como síndrome de Down y trisomía del par 18). Los resultados pueden ser corroborados con los exámenes de cribado del primer trimestre para obtener resultados más precisos.
- **Ecografía:** La mayoría de las ecografías del segundo trimestre, o ecografías "nivel II", se hacen entre las 18 y las 20 semanas para examinar la anatomía del bebé y confirmar que se está desarrollando normalmente.

- **Análisis de glucosa:** Se comprueba si existe diabetes gestacional, una forma de diabetes de corto plazo que algunas mujeres desarrollan durante el embarazo y que puede provocar problemas de salud para el bebé
- **Amniocentesis:** En este examen se extrae una muestra del líquido amniótico que rodea al bebé para verificar signos de problemas como trastornos cromosómicos, problemas genéticos y defectos del tubo neural. Se suele hacer entre las semanas 15 y 20 a las mujeres que presentan un mayor riesgo de tener un bebé con estos trastornos.
- Este examen también llamado "cordocentesis" o "muestra de sangre fetal", examina la sangre fetal extraída directamente del cordón umbilical para detectar trastornos del feto. Se suele hacer después de la semana 18 del embarazo.

4.10.7.3. Exámenes prenatales: Tercer trimestre

Durante el tercer trimestre de embarazo, se realizan las siguientes pruebas:

- **Ecografía:** Las ecografías de tercer trimestre permiten examinar la placenta y el perfil biofísico, que permite ver si el bebé está recibiendo suficiente oxígeno.
- **Análisis de glucosa:** Se comprueba si existe diabetes gestacional.
- **Análisis de estreptococos del grupo B:** Se realiza entre la semana 35 y la 37 del embarazo a fin de detectar una infección por estreptococos del grupo B. Estas bacterias están presentes naturalmente en la vagina de muchas mujeres, pero pueden provocar infecciones graves en los recién nacidos. Para este análisis, se toma una muestra de la vagina y el recto con un hisopo. Si el resultado del análisis es positivo, la mujer debe ir al hospital en cuanto comience el trabajo de parto para que le comiencen a dar antibióticos intravenosos para ayudar a proteger al bebé de la infección.

- **Control no invasivo:** Se realiza para comprobar la salud del feto, por ejemplo, en un embarazo de alto riesgo o cuando ya pasó la fecha de parto. Este análisis comprueba si el bebé responde normalmente a la estimulación y si está recibiendo suficiente oxígeno.
- **Prueba de contracciones con estrés:** Esta prueba estimula al útero con pitocina para determinar el efecto que tienen las contracciones sobre el ritmo cardíaco del feto. Se recomienda cuando un estudio anterior indica un problema en el ritmo cardíaco del bebé.

4.10.8. Sector médico público y privado en el Perú

Actualmente, en el Perú existen dos subsistemas de salud: el público y el privado. El primero expresa la lógica del derecho ciudadano a la salud y el segundo se funda en la lógica de mercado. Dichos subsectores se rigen bajo las políticas, normas y supervisión de entidades médicas establecidas por el Gobierno del Perú tales como el Ministerio de Salud (MINSA) y la Superintendencia Nacional de Salud (SUSALUD), compartiendo responsabilidades en la gestión de la política de salud.

Figura 42: Mapa del Sistema de Salud en Perú

Subsectores		Público	Privado
Rectores	Políticas y normas	Ministerio de Salud (Minsa)	
	Supervisión	Superintendencia Nacional de Salud (Susalud)	

Fuente: Colegio Médico del Perú

La principal diferencia entre el régimen público y privado se centra en el financiamiento del centro médico de salud, lo cual implica la gestión en la adquisición de productos y suministros médicos, contratación de personal calificado para la atención de pacientes y la disponibilidad de servicios que ofrece. A consecuencia de la promulgación de la ley de aseguramiento universal en salud (AUS), se dispuso la elección del subsistema de salud de

preferencia y accesibilidad económica-social, respetando el derecho al acceso a un sistema de salud en el país. Si bien los procedimientos de atención de pacientes médicos, en este caso control prenatal de mujeres gestantes, son establecidos por el Ministerio de Salud, todo centro médico (público y privado) que respete y cumpla con la normativa de atención de salud puede ofrecer diversos servicios y recursos médicos aprobados por entidades reguladores nacionales e internacionales en base a su poder económico adquisitivo. (Colegio Médico del Perú, 2016)

CAPÍTULO 5: DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo, se detalla la descripción y el desarrollo de la solución propuesta y sus componentes tales como la arquitectura general, modelo, arquitectura lógica y física. Así mismo, se detalla los criterios de selección para la elaboración de los componentes.

5.1.Propuesta

El proyecto consiste en una solución para el control y seguimiento del proceso de gestación en mujeres utilizando dispositivos wearables, con la finalidad de evitar el desarrollo de enfermedades prevenibles relacionadas al embarazo mediante alertas generadas a partir de irregularidades de los signos vitales de la mujer gestante, las cuales son enviadas al personal médico para su evaluación e intervención. La solución desarrollada consta del modelo, arquitectura lógica y física generados, enfocados al análisis de los datos fuera del entorno médico mediante el monitoreo pasivo considerando aspectos médicos, tecnológicos y legales que garanticen la seguridad e integridad del paciente.

Figura 43: Resumen de la solución

Con el despliegue y uso de la solución propuesta se busca reducir el número de muertes por causas prevenibles que ocurren durante la gestación logrando reducir tanto el número de muertes maternas con la detección precoz de las patologías mencionadas anteriormente, como el número de muertes prenatales como consecuencia del tratamiento temprano y eficaz administrado por personal médico especializado. Dentro del desarrollo del proyecto, también se detallan los criterios de selección de los componentes principales de la solución. Así como el diseño de las interfaces interactivas tanto con la mujer gestante y el médico especialistas.

Así mismo, se busca poder reducir costos en los centros médicos y aseguradoras, logrando disminuir el número de visitas de emergencia al hospital por complicaciones o enfermedades desarrolladas durante el embarazo no detectadas hasta que estas se encuentran en una etapa avanzada. Adicionalmente se pretende mantener informadas a las mujeres gestantes sobre el desarrollo completo de su embarazo con el monitoreo constante de los parámetros vitales bajo la supervisión de expertos médicos, generando la satisfacción del seguimiento controlado del proceso de gestación basado en los estándares médicos para llevar un embarazo saludable.

Según la Dirección de Epidemiología del Ministerio de Salud, en el Perú, la mortalidad materna pasó de 769 a 325 defunciones desde el año 1997 al 2016, representando un descenso del 42% de mujeres fallecidas durante el embarazo debido al impacto positivo de los avances médicos para llevar un mejor control en el desarrollo de la gestación y disponer de tratamientos adecuados ante las patologías que se puedan detectar durante el embarazo.

La OMS ha establecido que todas las muertes relacionadas con el embarazo deben ser motivo de vigilancia y análisis, con objeto de conocer su magnitud y establecer medidas de prevención para tratar futuros casos, para ello plantea el modelo de atención prenatal, en la cual se detalla que la gestante debe acudir con profesionales sanitarios a lo largo del embarazo 8 veces como mínimo, sin embargo, en el Perú, el promedio se encuentra en 6 visitas.

Figura 44: Grupos patológicos durante el embarazo

Fuente: Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológico en Salud Pública – MINSA
2015

Según un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la tasa de mortalidad materna durante el embarazo es de 68 muertes por cada 100.000 niños nacidos vivos. Adicionalmente, el Ministerio de Salud (MINSA) detalla que en el Perú cada día 2 mujeres mueren por complicaciones durante el embarazo, parto y puerperio, 856 mujeres sufren complicaciones del embarazo.

5.2. Análisis de Gestores de Base de datos

Para la evaluación de los gestores de base de datos, se ha optado por evaluar el puntaje de los criterios de calificación proporcionados por la empresa consultora G2 Crowd, en un estudio realizado el presente año basado en más de quince mil evaluaciones y críticas basados en una calificación del 0 al 10.

Figura 45: Benchmarking Database Management Systems

	Microsoft® SQL Server™	ORACLE®	MySQL™	PostgreSQL
Proveedor	Microsoft	Oracle Corporation	Oracle Corporation	PostgreSQL GDG
Adquisición	Licencias	Licencias	Licencia / Código Abierto	Código Abierto
Facilidad de administración y configuración	8.43	8.40	8.00	8.00
Calidad de soporte	8.5	7.9	8.2	7.6
Disponibilidad	9.0	8.8	8.9	8.9
Estabilidad	9.0	8.7	8.9	8.9
Escalabilidad	8.7	8.0	8.7	8.6
Seguridad	8.9	8.2	8.8	8.3

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, evaluando la condición de un motor de código abierto, se puede resaltar que, si bien estos productos son menos costosos y vienen con la documentación necesaria para su uso en ambientes de prueba y producción, no incluyen soporte ni materiales de capacitación, llegando al punto en que puede requerir más inversión en consultores y recursos externos.

Tal como se puede observar en el gráfico comparativo, Microsoft posee una calificación alta a comparación de los otros gestores, resaltando su alto nivel de disponibilidad, estabilidad y seguridad. Teniendo en cuenta el puntaje de los criterios de evaluación de los cuatro gestores de base de datos, se concluye que SQL Server se alinea a las necesidades de la propuesta planteada, considerando que los servicios de Microsoft ya se encuentran siendo utilizados por entidades médicas para el cuidado de la salud.

5.3. Análisis de Soluciones Cloud

La solución propuesta requiere de una infraestructura escalable que soporte su implementación, es por ello que se ha optado por utilizar servicios en la nube para así poder disponer de los recursos según la demanda. En base al análisis realizado, se pudo construir el siguiente benchmarking comparando diferentes criterios de selección considerando las necesidades requeridos para poder desplegar la solución propuesta:

Figura 46: Benchmarking Cloud Computing

	Azure	aws	Google Cloud	IBM Cloud
Incremento porcentual de adquisición (2017 al 2018)	7 %	5 %	3 %	-2 %
Desarrollo de Aplicaciones	App Service	Elastic Beanstalk	Google App Engine	IBM Cloud Functions
Costos Mensual (SQL Server + Aplicaciones)	\$ 1,537.00	\$ 1,700.00	No disponible	No disponible
Ventaja competitiva	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción de costos en base a la alta demanda de recursos. - Integración con otros componentes de Microsoft. - Licencias más económicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Posicionamiento en el sector empresarial. - Costos de adquisición iniciales más bajos frente a la competencia. - Enfoque híbrido mediante integración de plataformas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Respaldo de seguridad redundante a bajos costos. - Alta velocidad de entrada y salida de datos por segundo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dispone de una gran variedad de componentes de integración.
Escalabilidad	Manual / Automática	Manual / Automática	Manual / Automática	Manual
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo nivel de soporte en plataformas de código Abierto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Complejidad en la administración de los servicios contratados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Escases de componentes de integración. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de presencia en el mercado. - Bajo nivel de soporte.

Fuente: Elaboración propia

Si bien existen algunas similitudes entre las plataformas ofrecidas por los proveedores de servicio Cloud, tales como servicios generales como storage, disponibilidad y acceso a recursos desde cualquier punto de conexión a internet, existen diversos criterios los cuales diferencian la elección de adquisición de dichos servicios en base a las necesidades específicas de desarrollo. Los criterios de selección tienen como base el estudio realizado por la empresa RighthScale en el 2018, la cual realiza estudios anuales comparativos de los proveedores de servicio Cloud.

Como primer criterio, se evalúa las variaciones porcentuales de adquisición de los servicios Cloud, en la cual se destaca el incremento del porcentaje de adquisición para el desarrollo de soluciones y aplicaciones por parte de la empresa Azure frente a la competencia. Si bien Amazon actualmente es el proveedor de servicios con mayor porcentaje de proyectos desplegados en la nube, el porcentaje de adquisición ha disminuido frente a la competencia.

Figura 47: Enterprise Public Cloud Adoption 2018 vs 2017

Fuente: RightScale – State of the Cloud Report 2018

Así mismo se evalúa los costos de adquisición de los servicios Cloud en base a la plataforma de desarrollo de aplicaciones y a la licencia de instancia base de datos SQL Server. Azure, al ser propiedad de Microsoft, promueve y ofrece una mayor accesibilidad al uso de su instancia de base de datos, a comparación de Amazon que no cuenta con un producto de base de datos propios, sin embargo, ofrece múltiples alternativas de despliegue e integración con diferentes instancias de base de datos.

Teniendo todos estos factores en cuenta, se ha concluido que Azure cuenta con ventaja competitiva para el desarrollo de la solución propuesta, ya que utilizando los servicios Cloud proporcionados por Microsoft se contará con los recursos necesarios enfocados al despliegue y continuidad del proyecto planteado. Asimismo, es una de las opciones más rentables en el mercado frente a una estructura escalable.

5.4. Análisis de dispositivos wearables

La solución propuesta dispone del uso de dispositivos wearables encargados de capturar las biométricas relevantes para la detección precoz de enfermedades que se puedan desarrollar durante el embarazo. Es por ello que es necesario establecer criterios de selección de los dispositivos, ya que estos servirán como fuente de datos para la toma de decisiones médicas.

Como primer criterio de selección, se considera que los fabricantes de los dispositivos dispongan o se encuentren bajo el proceso de certificación por parte de la FDA, a fin contar con dispositivos que respeten los estándares de calidad establecidas por la entidad reguladora. Si bien obtener esta certificación no garantiza que el producto pueda ser utilizado directamente en diferentes soluciones médicas, ofrece un valor agregado frente a los diferentes comités médicos para una primera validación de la propuesta.

Por otro lado, los dispositivos deben contar con los sensores necesarios para poder captar las biométricas identificadas anteriormente. A continuación, se detalla los procedimientos necesarios para la captación de datos.

5.4.1. Presión Arterial

Para la captación de la presión arterial, se realiza la medición de la presión sistólica y diastólica, según la presión ejercida en la zona que sirve como punto de medición. Para ello, se ejerce presión en la zona indicada, generalmente en el brazo o muñeca, mediante una banda llamada tensiómetro, la cual retiene aire para así detener el flujo de sangre en la arteria aplicando presión, posteriormente, el especialista con la ayuda de un estetoscopio, puede escuchar el bombeo de la sangre al liberar la presión, la cual se contrasta con el indicador unido al tensiómetro para establecer la presión sistólica y diastólica. El primer sonido de bombeo que se escucha se registra como presión sistólica y, el último, como presión diastólica.

Figura 48: Presión Sistólica y Diastólica

Fuente: Mitensiómetro – Ilustración

Para el caso de las mediciones con dispositivos wearable, se dispone de un sensor digital, el cual permite capturar la variación de sonidos tras ejercer presión para detener el flujo de sangre, similar al que usan los tensiómetros digitales. El método mencionado para la medición de este signo vital es el más confiable en cuanto a resultados, en comparación a otros métodos propuestos utilizando otro tipo de sensores según fuentes como la Biblioteca Nacional de Estados Unidos, el Ministerio de Salud del Perú y otras instituciones médicas internacionales.

5.4.2. Frecuencia Cardíaca

Para poder realizar la medida de este signo vital, se incrementa temporalmente la presión en las arterias, logrando percibir el ritmo cardíaco o pulso. Sin embargo, los dispositivos wearables actuales hacen uso de un sensor llamado PPG, el cual permite medir la frecuencia cardíaca mediante el uso de luz infrarroja en base a movimiento de los vasos sanguíneos, que es sincrónico con la frecuencia cardíaca.

5.4.3. Temperatura corporal

La temperatura corporal promedio es de 37°C, sin embargo, esta puede variar por diversos factores, tales como la edad, fisiología, hora concurrente, entre otros. Es por ello que las entidades médicas han establecido zonas para la medición de esta biométrica, las cuales permiten capturar la temperatura corporal más confiables para su consideración para la atención médica, entre ellos tenemos: zona bucal, canal auditivo, zona rectal, zona axilar, zona frontal del cráneo y el abdomen.

Figura 49: Temperatura Corporal

Fuente: Eprodics - Ilustración

Los dispositivos wearables, bajo el concepto de monitoreo pasivo y no invasivo, descarta la captación de la temperatura en diversas zonas que difieren de la naturaleza de los dispositivos. Por ello se prioriza la captación de temperatura mediante el canal auditivo mediante el uso de sensores digitales.

5.4.4. Contracciones Uterinas

Para el monitoreo de las contracciones uterinas durante el proceso de gestación se hace uso de un método de evaluación llamado cardiotocografía, el cual permite registrar la frecuencia cardíaca fetal, movimientos fetales y contracciones uterinas. Este método de evaluación se puede realizar de manera externa o interna por medio de transductores de uso médicos. Como parte de

esta evaluación, se puede destacar la tocografía, la cual permite registrar la intensidad, frecuencia y duración de las contracciones mediante los transductores ubicados sobre el vientre materno en un estado de reposo.

Para el caso del dispositivo wearable encargado de captar estas mediciones, se hace uso de electrodos, los cuales pueden capturar variaciones de voltaje que se producen en las fibras musculares a consecuencia de su contracción espontánea o voluntaria mediante una técnica llamada electromiografía o EMG.

5.4.5. Dispositivos Wearables

Evaluando los requerimientos de los dispositivos wearables y los diferentes sensores a utilizar, se han identificado tres proveedores que ofrecen dispositivos certificados o en proceso de certificación por parte de la FDA.

Figura 50: Dispositivos wearables

<div><div> </div><div>FDA Software Precertification Pilot Program</div></div>	<div> </div> <div> </div>	<div> </div> <div> </div>	<div> </div> <div> </div>
Ubicación	Cabeza	Vientre	Muñeca
Sensores	Temperatura Corporal	Contracciones Uterinas	Presión Arterial Frecuencia Cardiaca
Periodo de uso	Indefinido	3er trimestre	Indefinido

Fuente: Elaboración propia

- Yono Labs ofrece “YONO” un dispositivo wearable que dispone de sensores termodinámicos capaces de capturar la temperatura corporal de la mujer, se debe ubicar en el oído, similar al diseño de los auriculares. YONO registra las variaciones de temperatura corporal durante la noche o en estado de reposo, en donde se pueden capturar las mejores lecturas de este signo vital. Cabe resaltar que al estar tan cerca del canal auditivo, el producto no emite señal alguna durante la captación de la biométrica, esto a fin de generar seguridad con los usuarios. Los datos son transmitidos vía Bluetooth al encontrarse en su estación de recarga.
- Para la captación de la frecuencia cardíaca y la presión arterial, la empresa OMRON se encuentra desarrollando el smartwatch “Generation Zero”, el cual dispone de los sensores necesarios para la captación de ambos signos vitales. El dispositivo utiliza sensores basados en tecnología infrarroja para la captura de la frecuencia cardíaca, en conjunto con una correa especial, la cual ejerce presión en la zona del brazo a fin de capturar la presión arterial mediante los sensores especializados que dispone, A comparación de otros dispositivos que ofrecen la medición de ambas biométricas, OMRON se encuentra bajo los criterios de aprobación por parte de FDA, y se basa en métodos de medición de signos vitales aprobados por entidades médicas, tal es el caso de la medición de la presión arterial,
- Para el caso específico del sensor de contracciones, el proveedor HealtWatch proveniente de Israel, aún se encuentra desarrollando y validando el producto, sin embargo, se resalta que la empresa ya cuenta con las aprobaciones del FDA y otras certificaciones médicas. El dispositivo se basa en el uso de electrodos para la captación de las contracciones musculares voluntarias e involuntarias, el uso de electrodos no es perjudicial para la madre ni el feto, siendo utilizados en los actuales dispositivos médicos utilizados en los controles prenatales.

5.5.Arquitectura General

La arquitectura es una representación gráfica general de los componentes que forman parte del sistema, en la cual se detalla las relaciones entre cada componente y las dependencias que existen entre ellos. Para la propuesta de solución, se desarrolló la siguiente arquitectura en la cual se detalla el funcionamiento general de del sistema planteado:

Figura 51: Arquitectura General

Fuente: Elaboración propia

Dicha propuesta es de carácter preventivo, es decir, se pretende detectar precozmente las irregularidades que puedan dar origen al desarrollo de patologías que comprometan el proceso de gestación. Para poder explicar detalladamente la arquitectura planteada, se ha realizado la segmentación de la siguiente manera:

5.5.1. Mujer Gestante

5.5.1.1. Dispositivos Wearable

Tal como se puede apreciar en la gráfica, la solución plantea el uso de tres dispositivos wearables por parte de la mujer gestante. Dichos dispositivos poseen sensores específicos para captar signos vitales y parámetros corporales relevantes para el seguimiento del proceso de la gestación. A continuación, se detallan las especificaciones de los dispositivos a utilizar.

- **Smartwatch:** Dicho dispositivo permite obtener la presión arterial y la frecuencia cardíaca. Ubicado en la muñeca.
- **Sensor de temperatura:** Permite captar la temperatura corporal, respetando los límites saludables del cuerpo humano.
- **Sensor de contracciones:** Sensores ubicado en el vientre de la madre, permite capturar la actividad uterina, siendo más efectivo a partir del tercer trimestre de embarazo.

Si bien estos dispositivos permiten capturar parámetros corporales relevantes para el seguimiento del proceso de gestación, no son considerados como dispositivos médicos certificados por entidades internacionales. Sin embargo, se encuentran en proceso de pre-certificación por parte del FDA, en los cuales se realizan las pruebas necesarias para acreditar que dichos dispositivos son seguros para su uso en el ámbito médico y que cuentan con la precisión suficiente para ser una herramienta válida para la captación de biométricas. Tras la futura aprobación y certificación del FDA, los dispositivos médicos pueden formar parte de diversos programas médicos para la atención y monitoreo de pacientes, respetando las normativas legales establecidas por cada país.

5.5.1.2. Smartphone

En base a un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se detectó que, en Lima, el 90.6 % de toda la población cuenta con acceso a internet mediante el uso de Smartphone. Es por ello que se plantea el uso de este dispositivo como componente clave para la solución planteada, ya que funciona como punto céntrico para la recolección e interpretación de los datos recibidos por parte de los dispositivos wearables detallados anteriormente.

Por otro lado, según un estudio realizado por Consumer Intelligence Research Partners (CIRP) indica que más del 70% de la población peruana hace uso del sistema operativo móvil Android, logrando una gran ventaja ante su competidor Apple con IOS. En base a estas estadísticas, se plantea el uso del sistema Android para el desarrollo de la aplicación correspondiente a la solución.

La aplicación móvil alojada en el Smartphone permite la estructuración de datos recibidos por parte de los dispositivos wearables, logrando almacenar en memoria los últimos registros captados brindando una herramienta informativa de seguimiento a la mujer gestante. Una vez recolectado los datos, y disponer de una conexión a internet, los datos serán enviados al servidor de aplicaciones del centro médico asociado, de esta manera se logra almacenar a largo plazo el historial y variaciones de los datos biométricos de la mujer gestante para su respectivo análisis por parte del médico especialista.

5.5.2. Médico Especialista

El médico especialista dispondrá de una interfaz web gráfica, en la cual se puede visualizar el historial y variaciones de los signos vitales y parámetros corporales de cada paciente de manera personalizada. El centro médico, al disponer de ordenadores en cada oficina, brinda la facilidad de conexión a una red de distribución de datos, logrando gestionar la atención de cada paciente, logrando identificar alguna irregularidad en el transcurso del embarazo de manera temprana, realizando un diagnóstico y posible tratamiento para alguna patología en desarrollo.

Es necesario resaltar que el médico disponga del historial clínico de la paciente, logrando evaluar la presencia de factores de riesgos previo y durante el embarazo en base a los antecedentes o condición física. Una vez identificado los factores de riesgo, se procede con generar el respectivo análisis del embarazo para evaluar un posible tratamiento y otras decisiones de carácter médico, a fin de salvaguardar la vida de la mujer gestante y el bebé.

5.5.3. Servidores

Los servidores albergaran los servicios web y el motor de base de datos para la gestión de los datos recibidos desde el Smartphone de la paciente, logrando alimentar la plataforma virtual de los doctores especialistas. Estos equipos serán los encargados de almacenar y procesar los datos recolectados de cada paciente, es por ello que es necesario cumplir y respetar las normas legales protección de datos sensibles establecidas por las entidades reguladores peruanas.

5.6.Arquitectura Lógica

A comparación de la arquitectura general, la arquitectura lógica representa los componentes software que forman parte del sistema, detallando las dependencias que existen entre ellos. Todos los componentes detallados, son no tangibles, por lo que necesitan de hardware para ser respaldados.

Figura 52: Arquitectura lógica

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se explicarán los componentes detallados en la arquitectura:

5.6.1. Usuarios

Tal como se ha explicado, los usuarios finales son los médicos y las mujeres gestantes, quienes harán uso de la solución para disminuir las probabilidades de desarrollo de una patología durante el proceso de gestación. Cada usuario dispone de una interfaz para poder conocer el estatus del embarazo, para el caso de la mujer gestante se basa en brindar los datos informativos respecto a su embarazo, mientras que, para el especialista médico, se brinda la data histórica, a fin de poder disponer los registros captados durante la gestación y realizar un análisis del desarrollo del mismo, logrando identificar alguna anomalía precozmente.

5.6.2. Dispositivos wearables

Los dispositivos wearables constan de sensores integrados, los cuales permiten captar los datos biométricos de la mujer gestante. Estos datos son almacenados temporalmente en la memoria del dispositivo wearable para ser enviados al celular inteligente. La conexión entre el dispositivo wearable y el Smartphone se realiza mediante el protocolo Bluetooth, por lo que es necesario que ambos dispositivos se encuentren habilitados para realizar dicha función. Debido a que estos dispositivos solo pueden recolectar los datos mas no pueden procesarlos, se ha optado por recolectar todos los datos en el Smartphone.

5.6.3. Smartphone

El Smartphone es el receptor céntrico de los datos recolectados de los dispositivos wearables, así mismo es el encargado de estructurar los datos para su respectivo envío y almacenamiento a los servidores. Tal como se ha explicado anteriormente, se ha optado por utilizar el sistema operativo móvil Android, el cual soporta el despliegue de la aplicación planteada.

El aplicativo móvil hace uso de las API's y bibliotecas necesarias para poder interactuar directamente con los sensores de los dispositivos wearables y poder estructurar los datos. Así mismo, estos componentes lógicos permitirán almacenar en la memoria interna del Smartphone los datos recolectados desde la última conexión y migración de datos a internet.

Una vez detectada la conexión a internet, los datos serán enviados hacia el servidor de aplicaciones para su posterior almacenamiento en el servidor de base de datos. Una vez confirmada el registro de datos, se recibe una confirmación notificando al usuario el éxito del almacenamiento.

5.6.4. Cliente

El médico especialista dispone de una plataforma web y móvil en donde visualiza los datos de las pacientes registradas, tales como el nombre, meses de embarazo, situaciones de riesgo detectadas, anexo a historia clínica y los datos históricos recolectados por los dispositivos wearables. Esta plataforma web permite gestionar de una manera más adecuada los datos de la paciente, y poder disponer de los datos históricos relevantes en el embarazo, logrando identificar irregularidades para una evaluación y detección temprana de alguna patología en desarrollo.

5.6.5. Servidor de Aplicaciones

En primera instancia, el servidor de aplicaciones es el encargado de recibir los datos enviados por los dispositivos móviles, realizando una primera validación de las biométricas. Una vez recibido los datos, se procede a realizar la comunicación con el servidor de base de datos para su respectivo almacenamiento. Así mismo, se evalúa el origen de datos para asignarlos adecuadamente a los registros de la paciente y al tipo de signo vital o parámetro corporal correspondiente.

Así mismo, el servidor permite realizar las consultas y visualización de los datos de los pacientes en la plataforma web mediante una consulta al servidor de base de datos, se puede cargar la lista de pacientes registradas. Logrando

estructurar y disponer de la información requerida por el médico especialista para su respectivo análisis y seguimiento.

El servidor de aplicaciones es soportado por el sistema operativo Windows Server y programado en .Net, a fin de gestionar de una manera adecuada el tráfico de usuarios, tanto de entrada y salida de datos.

5.6.6. Servidor de Base de datos

Este servidor se encarga de soportar la instancia de base de datos encargado de almacenar todo los datos recibidos y recolectados por el servidor de aplicaciones. Este servidor contará con el sistema operativo Windows Server, el cual soporta el motor de base de datos SQL Server, encargado de gestionar las instancias correspondientes. El servidor de aplicaciones es alimentado con los datos brindados por este servidor, logrando disponer de la información solicitada por el personal médico especialista mediante la plataforma web.

Los datos almacenados solo podrán ser usados con fines médicos especificados en la certificación de banco de datos solicitada al Ministerio de Justicia, cualquier acción que vaya en contra de las normas especificadas por la ley de datos personales puede conllevar a una sanción grave. Es por ello que es necesario gestionar adecuadamente la seguridad y accesos a los datos, por lo cual se está en la obligación de disponer de personal capacitado para gestionar adecuadamente el servidor.

5.7.Modelo

Un modelo es la representación gráfica abstracta de los componentes que conforman el sistema planteado. A continuación, se muestra el modelo planteado que sirve de soporte para la implementación de la solución planteada:

Figura 53: Modelo

Fuente: Elaboración propia

5.7.1. Recolección de datos

Se inicia con la recolección de datos, en la cual se define que datos son relevantes para llevar un adecuado control del proceso de gestación por parte de los especialistas. En este nivel contamos con los datos generales del paciente y los datos recolectados en los sensores.

5.7.1.1. Dispositivos Wearable

Estos dispositivos permiten captar signos vitales relevantes durante el proceso de gestación, tales como la presión arterial, frecuencia cardiaca y temperatura corporal. Los sensores de los wearables permiten transferir los datos hacia un dispositivo móvil, el cual con la ayuda de un aplicativo permite la gestión adecuada de datos para ser almacenadas y analizadas posteriormente por personal médico especializado. Una característica resaltante de los signos vitales es que varían con el tiempo, estado físico, genético y los parámetros corporales, es por ello que se propone la captación de estos indicadores, ya que, al variar bajo un rango establecido por el personal médico, se puede detectar precozmente alguna irregularidad proveniente de alguna patología en desarrollo, logrando alertar al personal médico para tomar acciones preventivas o tratamientos para disminuir el riesgo durante el embarazo. Estos dispositivos no afectan con las actividades de los usuarios, ya que se basan en un concepto de sensores pasivos.

5.7.1.2. Parámetros Corporales

Los parámetros corporales son variables biométricas que indican el estado actual de la persona, sin embargo, su variación se produce paulatinamente, afectando los rangos de los signos vitales. Estos parámetros son registrados a fin de evaluar factores de riesgos relacionados con la edad, antecedentes, peso, y otras variables relevantes para un diagnóstico médico en la etapa inicial del embarazo. Estos datos son recolectados durante el registro prenatal, y registrados en el sistema a fin de contar con un registro histórico durante todo el proceso de gestación.

5.7.1.3. Aplicación Móvil

Se plantea el uso de un aplicativo móvil el cual estará bajo disposición de las mujeres gestantes, el cual permite recolectar, estructurar y enviar los datos captados por los dispositivos wearables durante el día hacia los servidores del centro médico. Es necesario una conexión a internet para el envío de datos, sin embargo, en caso no se cuente con el acceso, los datos serán almacenados en la memoria del celular para ser enviados tras detectar una conexión ya sea por redes 3/4G o Wifi.

5.7.2. Procesamiento de datos

5.7.2.1. Adquisición de datos:

Los datos pueden ser parámetros corporales con variaciones notorias, tales como el peso, edad, y otras características propias del paciente. Así mismo se recolectan los signos vitales por los sensores de los dispositivos wearables, en los cuales se captan las variaciones y son transferidas por el Smartphone. Las recolecciones de estos datos pueden darse de manera inmediata por parte del médico o paulatinamente para el caso de los signos vitales, los cuales, al necesitar una conexión con internet, pueden ser enviado por bloques, evitando la pérdida de registros históricos que puedan contribuir con la detección temprana de alguna patología que comprometa la integridad de la mujer gestante y del bebé.

5.7.2.2. Estructuración de datos

En esta etapa se realiza la estructuración de datos para que puedan ser procesados y almacenados posteriormente en los servidores del centro médico. El encargado de este procesamiento es realizado por el aplicativo móvil, ya que es el encargado de recibir el registro de los signos vitales captados por los dispositivos wearables. Se denomina transformación de datos, ya que existe una interpretación de los datos captados por los sensores para su respectiva digitalización y clasificación en base al tipo de sensor en relación al signo vital captado. Esto permite registrar de una manera adecuada los registros históricos de cada biométrica.

5.7.3. Análisis de datos

5.7.3.1. Verificación de datos

Al disponer de los datos estructurados por parte del aplicativo móvil, estos son transferidos al servidor de aplicaciones en donde se realiza la autenticación y una primera verificación no predictiva de los datos recibidos, logrando detectar cualquier anomalía de primer nivel, por ejemplo, en caso que la presión arterial recibida se encuentre fuera del rango saludable establecido previamente por el personal médico, se envía una alerta al personal médico para su respectivo análisis y comunicación con el paciente. Por otro lado, estos datos a la vez son almacenados en la base de datos, para disponer de dichos registros.

5.7.3.2. Almacenamiento

Tras la verificación de datos, las biométricas son almacenadas en el motor de base de datos de forma estructurada, logrando disponer de los registros históricos al médico especialista para que pueda evaluar el desarrollo del proceso de gestación. Cabe mencionar que el uso de estos datos solo debe ser de carácter médico, ya que, al tratarse de datos sensibles se rigen a las normas establecidas de protección de datos.

5.7.4. Resultado

El resultado final de la propuesta planteada tiene como finalidad disminuir el riesgo de desarrollar patologías que afecten la integridad del embarazo mediante una detección precoz de irregularidades en el embarazo mediante el monitoreo de los signos vitales de la mujer gestante y el seguimiento constante del personal médico especializado. Como resultado final del proyecto se encuentran:

5.7.4.1. Plataforma Web

La plataforma web está orientada al personal médico especializado en el seguimiento del proceso de gestación de las mujeres gestantes. En dicha plataforma contarán con la lista de las pacientes, sus datos y registros históricos, logrando disponer de la información necesaria para evaluar cualquier tipo de riesgo que se pueda presentar durante el embarazo. Esta plataforma web puede ser consultada desde cualquier navegador mediante acceso a internet.

5.7.4.2. Monitoreo remoto en tiempo real

Al hacer uso de internet como medio de transmisión de datos, se pretende disponer de un monitoreo en tiempo real, en donde el médico pueda ser alertado ante cualquier irregularidad significativa de los signos vitales de la mujer gestante logrando intervenir según los análisis médicos correspondientes. Por otro lado, permite optimizar la relación entre el médico y la mujer gestante, ya que, al disponer de una herramienta de seguimiento, permite gestionar de una manera más ordenada y segura los datos de las pacientes.

5.7.4.3. Diagnóstico Médico

Al disponer de los datos históricos de las pacientes, los médicos pueden evaluar la variación de estos, logrando detectar tempranamente cualquier irregularidad para su respectiva verificación, y en caso sea necesario, realizar un tratamiento para contrarrestar o evitar el desarrollo de la patología detectada. Es por ello que, como resultado, se cuenta con un diagnóstico médico preventivo, con el fin de velar por la integridad del proceso de gestación, contribuyendo con la disminución de la tasa de mortalidad y morbilidad durante el embarazo.

5.7.5. Soporte

La solución planteada considera aspectos tanto médicos como legales, las cuales son dispuestas por entidades reguladoras del sistema de salud en el Perú. A continuación, se detallan cada uno de las casuísticas consideradas para el desarrollo del proyecto.

5.7.5.1. Adquisición de dispositivos médicos

Según la dirección de dispositivos médicos (DIGEMIN), un dispositivo médico es aquel instrumento, aparato, implemento, máquina, reactivo, aplicativo informático, material u otro artículo similar que permite el diagnóstico, prevención, monitoreo, tratamiento o alivio de una enfermedad. Es por ello que el proceso de importación de dispositivos médicos es diferente a la importación de dispositivos wearables, ya que estos aún se encuentran en proceso de certificación. Sin embargo, tras la disposición de la certificación de dispositivos médicos por parte de la FDA, empresas como Bloomlife, Samsung, Apple, entre otros, se encuentran en proceso de pre-certificación, en la cual podrán clasificar los wearables como dispositivos médicos.

Actualmente las normativas de importación tanto para dispositivos tecnológicos y médicos son controladas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, en donde se encuentra detallado el proceso de importación de cada tipo de dispositivos, pagos por impuestos y detalle de documentos requeridos.

5.7.5.2. Leyes de derechos y amparo al paciente

La ley N° 29414 - ley que establece los derechos de las personas usuarias de los servicios de salud, artículo 19° menciona el derecho a recibir tratamientos científicamente comprobados o con reacciones adversas y efectos colaterales advertidos; es decir toda solución médica propuesta debe estar aprobado bajo supervisión de la SUSALUD y aprobación de la DIGEMIN, cumpliendo la normativa establecida por el MINSA para el

proceso de validación. Es por ello que, para fines del proyecto, se dispone de validaciones de personal médico experto evaluando las condiciones de uso para una posible implementación en los centros médicos como parte de programas de salud ofrecidas por EPS o aseguradoras.

Así mismo, al tratarse de una solución preventiva, se busca evitar una dependencia crítica con el proceso de gestación, de tal manera que no afecte el desarrollo del embarazo ni genere un riesgo de muerte ante cualquier tipo de inconveniente durante el uso de la solución. Sin embargo, al tratarse de una solución de carácter médico, se contempla las regulaciones establecidas por el Ministerio de Salud con el fin de respetar las leyes reguladoras establecidas.

5.7.5.3. Manejo de datos sensibles

La solución planteada sigue los lineamientos de la Ley N° 29733 - Ley de Protección de Datos Personales, Artículo 9 - Principio de seguridad, en donde se considera que, para fines del tratamiento de datos personales, el titular del banco de datos personales y el encargado de su tratamiento establecen las medidas técnicas, organizativas y legales necesarias para garantizar la seguridad de los datos personales y, por consiguiente, evitar su alteración, pérdida, tratamiento o acceso no autorizado.

Al trabajar con datos sensibles, el centro médico debe disponer de la certificación de banco de datos con el Ministerio de Justicia, en donde se detallan los fines de almacenamiento y el manejo de los datos. Los usuarios pueden solicitar el detalle de sus datos al centro médico y solicitar la actualización o eliminación de los mismos, siendo respaldados por las autoridades en caso el centro médico no brinde las facilidades del caso. Así mismo, en caso de cualquier uso indebido de estos datos, se incurre en una sanción hacia el centro médico por parte del Ministerio de Justicia.

5.7.5.4. Autorización y Autenticación

Dicha casuística se enfoca en el acceso a los datos sensibles por parte del personal médico y terceros, en donde establecen roles de acceso a fin de evitar cualquier manejo inadecuado de los datos. Así mismo, se definen responsabilidades para el manejo de los servidores encargados de procesar y almacenar los datos.

Dicha gestión de datos, debe respetar todas las normativas establecidas por las entidades reguladoras del país, priorizando la vida de las pacientes y su integridad. Por otro lado, la mujer gestante debe aprobar la autorización de uso de sus datos para el seguimiento del proceso de gestación, considerando que dicha autorización puede ser revocada en cualquier momento, por lo cual el centro médico debe brindar las facilidades de las solicitudes para el tratamiento de los datos.

5.7.5.5. Evaluación tecnológica de salud (ETS)

La Evaluación de Tecnologías Sanitarias (ETS) es el proceso sistemático de valorización de las propiedades, los efectos y/o los impactos de la tecnología sanitaria; debe contemplar las dimensiones médicas, sociales, éticas y económicas. Su objetivo principal es proporcionar evidencia de calidad para apoyar la toma de decisiones, y por lo tanto mejorar la incorporación de nuevas tecnologías que sean también costo-efectivas, evitando de este modo la incorporación de tecnologías que son de dudoso valor para el sistema de salud.

Es por ello que uno de los fines de esta propuesta es conseguir la aprobación de dicha evaluación, para así poder ser considerada como una alternativa médica para el monitoreo del proceso de gestación, sin comprometer la vida de ninguno de los involucrados.

5.8.Sistema de Monitoreo remoto para gestantes

Como parte de la propuesta, se plantea el diseño de la interfaz de los componentes software los cuales serán utilizados por los usuarios finales, la mujer gestante, se dispondrá de un aplicativo móvil, la cual se utiliza como punto de conexión entre los dispositivos wearables y el servicio de monitoreo remoto. Por otro lado, el médico especialista, encargado de realizar el diagnostico ante cualquier irregularidad detectada, disponiendo de una plataforma móvil y web, la cual debe ser accedida mediante una conexión a internet a fin de identificar un posible desarrollo patológico que pueda afectar la continuidad del proceso de gestación.

Figura 54: Sistema de Monitoreo - Autenticación

Fuente: Elaboración propia

La solución al enfocarse en un sector médico y al hacer uso de componentes tecnológicos, se rige a los criterios de evaluación de ambos aspectos, respetando las características necesarias para garantizar la eficiencia de la propuesta. Así mismo, la solución propuesta respeta las normativas reguladoras del Perú, a fin de cumplir y garantizar la seguridad e integridad de los usuarios.

5.8.1. Diseño de la solución

Ya que la solución propuesta será utilizada por dos usuarios finales, a continuación, se detalla las funcionalidades para cada usuario en base a la interfaz y el flujo de trabajo correspondiente.

5.8.1.1. Médico especialista

- Registro médico:

El médico puede registrarse en el sistema exclusivo para especialistas médicos, en donde ingresa los datos personales generales, datos de contacto y los detalles de su registro detallados en el colegio médico del Perú, logrando disponer de un usuario y contraseña para poder acceder a las funcionalidades del servicio.

Figura 55: Registro médico – Paso 01

The image shows a tablet displaying a web form titled 'REGISTRO MÉDICO'. At the top, there is a progress bar with three steps: 'PASO 01 Registro datos generales' (highlighted in teal), 'PASO 02 Detalle de datos CMI', and 'PASO 03 Confirmación Final'. The form fields include: 'Nombres *', 'Apellidos *', 'Correo electrónico *', 'Contraseña *', and 'Repetir Contraseña *'. Below these fields is a checkbox labeled 'He leído y acepto el Aviso Legal y las Condiciones para el uso de los servicios ofrecidos por la solución.' and a teal button labeled 'ENVIAR CORREO DE ACTIVACIÓN'. To the right of the form is an illustration of a pregnant woman in a pink dress. At the bottom right, there are social media icons for Facebook, Instagram, Twitter, Google+, YouTube, LinkedIn, Pinterest, and WhatsApp. The top of the screen features a hamburger menu icon, a star icon, and a question mark icon.

Fuente: Elaboración propia

Figura 56: Registro médico – Paso 02

REGISTRO MÉDICO

PASO 01 Registro datos generales PASO 02 Detalle de datos CMP PASO 03 Confirmación Final

Código CMP *
Consejo Regional *
RNE *
Especialidad *
Fecha Certificación *
Documento *
Centro médico actual*

Adjuntar Foto

CANCELAR CONTINUAR

Fuente: Elaboración propia

Durante este procedimiento, se hace énfasis en los términos y condiciones del uso de la solución, en donde se especifica que el uso de estos datos es de uso exclusivo para la atención preventiva del proceso de gestación.

Figura 57: Registro médico – Paso 03

REGISTRO MÉDICO

PASO 01 Registro datos generales PASO 02 Detalle de datos CMP PASO 03 Confirmación Final

El uso de los servicios ofrecidos se rigen en base a la política de protección de datos personales y sensibles. Al aceptar, se compromete a hacer uso responsable de los datos disponibles, así como de mantener informado sobre el uso de la información a la paciente. Así mismo se debe leer el anexo de Términos y condiciones en donde se detallan todas las casuísticas de uso de la solución.

RECHAZAR ACEPTAR

Fuente: Elaboración propia

- Registro de pacientes:

Durante el proceso de atención prenatal, al evaluar el estado de la paciente, el médico puede recomendar el uso de la solución para realizar el monitoreo remoto del desarrollo del embarazo a la paciente, informando sobre los beneficios del uso de la solución para la prevención de enfermedades mediante la detección precoz. Para ello se debe disponer de toda la información referente al uso de los datos, solicitando la aprobación del uso de los datos sensibles a la mujer gestante, respetando así las normativas establecidas por los entes reguladores.

El médico puede registrar los datos de la paciente durante la visita médica, entre ellos los datos de contacto y datos médicos, a fin de tener un registro detallado del estado actual del embarazo. Así mismo, se solicita por lo menos un número de contacto adicional en caso se necesita comunicar con la paciente ante alguna futura eventualidad detectada.

Figura 58: Registro pacientes – Paso 01

The screenshot shows a tablet interface for a medical application. At the top, there's a header with a menu icon, a profile icon for 'Dr. Ramírez', and three status icons (star, question mark, power). Below the header, the title 'REGISTRO DE PACIENTES' is centered, with a close button (X) on the right. A progress bar shows three steps: 'PASO 01 Registro datos generales' (active), 'PASO 02 Datos médicos', and 'PASO 03 Aprobación y confirmación'. The form fields are arranged in two columns. The left column contains: 'Nombres *', 'Apellidos *', 'Correo electrónico *', 'Fecha de nacimiento *', and 'Edad *'. The right column contains: 'Documento *' (with a 'DNI' dropdown), 'Dirección *', 'Teléfono *' (with a plus icon for adding more numbers), 'Número de contacto 01 *', and 'Número de contacto 02'. All fields are empty text boxes. At the bottom center, there is a teal button labeled 'CONTINUAR'.

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente se deben detallar los datos médicos correspondientes, tales como antecedentes tanto personales como familiares, factores de

riesgo identificados, tratamientos existentes y las condiciones actuales del embarazo, a fin de disponer de esta información para evaluar la personalización de la herramienta.

Figura 59: Registro pacientes – Paso 02

REGISTRO DE PACIENTES

PASO 01 Registro datos generales PASO 02 Datos médicos PASO 03 Asignación y confirmación

Semana de gestación *

Peso *

Estatura *

Embarazos previos *

Número de visita *

Antecedentes

Personales / Familiares Descripción

Detalles:

Tipo	Descripción	Fecha
-	-	-

CONTINUAR

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el médico puede seleccionar los signos vitales que serán evaluados en base a los resultados de la primera evaluación prenatal y la situación actual de la paciente. Cabe resaltar que se puede actualizar la selección de las biométricas a utilizar según corresponda el caso, por ejemplo, se puede empezar a monitorear los registros de las contracciones desde el inicio del tercer trimestre del embarazo.

Figura 60: Registro pacientes – Paso 03

Dr. Ramírez

REGISTRO DE PACIENTES

PASO 01 Registro datos generales PASO 02 Datos médicos PASO 03 Asignación y confirmación

Biométricas

☐ Presión Arterial ☐ Frecuencia Cardíaca

☐ Temperatura ☐ Contracciones uterinas

Observaciones:

ACEPTAR

Fuente: Elaboración propia

La paciente recibirá un correo electrónico en donde podrá confirmar el registro, la asignación del médico especialista y el detalle de los términos y condiciones referente al uso de los datos relevantes para el monitoreo remoto durante el embarazo. Una vez obtenida la aprobación por parte de la paciente, se genera el nombre de usuario, solicitando la creación de una contraseña para poder acceder al sistema desde su respectivo dispositivo.

- Personalización

Considerando que la atención de cada paciente varía según las diferentes condiciones, ya sean médicas, fisiológicas, genéticas, entre otras, es necesario disponer de la personalización por cada mujer gestante registrada. Durante el proceso de gestación se producen cambios significativos en los signos vitales de la mujer gestante relacionados al desarrollo del embarazo y a su condición médica, por ejemplo, los valores de lecturas de la frecuencia cardíaca aumentan periódicamente en relación a la semana de gestación, mientras que la presión arterial tiende a reducir su magnitud en el segundo trimestre y aumentar en el tercer trimestre.

Es por ello que se permite realizar la personalización de los rangos de variación saludables de cada biométrica capturada, logrando cubrir la necesidad detectada. Estos rangos establecidos por el médico según la condición de la mujer gestante serán utilizados posteriormente por el aplicativo móvil de la mujer gestante.

Figura 61: Personalización de rangos saludables

PERSONALIZACIÓN

Dr. Ramírez

María Sanchez

12 Semanas de gestación

Biométricas

Presión Arterial media	Frecuencia Cardiaca	Temperatura	Contracciones uterinas
Limite superior: 88	Limite superior: 90	Limite superior: 37.4	Limite superior: -
Limite inferior: 86	Limite inferior: 85	Limite inferior: 36.2	Limite inferior: -
Unidades : mm Hg	Unidades : lat. / min	Unidades : °C	Unidades : Contracciones / min

Controles prenatales

Frecuencia:

Próximo control:

CANCELAR ACEPTAR

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se permite registrar las fechas tentativas para llevar a cabo los controles prenatales presenciales en coordinación con la mujer gestante.

- Monitoreo remoto

El médico especialista cuenta con acceso al sistema de monitoreo a través de una plataforma web, sin embargo, también se dispone de acceso mediante el aplicativo móvil utilizando sus credenciales de médicos en la autenticación de acceso. Al ser el experto y el encargado del diagnóstico médico ante irregularidades, el médico dispone de la visualización y edición tanto de los datos históricos registrados en el sistema previamente como los rangos de variación de los signos vitales, los cuales se verán reflejados en el semáforo de variación en la captación de las biométricas en la interfaz de la mujer gestante. La aplicación resaltará los registros que presenten una posible alerta.

Figura 62: Plataforma web / móvil para el médico especialista

Fuente: Elaboración propia

El médico especialista puede hacer seguimiento al desarrollo de múltiples pacientes, es por ello que se dispone de una interfaz informativa de la relación de mujeres gestantes, indicando el nombre, semana de gestación y el número de alertas registradas para la revisión de las lecturas biométricas por parte del especialista a fin de descartar una anomalía que pueda dar pase al desarrollo de una enfermedad.

Figura 63: Lista de pacientes plataforma web

Paciente	Semana	Alertas
Maria Sanchez	Semana 23	05 Alertas
Lorena Delgado	Semana 14	02 Alertas
Fernanda Soto	Semana 06	2 Alertas
Karina Fernandez	Semana 31	8 Alertas
Luciana Gutiérrez	Semana 18	1 Alerta

Fuente: Elaboración propia

En caso el médico especialista considere que es necesario realizar un análisis más profundo para la detección temprana de una posible patología, el sistema dispone de los datos de contacto de la mujer gestante y sus familiares, a fin de asegurar la comunicación directa con la paciente.

Figura 64: Alerta ante irregularidades en la lectura de biométricas

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el sistema puede alertar al médico en caso no se estén registrando los datos necesarios para el monitoreo de la gestante, logrando advertir a la paciente de este inconveniente. Para estos casos se considera factores externos como la falta de conectividad a internet por parte de la mujer gestante o el no uso de los dispositivos wearables encargado de capturar las biométricas. Adicionalmente se puede alertar al médico en caso la mujer gestante no acuda al control prenatal coordinado con anterioridad con la paciente. El sistema dispondrá de los números de contacto para notificar a la paciente sobre las irregularidades de uso detectadas.

Figura 65: Alertas generales de la solución

Fuente: Elaboración propia

- Controles prenatales

Durante los controles prenatales, se realizan los exámenes médicos correspondientes, con los dispositivos médicos disponibles para la atención de gestantes, es por ello que el sistema permite registrar los resultados de estos controles prenatales, solicitando datos tales como el peso, longitud uterina y ecografías, los cuales podrán ser revisados en los posteriores controles a fin de comprar el desarrollo del embarazo. Cabe

mencionar que la solución al tener un enfoque preventivo, no remplaza la necesidad de realizar estos controles presenciales con los médicos.

Figura 66: Registro de resultados del control prenatal

The screenshot shows a mobile application interface for a prenatal control. At the top, the header includes a menu icon, a user profile icon, and the name 'Dr. Ramírez'. On the right of the header are three icons: a star, a question mark, and a power button. The main content area is titled 'CONTROL PRENATAL' and features a patient profile for 'María Sanchez' with a 'Personalización' link. Below the title, there is a field for 'Nº :'. A section titled 'Biométricas' contains four checkboxes: 'Presión Arterial' (checked), 'Temperatura' (checked), 'Frecuencia Cardíaca' (checked), and 'Contracciones uterinas' (unchecked). To the right, the 'Resultados:' section has three input fields: 'Peso: _____ Kg.', 'Longitud uterina: _____ m.m.', and 'Ecografía: _____'. Below this is an 'Observaciones:' section with a large text input area. At the bottom right, there are two buttons: 'CANCELAR' and 'ACEPTAR'.

Fuente: Elaboración propia

Durante los controles prenatales se puede recomendar el seguimiento de otras biométricas, por lo que se permite la actualización de la lista del uso de sensores, por ejemplo, se puede realizar el seguimiento de la actividad uterina en el tercer trimestre del embarazo, contribuyendo a la personalización de los registros de cada paciente.

5.8.1.2. Mujer gestante

- Registro

La mujer gestante, luego de ser registrada en el sistema por el médico especialista durante el control prenatal, recibe el correo para la confirmación de la autorización del uso de sus datos con fines médicos y la activación de su usuario. Una vez realizada la confirmación, se proporciona el usuario y una contraseña temporal con la que podrá acceder al aplicativo móvil.

Al ingresar el usuario y la contraseña correspondientes, al tratarse de un primer inicio de sesión se solicita la verificación de los datos personales ya registrados por el médico y la actualización de la contraseña temporal. La verificación se da a nivel de datos personales, mas no de los datos médicos que pueda haber registrado el médico.

Figura 67: Verificación inicial datos personales

The image shows a smartphone screen with a mobile application interface. At the top, there's a status bar with 4G, signal strength, and battery icons. The app's header includes a menu icon, a question mark, and a power icon. Below the header, a yellow circular profile icon is next to the text 'Bienvenida María Sanchez'. The main title is 'VERIFICACIÓN DE DATOS'. The form contains five input fields: 'Nombres*', 'Apellidos*', 'Correo electrónico*', 'Fecha de nacimiento *' (with a calendar icon), and 'Edad*'. A teal button labeled 'CONFIRMAR' is at the bottom.

Fuente: Elaboración propia

- Conexión

Así mismo se dispone de la pantalla de configuración para la conexión con los dispositivos wearables. El aplicativo permite visualizar las conexiones entre el celular y los wearables disponibles enlazados por Bluetooth. Así mismo se puede configurar la frecuencia con la que se desea realizar las lecturas por parte de los sensores integrados a los dispositivos.

Figura 68: Conexión con los sensores wearables

Fuente: Elaboración propia

El uso de los dispositivos va a variar según las recomendaciones del médico especialista en cada control prenatal según los resultados de la evaluación por parte del profesional.

- Monitoreo remoto

La aplicación móvil para la mujer gestante ofrece una vista general de estado actual de los signos vitales captados por los dispositivos wearables. En primera instancia, el aplicativo muestra los datos generales de la mujer, tales como nombre, semana de gestación y las mediciones de los signos vitales. Así mismo, se indica mediante una métrica tipo semáforo el estado general de cada biométrica basado en las personalizaciones realizadas por el médico especialistas según las variaciones naturales de los signos vitales cada trimestre de gestación.

Figura 69: Aplicativo móvil – mujer gestante

Fuente: Elaboración propia

Evaluando los posibles escenarios de conectividad entre dispositivos, el Smartphone e internet, se detalla el funcionamiento del sistema ante estas tres posibles eventualidades:

- En caso se cuente con conexión a los dispositivos y a internet, el registro de las biométricas se realiza de manera automática según la configuración realizada previamente en la conectividad con los dispositivos wearables, almacenando los datos en la memoria del celular. Por otro lado, los datos recolectados serán enviados al servidor de base de datos detectar la conexión a internet tras un periodo establecido por el médico especialista, el cual debe ser mayor al periodo de captación de las biométricas por parte de los dispositivos wearables. Se recomienda poder enviar los datos dos veces al día, segmentando las variaciones de los signos vitales en estado activo y en estado de reposo.
- Si no se tiene acceso a la conectividad constante a internet, los datos serán almacenados en la memoria del celular hasta disponer de la conexión necesaria. Esto no evita que se realicen las verificaciones de los datos captados en contraste con los rangos establecidos por el médico especialista logrando alertar a la mujer gestante ante alguna irregularidad significativa.
- En caso no se disponga de la conexión temporal con los wearables por diversos motivos, estos dispositivos cuentan con una memoria interna, la cual permite almacenar los datos sin la necesidad de depender del aplicativo móvil. Una vez restaurada la conexión con el Smartphone se realiza la migración automática de los datos. Cabe resaltar que el límite de almacenamiento interno y frecuencia de captación de datos en los dispositivos wearables depende de las configuraciones realizadas por el proveedor de los mismos.

Tal como se ha mencionado, la solución permite realizar la comparación entre los datos captados por los sensores y los rangos de variación

establecidos por el médico especialista. Esta validación no predictiva se ve reflejada en la pantalla principal del aplicativo, en donde se puede ver de manera general los datos captados por los wearables, sin embargo, también permite alertar ante irregularidades constantes de algún signo vital. En el caso de detectar registros fuera del rango establecido no se alerta inmediatamente a la paciente, ya que pueden generar alertas innecesarias, perjudicando el estado de la mujer gestante, sin embargo, estos registros si son notificados al médico especialista, quien dispone de los conocimientos necesarios para evaluar el impacto de dichas variaciones.

Figura 70: Alerta ante posible riesgo

Fuente: Elaboración propia

- Comunicación

Al disponer de las fechas tentativas para realizar los controles prenatales y la capacidad de detectar las conexiones entre el Smartphone, los dispositivos wearables e internet, se puede mostrar avisos informativos a la mujer gestante para estar pendiente de las funcionalidades ofrecidas por el servicio de monitoreo. Dentro de las principales alertas se encuentra el aviso ante la ausencia de conexión de los sensores wearables, el recordatorio del control médico programado con el especialista y la falta prolongada de conectividad con internet para la migración de datos.

Figura 71: Alerta de uso

Fuente: Elaboración propia

5.8.2. Estructura de validación de la solución

Para el desarrollo del proyecto, es necesario considerar los lineamientos de establecidos por el Instituto Nacional de Salud y el impacto que tienen en el diseño de la solución. Es por ello, que, a fin de cumplir con los requerimientos funcionales, no funcionales de los aspectos médicos y tecnológicos, se establecieron criterios de validación del diseño de la solución propuesta, para su posible evaluación el comité de ética del centro médico.

Estos criterios fueron establecidos en colaboración de expertos, tanto de las especialidades de medicina, ingeniería electrónica e ingeniería de sistemas, a fin de abarcar diferentes aspectos relevantes para la evaluación de la solución.

5.8.2.1. Características tecnológicas generales

A continuación, se detallan las características generales de la solución planteada orientadas al uso de los componentes de hardware y software:

Seguridad

La solución en general, dispone de una pantalla de inicio de sesión, respetando la casuística de soporte enfocado al control de acceso de los datos sensibles con los que trabaja la solución. Así mismo, todos los registros almacenados se encontrarán encriptados, para evitar el mal uso de los datos por entes externo no autorizados para el acceso a la información. Al utilizar una infraestructura en la nube, se dispone de las medidas de seguridad establecidas por el proveedor para evitar cualquier tipo de filtración de datos, en conjunto con una adecuada gestión del personal de soporte para mantener la integridad de los datos.

Disponibilidad

La solución, al hacer uso de servicios de proveedores externos, dispone de los acuerdos de servicio respecto a la disponibilidad de los componentes contratados con el proveedor. En caso exista algún error que afecte la continuidad de la solución propuesta, se realizará el seguimiento de los planes de contingencia dispuestos por el proveedor, el cual garantiza el 99.95% de la disponibilidad de los servicios Cloud. En caso de fallos del sistema, la captación de las biométricas no se ve afectada, ya que, al funcionar mediante el uso de Bluetooth no depende

directamente de los servicios Cloud, para este caso, solo se vería afectado temporalmente la transmisión de los datos a los servidores de base de datos para que el médico dispongo de ellos.

Portabilidad

Tal como se menciona, la solución está diseñada para ser disponible tanto en plataformas web y móvil aprovechando las facilidades de disponer del acceso a internet. En el caso de la mujer gestante, la solución se orienta al monitoreo pasivo, es decir que el uso de los sensores y el aplicativo no deben interferir o dificultar sus actividades cotidianas. Es por ello que se propone el uso de los dispositivos wearables, los cuales ofrecen la captación de las biométricas de forma imperceptible para el usuario con la facilidad de conectarse al dispositivo móvil. La mujer gestante puede hacer uso de la solución si disponer de una conexión a internet constante, ya que las captaciones de las biométricas se almacenan de manera local en el Smartphone hasta disponer de una conexión a internet para el respectivo envío y actualización de los datos. Así mismo, el médico especialista, dispondrá de los datos recolectados por los sensores, recibiendo una alerta en el dispositivo móvil o en la plataforma web para poder evaluar las variaciones en tiempo real.

Usabilidad

El uso de la solución por parte de los usuarios se basa en los roles de cada uno, la mujer gestante dispondrá del aplicativo móvil en donde se pueden visualizar los datos actuales captados por los sensores de una manera entendible, disponiendo de los rangos establecidos por el médico especialista para realizar una primera validación. Por el lado del médico, se dispone de la personalización de los datos y rangos de variaciones de los datos biométricos, ya que estos varían según la etapa de gestación y condiciones propias de cada gestante, logrando gestionar de forma ordenada a los pacientes asignados.

Mantenimiento

El mantenimiento de la solución se enfoca en los procedimientos correctivos y adaptativos referente al uso de los recursos tecnológicos del sistema. Respecto a los recursos ofrecidos por proveedores Cloud, se permite el escalamiento según el

consumo, facilitando el pago por uso. Por otro lado, los dispositivos wearables cuentan con la garantía de los proveedores ante cualquier fallo con los equipos, tanto por errores de conectividad o captación de datos. Así mismo, se dispone de personal de soporte técnico para garantizar la continuidad ante cualquier irregularidad registrada por los usuarios finales.

5.8.2.2. Características médicas generales

Debido a la complejidad para el proceso de atención médica, es necesario realizar un enfoque de calidad basado en diferentes características establecidas por diversas entidades médicas y no solo centrarse en la satisfacción del paciente. En base a dimensiones definidas por entes reguladores médicos en el Perú, se detallan las siguientes características médicas relevantes para la eficiencia de la solución propuesta:

Efectividad

Se evalúan criterios como el conocimiento y la experiencia técnica de los médicos, así como sus habilidades para el trato con la paciente, los protocolos de accionar médico y la comunicación del especialista ante las sospechas del inicio de una patología, basadas en el criterio profesional del médico especialista para el accionar preventivo al disponer de los datos históricos proporcionados por la solución propuesta.

Oportunidad

Se basa en el disponer la atención médica óptima al momento que la paciente lo requiera, sin considerar las patologías existentes o los tratamientos a los que se encuentre sometida. Es por ello, que en la solución se dispone de la personalización de los parámetros por cada paciente, alineándolos con las necesidades de cada gestante según la identificación de los factores de riesgos que puedan existir.

Seguridad

Respecto a la seguridad médica, existen protocolos designados a reducir el riesgo de que el paciente pueda sufrir algún evento adverso durante la atención médica. Toda intervención asistencial y preventiva deben ser ejecutadas sin causar lesiones adicionales que puedan ser evitadas, es decir, deben estar alineadas a las medidas de prevención y seguridad establecidas por las entidades médicas, priorizando el bienestar del paciente. La solución propuesta al hacer uso de sensores no invasivos y pasivos, no alteran ni comprometen la integridad del paciente, logrando respetar las normativas de seguridad establecidas en el protocolo de atención médica.

Eficiencia

La eficiencia se relaciona con la efectividad y la oportunidad de servicio médico, en donde se detalla que el paciente debe recibir la atención médica correspondiente según lo requiera, haciendo énfasis en el uso eficaz de los recursos médicos para la atención asistencial o preventiva. En la solución propuesta, se hace uso de componentes tecnológicos que permiten optimizar los recursos evitando llegar a situaciones de emergencia por la no detección de patologías durante el embarazo.

5.8.2.3. Matriz de Validación

Una vez definidos los criterios de evaluación relevantes ante los lineamientos establecidos por el comité de ética en colaboración de expertos, es necesario establecer los diferentes niveles de cumplimiento cuantificables para una pre validación. La finalidad de esta matriz de evaluación es obtener la validación a partir del desarrollo a nivel de software de la solución propuesta, a fin de poder disponer del sustento necesario para la admisión ante un comité de ética.

Tabla 15: Matriz de evaluación

Criterios de Evaluación			Calificación		
			1	2	3
Criterios médicos	Efectividad	Uso de datos médicos históricos recolectados.	Los datos médicos históricos recolectados como parte de la solución no contribuyen con la detección de desarrollo de patologías relacionadas al embarazo.	La solución propuesta podría contribuir con la prevención de enfermedades, mas no es relevante el uso de datos históricos.	El uso y análisis de datos históricos de variación de los signos vitales puede contribuir con la detección posibles enfermedades relacionadas al proceso de gestación.
	Oportunidad	Personalización por paciente.	La solución propuesta no ofrece o dificulta el proceso de atención médica optima al momento en que la paciente lo requiera.	La solución se enfoca a un único escenario de trabajo, sin considerar los diferentes factores médicos relevantes para la atención médica prenatal.	La solución permite realizar la personalización del flujo de trabajo de atención preventiva en base al análisis médico realizado, logrando disponer de los servicios ofrecidos independientemente a los factores médicos presentes.

	Seguridad	Integridad del paciente.	El uso de los componentes de la solución presenta un riesgo potencial que compromete la integridad tanto de la mujer gestante como la del bebé. Su uso puede afectar de manera negativa el desarrollo del proceso de gestación.	Los componentes podrían generar alguna lesión o riesgo durante el proceso de gestación en situaciones específicas. Su uso está sujeto a controles especiales por parte de un experto.	El uso de los componentes no presenta ningún riesgo razonable de enfermedad o lesión. No se compromete la integridad del proceso de gestación a corto o largo plazo.
	Eficiencia	Uso de componentes tecnológicos para la atención preventiva.	El uso de la solución propuesta dificulta el proceso médico de atención pre-natal. Es necesario hacer uso de recursos médicos adicionales para la atención preventiva.	El uso de los componentes de la solución no interfiere ni contribuye con el proceso de atención preventiva del proceso de gestación.	La solución propuesta hace uso de componentes tecnológicos que contribuyen con la prevención de patologías relacionadas al embarazo.
Criterios	Seguridad	Acceso a Datos	Existe peligro de filtración de datos sensibles, lo cual podría perjudicar la integridad de la mujer gestante.	Se dispone de protocolos de seguridad, sin embargo, no se adaptan al entorno de trabajo con datos médicos.	La solución propuesta respeta las normativas de protección de datos personales y datos sensibles establecidos por los entes reguladores.

	Usabilidad	Alcance a los usuarios finales	El aplicativo no se alinea a las necesidades establecidas para la atención prenatal.	El aplicativo se alinea a las necesidades identificadas para la atención prenatal, sin embargo, no se cubren las necesidades para una atención preventiva en su totalidad.	La solución propuesta abarca los roles establecidos en la atención prenatal, adaptándose a las necesidades de cada usuario en base a las condiciones ya existentes.
	Disponibilidad	Disponibilidad de la solución	No existen criterios claros que garanticen la disponibilidad de la solución.	No existen criterios claros que garanticen la disponibilidad de la solución.	La solución mantiene lineamientos de disponibilidad en base a los acuerdos de servicio establecidos con el proveedor de servicios Cloud.
	Mantenimiento	Mantenimiento de componentes hardware y software	El mantenimiento de los componentes de la solución pueden exceder los costos de adquisición presupuestados,	Se dispone de un plan de mantenimiento, sin embargo no se abarca los cambios en el uso de recursos.	Los componentes, al ser contratados por proveedores externos, se someten a acuerdos de servicio planificados previamente a su contratación, en donde se establecen los términos de costos y mantenimiento de los componentes utilizados.

	Portabilidad	Uso de componentes	Para el acceso al sistema, es necesario utilizar componentes especiales, de difícil acceso y mantenimiento.	Algunos de los componentes de la solución son no accesibles.	La solución permite el acceso al sistema mediante componentes móviles, tales como Smartphone y Tablets, logrando disponer de la información en tiempo real y de forma segura.
--	--------------	--------------------	---	--	---

CAPÍTULO 6: RESULTADOS DEL PROYECTO

En este capítulo se describen los resultados del proyecto, a fin de validar el cumplimiento de los objetivos específicos planteados. Durante este capítulo, se detallan los estudios realizados para la implementación de la propuesta en un escenario real, detallando las validaciones realizadas por entidades del estado peruano, así como un estudio de mercado a fin de disponer del respaldo para ofrecer esta solución a los usuarios finales, tanto médicos como mujeres gestantes.

6.1. Validación del mercado

Para poder realizar la propuesta de la solución, es necesario realizar la validación del mercado a fin de detectar las oportunidades de implementación y operatividad de la solución planteada, es por ello que se realizó un estudio de mercado evaluando factores internos y externos, a fin de poder identificar las oportunidades de adquisición de la solución por parte de mujeres gestantes.

6.1.1. Análisis Macroentorno

6.1.1.1. Análisis PESTEL

- **Factor Político**

El gobierno toma decisiones en el marco de una política pública de inclusión social mostrando un gran interés en los derechos de la mujer embarazada enfocándose en la percepción de la seguridad a nivel laboral asegurando que sus metas profesionales no se vean afectados, por otro lado, a nivel de salud se mantiene bajo las regularizaciones gestionadas por el Ministerio de Salud (MINSA), máxima entidad del sector médico en el Perú.

Según un artículo publicado por el diario El Comercio en el 2016, el Estado Peruano ha mantenido una posición de protección para la mujer gestante a fin de no comprometer aspectos como el desempleo o la tasa de natalidad ante las necesidades médicas básicas generadas a partir del embarazo. Dicho artículo se ve relacionado con la investigación por el

hecho que un factor que hoy en día hace decidir a una mujer o a una pareja es la estabilidad económica relacionada al futuro laboral de la persona. Esto asegura que no solo les da tranquilidad a las gestantes, sino que pueden tener los ingresos suficientes para adquirir un producto como estos.

- **Factor Económico**

En el 2017, el mercado mundial de los dispositivos wearables marca su trayectoria ascendente tras el aumento en ventas un 10,3% mayor a comparación del 2016. Según los datos de la International Data Corporation (IDC), el total de dispositivos wearables alcanzaron los 115,4 millones de unidades vendidas. El desarrollo de esta tecnología se basa en obtener sensores cada vez más precisos y pequeños, y baterías más eficientes basadas en los diferentes sectores de demanda.

Gartner incluye a la tecnología Wearable dentro de la clasificación “Interfaz cerebro-computadora”, siendo uno de los 4 grupos tecnológicos con mayor influencia según el estudio anual “Hype Cycle for Emerging Technologies” publicado el 2017:

- Blockchain
- UAVs comerciales (Drones)
- Seguridad definida por software
- Interfaz cerebro-computadora

Para el caso particular de la tecnología Wearable, actualmente genera un interés significativo en la industria debido a su potencial y a la innovación en el uso que se le puede dar para diferentes sectores, siendo el ámbito de la salud es más relevante. Se estima que su adopción bajo la consolidación de dicha tecnología se dará entre cinco y diez años.

Figura 72: Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017

Fuente: Gartner (Julio, 2017)

Según un análisis de CIOPerú (2016) acerca de las tendencias wearable, respecto a una base de ventas de cerca de 7,5 millones de relojes inteligentes solo por parte de APPLE, una suma de artículos en general wearables en U.S.A en el 2015 por 39.5 millones de dólares y el éxito en aplicaciones relacionadas a la salud y vida fitness. Esto tiene como aporte en que el mercado wearable está revolucionando diferentes sectores siendo así un partícipe importante en el aporte a la economía mundial.

En Perú se vienen desarrollando diferentes proyectos utilizando la tecnología wearable, tal es el caso del proyecto ANDA WATCH, la cual estima una proyección de valoración de la marca en \$6 millones según una entrevista realizada por Diario Gestión a los encargados de la propuesta (2016). Este proyecto consiste en la venta de dispositivos basados en la necesidad de los padres en sentirse seguros al tener información en tiempo real cuando su hijo se encuentra afuera del hogar, el éxito de este proyecto en el 2017 generó por sus ventas que la empresa cierre el año con una valoración de \$ 6 millones de dólares. Esta noticia se ve relacionada con la investigación en la manera que da hincapié al éxito en ventas que está

teniendo esta modalidad en tecnología sobretodo en el rubro de salud, considerando la variedad de propuestas basadas en el uso de los wearables.

- **Factor Social**

Según La República (2017), en el Perú 7 de cada 100 mujeres embarazadas sufren de diabetes gestacional, doctores expertos como Julio Dueñas, doctor y director del centro de ginecología preventiva OncoGyn y el ginecólogo Chacón mencionan que este padecimiento proviene de una serie de factores como, herencia familia respecto a la diabetes, hipertensión arterial, abortos espontáneos, y un mayor riesgo en mujeres que quedan embarazadas después de los 25 años. Por otro lado, se mencionan una serie de aportes que pueden prevenir y evitar el padecimiento de esta enfermedad como, un manejo de dieta controlada en azúcares durante el embarazo, una vida más activa y estar presente en todos los controles necesarios que el ginecólogo y obstetra recomienden.

Según El País en el 2016, se registraron dos casos de embarazo tardío, tomando como ejemplo a dos señoras que quedaron embarazadas a las edades de 51 y 62 años. La nota además argumenta que existe un público que posterga su embarazo por otros factores como trabajo o vida académica hasta un momento en el que desea vivir la experiencia de la maternidad y hace lo necesario para conseguirlo y preservarlo, es por eso que toman todas las medidas preventivas posibles para llevar una vida saludable y tener las condiciones físicas y económicas necesarias para sustentar a su futuro hijo. Técnicamente el riesgo existe a partir de los 42 o 50 años de edad, debido a que biológicamente la fertilidad de la mujer se reduce a partir del tiempo mencionado. Es por esto, que las mujeres en un momento de su vida sobresalen un interés y deseo de convertirse en madres antes “que se les pase el tren”. Los principales riesgos de este tipo de embarazo, son: la diabetes gestacional, el bajo peso del feto, la prematuridad, la cromosomopatía, que son las alteraciones en los cromosomas que pueden causar enfermedades congénitas.

En efecto, las mujeres optan por esta prueba de experiencia ya que confían en el avance de la tecnología basándose en casos de éxito o que simplemente haya funcionado en alguna persona de su entorno, logrando adquirir tranquilidad al momento de experimentar con el uso de la tecnología en base a las recomendaciones por parte del médico especialista para evitar un posible estado crítico y se logre disponer de buena salud.

- **Factor Tecnológico**

En los últimos años el factor tecnológico ha contribuido de una manera impactante en la sociedad e industria peruana. Se sabe que una mujer gestante, ahora puede acceder a aplicaciones web desde su Smartphone para monitorear su ciclo menstrual y embarazo. Además, dichos aplicativos ayudan a mantener un orden en cuanto a medicinas y citas médicas. Según El Comercio (2017), ha ingresado al mercado una aplicación llamada Woom, que permite que los usuarios accedan a información y funciones de medicina general, psicología, pediatría y ginecología. Además, “Woom” contiene una opción en la cual la pareja de las usuarias puede acceder a la información para ser partícipes del proceso del embarazo y ciclo menstrual.

Actualmente, el diario Gestión (2017) afirma que hoy en día los dispositivos wearables son un mercado importante basándose en su crecimiento y en la variedad de estos dispositivos los cuales participan de diferentes formas en muchos sectores. Estos pueden ser, relojes inteligentes, monitores de actividad, lentes de realidad aumentada, entre otros.

Según la taxonomía realizada por la a compañía de diseño de servicios digitales FJORD, el 77% de los dispositivos wearables fabricados se enfocan en la salud y el monitoreo de parámetros corporales.

Figura 73: What's that (tech) you're wearing?

Fuente: FJORD 2014 - Design and Innovation from Accenture
Interactive

Sin embargo, existe dos factores que limitan el respectivo crecimiento y a pesar que estos dispositivos tienen un auge en ventas también tienen una tasa de abandono impresionante. Primero, esto se da debido a que, el objetivo de estas creaciones es para, en la mayoría de casos, sustituir en algunas funciones al dispositivo móvil, evitar sacar el celular del bolsillo para responder rápido o dejarlo en casa cargando son hábitos que, aunque pueda sustituir de manera efectiva en la forma funcional el consumidor, no está acostumbrado a esto pues la dependencia al teléfono es a todo momento.

Otro factor que influye, es la competencia que manejan sus propias aplicaciones, operadores y Smartphone, manejando fuertes estrategias ya sea en base al sistema operativo utilizado por el dispositivo y el gestor de adquisición de aplicativos (App Store, Google app), así como las conexiones entre dispositivos de diferentes fabricantes, estas estrategias se manejan para lograr una dependencia a la marca.

No obstante, a pesar de las dificultades en el comportamiento del consumidor y la competencia, existen puntos de impacto positivo como el enfoque de uso de los dispositivos wearables, de los cuales el 70% se encuentran orientados al cuidado de la salud, incluyendo temas como fitness, nutrición, yoga, controles de ciclo de menstruación, entre otros. A raíz, de esto la tecnología wearable en especial relacionada a factores de la salud, cuidado del cuerpo, seguridad y ejercicio se encuentran en una etapa de crecimiento y aceptación por parte de los usuarios.

- **Factor Ecológico**

Según National Geographic (2015), en el 2015 se realizó un estudio de la relación de los efectos ambientales negativos en el proceso de gestación y que la problemática existía en que los médicos de diferentes partes del mundo (56%) no menciona esta información a las pacientes. Pues la lista es larga, derivando desde alimentos como algunos tipos de pescado por el plomo, hasta artículos químicos como el pesticida, contaminación ambiental, humo de gasolina, etc. Influyen en el desarrollo saludable del feto y en la madre durante el proceso, pero el conflicto inicia no solo por estas razones sino el factor en que el estudio lanzó en que muy pocos médicos mencionan estas noticias a las futuras madres pues una de las razones que “no desean crearle una angustia innecesaria”. Pues, es la posible desconfianza que las pacientes pueden tener en la relación con su médico obstetra. Asimismo, existen factores ambientales que son difíciles de evitar pues se convive con ellos en muchas ocasiones en donde comprometen la salud de la madre y, por lo tanto, la del niño. En este sensible proceso de un año aproximadamente es necesario que los médicos a quienes las acompañan le brinden toda la confianza posible pues las pacientes confían el éxito desarrollo del bebé de forma prematura.

- **Factor Legal**

Según la normativa legal, las reformas de las leyes peruanas con respecto a la maternidad son más estrictas, observadas y comentadas para que se cumpla su efectividad. La ley N° 30367 licencia de maternidad, N°26644 descanso pre y post natal, N°27240 Permiso por lactancia materna, N°29896 la obligación de colocar espacios especiales para lactantes en donde laboren más de 20 mujeres de edad fértil, entre otras. Dan unos ciertos requerimientos en la vida laboral de la madre y su proceso de gestación cuidando así de la misma gestante pues un embarazo determina un desgaste físico y mental comprometiendo la salud de ambos. Esta reforma genera una tranquilidad en la madre en que su futuro económico y profesional no se verán afectados, donde al mismo tiempo podrá cuidar, descansar y disfrutar de los primeros meses del recién nacido y semanas previas a su nacimiento generando así un factor a favor en el proceso de

decisión en una mujer para seguir con el proceso de gestación teniendo los medios necesarios para adquirir cualquier producto o servicio de valor promedio que aporten de la mejor manera con sus inseguridades.

Actualmente la Ley N° 29414 - Ley que establece los derechos de las personas usuarios de los servicios de salud, ampara a los usuarios de los servicios de salud, precisando el alcance de los derechos al acceso a la atención integral de la salud que comprende promoción, prevención, tratamiento, recuperación y rehabilitación; así como, al acceso a la información y consentimiento informado. Dicha ley presenta el Reglamento se desarrolla el sistema nacional de protección de los derechos de los usuarios de los servicios de salud (SINAPRODESS), administrado por la Superintendencia Nacional de Salud (SUSALUD) y articulado al Consejo Nacional de Salud, divulgado tanto para IAFAS e IPRESS públicas, privadas y mixtas.

Para motivos de desarrollo del proyecto, se toma en consideración la ley N° 29414 -LEY QUE ESTABLECE LOS DERECHOS DE LAS PERSONAS USUARIAS DE LOS SERVICIOS DE SALUD, artículo 19° el cual menciona el derecho a recibir tratamientos científicamente comprobados o con reacciones adversas y efectos colaterales advertidos, es decir toda solución propuesta debe estar aprobado bajo supervisión de la SUSALUD y aprobación de la DIGEMIN, cumpliendo la normativa establecida por el MINSA para el proceso de validación.

6.1.2. Análisis Microentorno

6.1.2.1. Análisis de las fuerzas de Porter

- **Rivalidad de la Competencia**

Actualmente, no existe un producto que compita directamente con la solución de monitoreo en el mercado peruano, ya que las aplicaciones tecnológicas mencionadas en el análisis PESTEL sirven más como un apoyo y no como una solución concreta y a largo plazo. Por ende, se puede concluir que no existe rivalidad y también que no hay barreras de entrada.

- **Análisis de Sustitutos**

En relación a los sustitutos, no existen productos similares a la solución propuesta, sin embargo, en el Perú se ha utilizado estrategias como la intervención sanitaria como prevención, la cual involucra poner a la disposición recursos sanitarios con el fin de apoyar y a la vez educar sobre los daños y complicaciones que podrían ocurrir durante el embarazo. Por otro lado, se utiliza la intervención sanitaria como reparación, como por ejemplo la extracción manual de placenta o la histerectomía controlan la hemorragia y así se reduce la mortalidad materna. (Secretaría de Salud, 2015)

- **Amenaza de nuevos entrantes**

En primera instancia, es importante mencionar la estrategia de CONE (Cuidados Obstétricos y Neonatales Esenciales) ya que, está comprobado que logran disminuir las tasas de muerte materno en países como Ecuador. Dicha estrategia involucra mejorar el acceso, oportunidad, continuidad y calidad de la atención de los médicos durante el embarazo con el fin de prevenir con el tiempo suficiente cualquier irregularidad durante el embarazo. Asimismo, se enfoca en la detección y manejo precoz de las complicaciones durante el embarazo y preparación para el parto. Por último, se brindan sugerencias nutricionales que se recomienda utilizar como guía con el fin de prevenir ciertas complicaciones. Dicha estrategia

está enfocada totalmente en la salud de la madre al igual que en el bebé. (Gobernación Zamora, 2016)

Por ende, se considera alta la amenaza de nuevos entrantes por la estrategia del CONE que se realizó en Ecuador es posible que se aplique en el Perú, obteniendo buenos niveles de éxito y de aceptación en los estilos de vida donde se dirigirá el wearable (Sofisticados y Modernas), ya que si funcionó en un país vecino latinoamericano acorta la distancia en que el Perú también funcione y tenga éxito como menciona Arellano con la relación con los estilos de vida.

- **Poder de negociación de clientes**

En el análisis dirigido a las clínicas es alto debido a la innovación de la wearable en el país de origen, Perú. Es decir, en la medida que el wearable sea más diferenciado, no solo se aleja la posibilidad de negociación indirecta de las clínicas, sino que se aplica a la captación de mercado. Asimismo, es importante mencionar el incremento de la búsqueda y facilidad de acceso de información de las mujeres en el periodo de gestación de los últimos años. Por ejemplo, en sus nuevas necesidades, consecuencias del embarazo, a qué clínica solicitar el servicio, etc. Por lo tanto, la mejora en la adquisición de información por parte de las mujeres con un estilo de vida modernas y sofisticadas ha supuesto una mayor capacidad de negociación.

- **Poder de negociación de proveedores**

Se puede afirmar que es alto el poder de negociación de proveedores, debido a las materias primas y la tecnología para adquirir el wearable. Asimismo, puesto que el mercado de wearable en el Perú está creciendo de la misma forma que la diversidad del producto, esto causa que exista una competencia más fuerte para adquirir la materia prima necesaria para construir estos dispositivos. Además, los proveedores elaborarán mejores estrategias para fidelizar a sus clientes, y si el proveedor es dominante

puede causar unas variaciones en el presupuesto del producto como los costos imponentes en el mercado de wearables.

6.1.3. Identificación de necesidades

Basándonos en la pirámide de necesidades de Maslow que será presentada a continuación, se ha procedido a realizar un análisis de las necesidades tanto del cliente final, que sería la madre gestante, como del nexo, que vienen a ser las entidades de salud de la madre y las clínicas que las apoyan durante el proceso de gestación:

Figura 74: Pirámide de necesidades de Abraham Maslow

Fuente: Universidad Complutense

En la actualidad, vivimos en una sociedad que si bien puede satisfacer, en su gran mayoría, sus necesidades fisiológicas, posee de manera intrínseca la necesidad de seguridad, ya que nos encontramos en una situación de inseguridad ciudadana que afecta a todos los habitantes del país de manera lateral, es así que, los peruanos al encontrarse en el segundo nivel de las necesidades del nivel inferior, la inseguridad actúa como el principal factor que determina una gran cantidad de sus necesidades para poder sentirse seguros, con lo cual se puede afirmar que gran parte de la población está motivada por el deseo de verse protegida contra peligros, amenazas y privaciones.

Asimismo, se puede observar que el proceso de una mujer gestante conlleva consigo una gran magnitud de inseguridad, conflictos de dudas que debido a la

cantidad de los cambios por los cuales se encuentra atravesando y a su vez, la cantidad de riesgos, que éstos llevan consigo, como distintas enfermedades que podrían afectar tanto su salud como la de su hijo o hija. Es, así pues, que se puede afirmar que se puede basar de este gran driver, un vehículo que sirve para ofrecerles la solución para el control y seguimiento del proceso de gestación de mujeres a través del uso de dispositivos wearables.

Por otro lado, frente al público objetivo que se busca captar como clientes que ofrezcan el producto, clínicas y entidades de la mujer, se ha planteado el utilizar la misma necesidad de seguridad como driver, pero desde otra perspectiva. Puesto que éstos necesitan poseer la seguridad de que le están ofreciendo todos los servicios necesarios a sus consumidores para lograr su satisfacción, ya que, en caso ocurra una disputa y sus clientes se encuentren insatisfechos los mismos pueden generar denuncias en contra de la clínica porque son los responsables de todo lo que le ocurra o no en el proceso de gestación, las pacientes se han visto, en la necesidad de, lo cual no sólo disminuye su ratio de retención de clientes y de lealtad, cantidad de clientes fieles que consumen o compran productos que mantiene la empresa, sino que también afecta de manera negativa en gran magnitud su imagen como marca, percepción que pueden tener los clientes de la clínica. Creando así un rechazo en la sociedad en general cuando estas se enteran de los sucesos ocurridos a través de los medios de comunicación en general, boca a boca o por redes sociales.

Al ofrecerles el producto propuesto, estos podrían satisfacer su necesidad de seguridad sabiendo que gracias al mismo sus clientes podrán acudir ante el primer síntoma, con lo cual la ratio de la insatisfacción en general disminuiría en gran cantidad, ya que, si bien las enfermedades pueden ser tratadas en distintos ciclos del embarazo, mientras sean identificadas con mayor anticipación se podrán controlar y manejar de la manera más óptima.

Cabe mencionar que, respecto a la necesidad encontrada se puede formular una campaña de publicidad relacionada al marketing del miedo, es decir crear un contenido en el cual genere al paciente la automática compra o interés de este. Con lo cual sientan que si no compran el producto no habrán hecho todo lo posible

por cuidar al bebé y a sí misma en el proceso de gestación. Sabiendo que la misma es la más exitosa, entendiéndose como la mejor opción y efectiva para el proyecto, puesto que ésta según Gasaraki Melo (2013) funciona para provocar, generar en los consumidores una sensación de terror que los lleve a desear su producto o servicio que les elimine de la variable de consumición la incertidumbre y el riesgo, que se interpreta como un miedo a que no sabes que va a pasar y el riesgo mismo a que puede perjudicar su salud o la del feto.

6.1.4. Identificación de oportunidad del mercado

Respecto al producto ofrecido, éste debe ofrecer una funcionalidad práctica, dinámica y un sistema que opere en todo momento, ya que los participantes de estas aplicaciones desean tener el conocimiento a todo momento con lo que sucede en su organismo relacionado al bebé. Es así que, éste se puede apoyar con el apoyo del crecimiento exponencial del mercado de las soluciones tecnológicas como las aplicaciones para móviles, tablets o dispositivos wearables para lograr el éxito.

Por otro lado, con respecto al segmento cabe recalcar que las mujeres que forman parte del mismo buscan mantener el control de la situación y de su estado constantemente. La solución planteada brinda este control relacionada con su necesidad de seguridad, con lo cual se puede inferir que la aceptación por el producto será alta.

Por último, con respecto a la oportunidad de mercado, se puede concluir según lo analizado anteriormente que al no contar con competencia directa, otra empresa que brinde los mismo servicios o productos, muy pocos sustitutos, productos que tengan casi las mismas funciones que mi producto tenga y nuevos entrantes, la solución se encontraría involucrada en una estrategia de océano azul¹⁴, estrategia que se desarrolla en un mercado donde no hay empresas que brinden ese servicio o producto. Por otro lado, debido al alto poder adquisitivo del público objetivo y

¹⁴ La creación de nuevos mercados.

de la alta demanda por productos modernos y tecnológicos relacionados con la medicina preventiva, cantidad alta de clientes que quieren comprar nuestros productos por la razón de su tecnología innovadora relacionada a anticipar problemáticas relacionada a la salud. Se estima que el producto tendrá mucha aceptación por parte de nichos e incentivará a su vez una nueva competencia y rivalidad dentro del mercado en el cual sería el líder al contar con una mayor participación teniendo en cuenta su introducción en el mismo como pionero.

6.1.5. Muestreo

El tipo de muestreo elegido para esta investigación es no probabilístico y de tipo intencional. Esto se debe a que se seleccionó la muestra en base al conocimiento de una población o propósito del estudio que cumplen con ciertas características preestablecidas y no se les brindó a todos los individuos de la población las mismas oportunidades de ser seleccionados.

De esta manera, se logrará contar con una muestra que represente representativa. En primer lugar, se ha considerado escoger a un público femenino entre los 25 y 39 años, ya que son estas personas quienes conforman el target principal de los wearables; sin embargo, cabe mencionar que no se debe de descartar como público secundario a aquellas jóvenes menores de 25 y mayores de 39, quienes también pueden encontrarse interesadas en la solución.

Tabla 16: Población Meta

Población Lima Metropolitana 25-39 años	2'492,300	100%
Población Lima Metropolitana 25-39 años NSE A/B	647,998	26%
Mujeres Lima Metropolitana 25-39 años NSE AB	233,279	36%

Fuente: Elaboración propia

Según la Compañía Peruana de Estudios de Mercados y Opiniones Públicas (CPI 2017), la cantidad de personas que viven en Lima que tienen entre 25 y 39 años de edad son de 2,493,300. Luego, CPI nos informa que las personas que pertenecen al NSE A/B conforman el 26% de la población, y por último las mujeres conforman el 36%. Al aplicar los porcentajes mencionados, el mercado potencial es de 233,279 mujeres.

Tabla 17: Población por sexo según departamentos 2017 (en miles)

DEPARTAMENTO	TOTAL		HOMBRES		MUJERES	
	Miles	%	Miles	%	Miles	%
Lima	11,181.70	35.1	5,451.80	34.2	5,729.90	36

Fuente: CPI 2017

Figura 75: Población por Segmento de edad 2017

Lima Metropolitana:
Población Por Segmento de Edad 2017

Fuente: CPI 2017

Figura 76: Personas según NSE en Lima 2017

Fuente: CPI 2017

Para que, finalmente, al aplicar un nivel de confianza de 95% con un margen de error de 5%, el tamaño de muestra necesario es de 384 personas.

6.1.6. Encuestas

Como parte del proceso de validación, se realizó la estructuración de las encuestas destinadas a mujeres del departamento de Lima, a fin de comprobar el grado de aceptación de la solución propuesta. A continuación, se detalla la estructura y el resultado de la encuesta realizada:

Estructura de Encuesta

- **Nombre:** Encuesta de preferencia respecto del servicio de monitoreo de madres gestantes mediante una plataforma tecnológica que facilite el control del proceso de gestación.

- **Presentación:** “Estimada señora, muy buenos días, nos encontramos realizando una investigación de mercado con la finalidad de identificar factores determinantes para implementar el servicio de monitoreo de madres gestantes. Nuestro servicio brinda una plataforma tecnológica que facilita el control del proceso de gestación en situación de riesgo, que integra a la madre gestante y a su médico para que, ante cualquier señal de alerta de los parámetros medidos por la solución, el médico en forma automática identifique el riesgo y pueda tomar acciones inmediatas que preserven la salud de la mamá y la salud del bebé. El servicio se basa en el uso de wearables (dispositivos tecnológicos que, usados como prendas de vestir, son capaces de medir los signos vitales de la mamá y el bebé), el servicio incluye el alquiler de los wearables y el servicio mensual de monitoreo.”

- **Preguntas:**

1. ¿Se encuentra Ud. embarazada o ha tenido embarazos previos?

- a) Sí
- b) No

2. Indique con qué tipo de seguro de salud cuenta:

- a) Particular
- b) EPS
- c) ESSALUD
- d) SIS
- e) No cuenta

3. Indique si alguno de sus embarazos ha sido:

- a) Embarazo asistido
- b) Embarazo en riesgo
- c) Embarazo normal

4. ¿Estaría dispuesto a utilizar un dispositivo wearable para monitorear su proceso de gestación?

- a) Sí
- b) No

5. ¿Puede indicar en que grupo de edad se encuentra?

- a) De 40 a más años de edad
- b) Entre 39 y 35 años de edad
- c) Entre 34 y 30 años de edad
- d) Entre 29 y 25 años de edad
- e) Entre 24 y 20 años de edad
- f) De 19 a menos años de edad

6. Indicar en qué distrito vive:

7. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir mensualmente para alquilar el servicio de monitoreo de la madre durante el proceso de gestación, utilizando wearables?

- a) 380 a 450 soles
- b) 320 a 380 soles
- c) 280 a 320 soles
- d) Es muy costoso, está fuera de mi presupuesto

8. ¿Cuáles son los aspectos más favorables que Ud. aprecia que le brindaría este servicio de monitoreo de la madre gestante?

- a) Me permitirá velar por mi salud.
- b) Me permitirá cuidar mejor al bebé.
- c) Me gusta la tecnología.
- d) Permitirá que mi médico pueda ver mis signos vitales a distancia.
- e) Brinda confianza
- f) Otros:

9. Si nuestro nuevo servicio estuviera disponible hoy, ¿Qué tan probable sería que lo recomendaras a otras mamás?

- a) Extremadamente probable
- b) Muy probable
- c) Moderadamente probable
- d) Poco probable
- e) Nada probable

10. ¿Asistirías a Eventos relacionados sobre este tipo de servicio? (Presentación de Productos, Charlas sobre Uso, ferias de maternidad, etc.)

- a) Si
- b) No

11. ¿Qué medios crees podrían ayudar a la promoción de nuestro servicio?

- a) Web
- b) Mensaje de Texto
- c) Redes Sociales
- d) Otros:

12. Considerando que la venta se realiza en línea, ¿Cómo le gustaría a Ud. recibir el producto?

- a) Despacho a Domicilio.
- b) Despacho en el consultorio de su médico.
- c) Otros:

Resultados de la Encuesta

A continuación, se detallan los resultados de las 432 respuestas obtenidas en la encuesta realizada al público objetivo.

Figura 77: Resultado de Encuesta I

1. ¿Se encuentra Ud. embarazada o ha tenido embarazos previos?

Figura 78: Resultado de Encuesta II

2. Indique con qué tipo de seguro de salud cuenta:

Figura 79: Resultado de Encuesta III

3. Indique si alguno de sus embarazos ha sido:

Figura 80: Resultado de Encuesta IV

4. ¿Estaría dispuesto a utilizar un dispositivo wearable para monitorear su proceso de gestación?

Figura 81: Resultado de Encuesta V

5. ¿Puede indicar en que grupo de edad se encuentra?

Figura 82: Resultado de Encuesta VI

6. Indicar en qué distrito vive:

Figura 83: Resultado de Encuesta VII

7. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir mensualmente para alquilar el servicio de monitoreo de la madre durante el proceso de gestación, utilizando wearables?

Figura 84: Resultado de Encuesta VIII

8. ¿Cuáles son los aspectos más favorables que Ud. aprecia que le brindaría este servicio de monitoreo de la madre gestante?

Figura 85: Resultado de Encuesta IX

9. Si nuestro nuevo servicio estuviera disponible hoy, ¿Qué tan probable sería que lo recomendaras a otras mamás?

Figura 86: Resultado de Encuesta X

10. ¿Asistirías a Eventos relacionados sobre este tipo de servicio? (Presentación de Productos, Charlas sobre Uso, ferias de maternidad, etc.)

Figura 87: Resultado de Encuesta XI

11. ¿Qué medios crees podrían ayudar a la promoción de nuestro servicio?

Figura 88: Resultado de Encuesta XII

12. Considerando que la venta se realiza en línea, ¿Cómo le gustaría a Ud. recibir el producto?

Análisis de Resultados de Encuesta

Respecto al análisis de las encuestas realizadas al público final, que vendrían a ser las mujeres gestantes o con deseo de quedar próximamente embarazadas se pudo observar lo siguiente:

En primer lugar, la población del muestreo no probabilístico se divide en dos grandes segmentos, las casadas (45.9%) y las solteras (48.3%), si bien queda en claro que aquellas personas pertenecientes al primer grupo están más afianzadas con el deseo de ser madres y empezar una familia, cabe mencionar que hay un porcentaje 18.9% que a pesar de encontrarse solteras quieren formar una familia en los próximos 5 años, con lo cual se rescata que no se debe de eliminar a este público como uno potencial y de alta demanda, puesto que, al ser jóvenes poseen una inclinación positiva respecto a la aceptación y adquisición del producto.

Por otro lado, frente a sus clínicas de preferencia, se puede afirmar que las pertenecientes al grupo de AUNA cuentan tanto con una mayor penetración en el mercado, así como un mayor nivel de aceptación y fidelización con el público, puesto que 52% de las encuestadas afirmaron que la misma era de su preferencia, otro ejemplo de las Clínicas con una gran penetración en el target son la Clínica Ricardo Palma (26%), la Clínica Internacional (8%) y la Clínica Javier Prado (13.8%).

Es así que se puede concluir que se debe desarrollar una estrategia dirigida a las Clínicas mencionadas anteriormente, ya que las mismas cuentan con el mayor acercamiento al público y, por ende, funcionan como el punto de contacto más óptimo. Considerando, asimismo, que las mujeres pertenecientes a estas Clínicas cuentan con un nivel medio a alto de interés en el producto, por lo cual, de contar con la posibilidad de poder adquirirlo en su punto de consulta, la venta está prácticamente asegurada.

En tercer lugar, al realizar una serie de preguntas respecto a los factores que poseen una mayor fuerza en su proceso de decisión de compra de servicios médicos y productos tecnológicos se pudo determinar que, si bien en el sector de

medicina el público objetivo valora más la calidad del servicio (43.6%) así como el nivel de experiencia (29.1%), años en el mercado de la empresa, respecto a los productos tecnológicos, se guían más por el status de marca (42.8%) que el mismo le ofrezca así como las recomendaciones (39.9%) que recolecten de sus familiares, amigos, líderes de opinión, entre otros.

Por otro lado, frente a su rango de interés en adquirir el producto, se puede evidenciar que aproximadamente el 86.9% se halla con un interés medio a alto¹⁵, y que estas mismas personas se encontrarían dispuestas a adquirir el producto; sin embargo, cabe mencionar que estas preguntas fueron formuladas sin dar a conocer el rango tentativo de precio.

En síntesis, se pudo observar que las encuestadas que tienen entre 20 y 30 años de edad y que aún no tienen hijos están más interesadas en adquirir el producto y la mayoría se encuentran dispuestas a pagar más de 800 soles. Las cuales buscan el apoyo de la tecnología para poder entender y estar en control de su embarazo, lo cual se debe a sus miedos personales, sus inseguridades y su falta de conocimiento.

Sin embargo, las encuestadas que ya tienen hijos no se encontraban tan interesadas con el producto o estaban dispuestas a pagar menos. Esto se debe a que ya tienen experiencias previas y ya conocen el proceso y los cambios que suceden en sus cuerpos, y por ende no tienen tantas preocupaciones como las madres primerizas.

Al observar que un 82.8% de las encuestadas están interesadas en el producto, sin tomar en cuenta edad o situación familiar, se puede concluir que si existiría demanda por el producto en el caso que sea vendido en el mercado peruano.

¹⁵ Cabe mencionar que para conseguir este estimado se realizó una escala de interés del 1 como poco probable al 6 como muy probable respecto a su interés para conseguir, tomando en cuenta que al ofrecer un número par de opciones se esquila el sesgo por la tendencia de la mayoría de los usuarios por escoger el número impar medio que represente la neutralidad.

Asimismo, se puede concluir que el precio no es un factor determinante para el target ya que un 45.3%, casi la mitad de las encuestadas, estarían dispuestas a pagar más de 800 soles. La decisión de compra sería tomada basándose en los beneficios que brinda y no el precio asignado.

6.1.7. Alianzas Estratégicas

Las alianzas estratégicas son una estrategia de Branding que se trata de cooperar entre empresas para expandir el alcance de una compañía y tener un impacto positivo en los consumidores. (El Comercio, 2016). Este tipo de alianza suele utilizarse para llegar a un nuevo segmento de mercado, mejorar la imagen de marca e incrementar las ventas (Knoow, 2015).

Asimismo, cabe resaltar que las alianzas estratégicas suelen establecerse entre marcas que ofrecen productos y servicios complementarios entre sí, de esta forma, se puede llegar al público objetivo de la empresa con la cual se establece la asociación y abarcar una mayor parte del mercado dependiendo del producto o servicio ofrecido.

En cuanto a la solución propuesta, se podría considerar que el modelo de negocio ya presenta características de una alianza estratégica debido a que se trata de un producto dirigido a empresas. En este caso, la alianza estaría establecida con los clientes que son las clínicas, que a su vez funcionan como intermediario para que el producto sea dirigido al consumidor final. A continuación, se desarrollarán ejemplos que podrían ser aplicados al modelo de negocio propuesto. Cabe mencionar que, debido a que se trata de un producto ofrecido a expertos, se considera relevante llegar a dichas personas.

En primer lugar, se considera al cliente como una alianza estratégica. Como se ha mencionado en el análisis de encuesta, las empresas con más reconocimiento son Auna, Clínica Ricardo Palma, Clínica Internacional y Clínica Javier Prado. La alianza con las empresas mencionadas beneficiaría a ambas partes ya que, en primer lugar, las clínicas contarán con un producto novedoso para brindar una mejor atención a sus pacientes, que incluyen madres gestantes de un NSE alto que

cuentan con los recursos para llevar un embarazo saludable y asignar parte de su presupuesto a prevenir cualquier complicación en el proceso. Por el lado de la empresa, el hecho de contar con la cartera de clientes ya consolidada de dichas empresas, facilita la llegada a la consumidora final, no se invertiría en publicidad o en un modelo de ventas para el cliente final, ya que de eso se encargan las clínicas.

En segundo lugar, sería conveniente informar a los expertos en salud acerca del dispositivo y sus beneficios, por lo cual se ha determinado que una alianza con la Sociedad Peruana de Obstetricia y Ginecología sería beneficioso para la solución propuesta. Se sabe que las empresas del rubro de la salud y laboratorios médicos se encuentran constantemente capacitando a médicos y expertos en salud con respecto a sus nuevos productos y servicios que se ofrecen finalmente a los pacientes. Por lo tanto, el primer ejemplo de alianza estratégica en este aspecto es el de brindar capacitaciones y demostraciones para los especialistas, de manera que los médicos puedan conocer el producto y evaluar la opción de recomendarlo a sus pacientes. Como se puede observar en el siguiente gráfico, aproximadamente la mitad de encuestados toman la decisión de acudir a una clínica debido a sus especialistas y la confianza que estos transmiten, por lo cual se considera que dichos expertos son un factor influyente en el paciente. Se sostiene que la recomendación de un médico impulsará el uso de la solución.

Figura 89: Factores que impulsan la elección de una clínica

¿Cuál es el principal factor que impulsa tu elección de una clínica en el sector de salud?

385 respuestas

Fuente: Google Forms

La segunda propuesta de alianza estratégica con la Sociedad Peruana de Obstetricia y Ginecología es promocionar la solución de manera informativa mediante la Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia, la cual tiene por finalidad difundir el conocimiento de la especialidad de ginecoobstetricia y de reproducción humana entre sus asociados, profesionales interesados y profesionales de especialidades afines (SciELO, 2018).

6.1.8. Análisis de entrevistas a expertos

Cabe recalcar que antes de realizar las entrevistas, se explicó a detalle el producto, sus ventajas y su beneficio, así como el target a quien se dirigiría. Se explicó que el producto consiste en 3 wearables tecnológicos: el audífono, el smartwatch y el parche para las contracciones. Se explicó la función de cada uno, así como el orden en el cual se deberían utilizar. Por último, se detalló cómo los tres productos

estarían sincronizados con el celular del usuario y a la vez conectado con las computadoras y el sistema dentro del hospital.¹⁶

6.1.8.1. Entrevista 01: Doctora Gladys Nadieschka Calderón López

Cargo: Ginecóloga Obstetra

Centro médico: Auna

CMP	APELLIDOS	NOMBRES
038588	CALDERON LOPEZ	GLADYS NADIESCHKA
ACTIVO
RNE	ESPECIALIDAD
	028165	GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA
		CERTIFICACION RECERTIFICACION
		21/03/2021
EMAIL		CONSEJO REGIONAL
		CONSEJO REGIONAL III LIMA

Fuente: Colegio Médico del Perú

La primera experta entrevistada expresó que en el momento que se detecta un embarazo en la paciente, se debe realizar un examen completo para evaluar cómo se está iniciando el embarazo, detectar alguna infección y evaluar los niveles de hemoglobina. Dependiendo de ese diagnóstico, a la paciente se le suele indicar un tratamiento a seguir para llevar el proceso de la mejor manera.

En cuanto a su opinión acerca de avances tecnológicos en el rubro de la medicina, expresó que la tecnología es totalmente necesaria para el proceso del embarazo desde el primer mes, y considera que es ideal que cada vez sean equipos más especializados para resultados más acertados durante el embarazo.

¹⁶ Se puede observar en la guía propuesta en el Anexo 3.

Por otro lado, la doctora entrevistada considera que, para determinar el buen funcionamiento de un dispositivo tecnológico aplicado a medicina, es necesario contar con un número considerable de pruebas exitosas comparando los resultados con los métodos de la medicina tradicional en cuanto a detección de problemas durante el proceso de gestación. Además, expresó que un buen desempeño de la tecnología no solamente depende del artefacto en sí, sino también de la persona que lo utilice, por lo que es necesario contar con capacitaciones constantes para aquellos especialistas que emplean dichas tecnologías en sus pacientes.

Además, la especialista afirma que los pacientes suelen confiar mucho en su médico, por lo cual siempre siguen el tratamiento que se les indica, ya que los temas de salud son prioridad para ellos. En cuanto a los factores más importantes del producto para fomentar su uso en las pacientes, la especialista entrevistada considera que el producto debe ser beneficioso para la salud de las mismas, y debe ser comprobado que ningún aspecto de este es perjudicial para el proceso del embarazo.

6.1.8.2. Entrevista 02: Doctora Mónica Mori

Cargo: Ginecóloga Obstetra

Centro médico: Clínica Javier Prado

CMP	APELLIDOS	NOMBRES						
053741	MORI CARRANZA	MONICA MARIA						
<div>ACTIVO</div> <div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>RNE</th> <th>ESPECIALIDAD</th> <th>CERTIFICACION RECERTIFICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>026207</td> <td>GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA</td> <td>13/08/2020</td> </tr> </tbody> </table> </div>			RNE	ESPECIALIDAD	CERTIFICACION RECERTIFICACION	026207	GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA	13/08/2020
RNE	ESPECIALIDAD	CERTIFICACION RECERTIFICACION						
026207	GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA	13/08/2020						
EMAIL		CONSEJO REGIONAL						
		CONSEJO REGIONAL III LIMA						

Fuente: Colegio Médico del Perú

Gracias a esta entrevista, se pudo encontrar en primera instancia que la tecnología sirve como una herramienta fundamental que ayuda a acelerar ciertos procesos; sin embargo, hace falta una mayor interactividad entre el doctor y el paciente mediante el uso de las mismas.

Asimismo, se pudo hallar que, si la Institución aprueba e incluye estos dispositivos en su surtido de productos, los doctores se sentirán motivados a recomendarlos; sin embargo, el tema monetario podría actuar como una barrera, ya que si bien la Clínica cuenta con pacientes de NSE A y B, que pueden adquirir la solución sin ningún problema, aquellos pacientes de los NSE menores podrían sentirse excluidos y mal consigo mismos al no poder hacer todo lo posible para mantener el proceso de la gestación bajo el último cuidado.

Dentro de uno de los principales descubrimientos se puede constatar que de acuerdo a la opinión experta de la Ginecóloga y Obstetra es esencial que los dispositivos cuenten con los atributos de poder detectar ciertos síntomas como lo son la presión arterial, los movimientos y latidos fetales y sobretodo las contracciones, ya que, si bien estas no suelen representar un índice importante de riesgo, es una de las preocupaciones más comunes que suele poseer la mujer gestante. Además, nos dio a conocer que la importancia de los dispositivos cobraría una mayor necesidad a partir de la semana 20, puesto que, a partir de ella, las próximas madres suelen presentar síntomas de preclamsia, que hace referencia a la hipertensión, la cual suele afectar con mayor regularidad a las madres primerizas y en aquellas que son menores de 20 años y/o mayores de 40 años.

Por último, cabe mencionar que nos dio a conocer el miedo más común entre las mujeres gestantes, que suele ser el pánico al dolor, con lo cual se puede afirmar que, al emplear una estrategia de marketing de miedo, se podrá conseguir un mayor acercamiento y aceptación del target.

6.1.8.3. Entrevista 03: Doctora Rosa Casaverde Zela

Cargo: Ginecóloga Obstetra

Centro médico: Clínica Internacional

CMP	APELLIDOS	NOMBRES
043317	CASAVARDE ZELA	ROSA WILIDMINA
ACTIVO
RNE	CERTIFICACION RECERTIFICACION
	094567	GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA
EMAIL		CONSEJO REGIONAL
		CONSEJO REGIONAL III LIMA

Fuente: Colegio Médico del Perú

Gracias a la entrevista a la experta, se puede rescatar que considera importante la medicina occidental y que confía en los cimientos de la misma, pues también cree, estudia y recomienda opciones que la misma naturaleza ofrece para curar algún mal o disminuir el dolor; sin embargo, a su vez mantiene la noción de que cada vez más se debería hacer uso de la tecnología debido a que tienen poco margen de error, la cual beneficiaría principalmente durante el proceso de diagnóstico y detección. Está a favor del uso de estas herramientas debido a que es consciente en que estamos en una era digital, donde cada innovación puede ser determinante para salvar la vida de alguien. No lo ve para nada como un factor que participa en contra de su trabajo, al contrario, porque como doctora sigue a pie el profesionalismo y ética en que debería hacer uso o recomendar si cree que puede tal producto salvaguardar la vida del paciente.

Por un lado, la experta opina que la principal razón por la cual la tecnología en la medicina no se desarrolla en nuestro país es porque existe un apego comercial como preferencia limitando así que se expanda a nivel regional, llegando a todos los públicos que lo necesiten, dando hincapié a una de las razones por las cuales la pobreza se mantiene en un sector o público en

específico, opina que si se desliga de este interés en comercial, abaratar los costos de estas máquinas y en donde podría apoyar sobre todo a padecimientos de enfermedades crónicas. Considera que es importante y ventajoso, ya que ayuda con el diagnóstico y tratamiento médico. En los servicios de laboratorio, bioquímica, imágenes RX, ultrasonido, etc.

Por otro lado, opina que las desventajas son sus altos costos en adquisición, en mantenimiento, en personal preparado y un espacio especial.

Como lo más resaltante, la médica obstetra entrevistada comenta que no siempre recomendaría un producto wearable si es que este no cumpliría con los siguientes factores: duración, resistencia al uso masivo, confiabilidad y precisión. Comparte que la gestante, en primer lugar, está preocupada por la salud del niño, luego analiza el tema de gasto. Principalmente, comenta que si bien es cierto que el factor del precio es importante hoy en día sobretodo en el rubro de salud y en el área del proceso de gestación en el cuidado del bebé y la madre. La sensibilidad a la inversión es baja, pues en la mayoría de casos si la pareja se le hace dificultad en costear es la familia de ambos quienes entran como soporte. El tiempo del proceso de gestación que ella recomendaría de su uso sería desde la 12va semana, porque el feto está libre de algunas influencias y finalmente, apoya al uso, innovación y desarrollo de la tecnología solo que esta debe ser pensada y llevada de forma equitativa para el público.

6.1.9. Conclusión General de Entrevistas

Con respecto a las 3 entrevistas detalladas anteriormente, todos los expertos comentaron que la tecnología basada y enfocada en la salud les apoya obstetras y ginecólogos, y no se sienten perjudicadas. Mencionaron que la tecnología es el futuro, y eventualmente se integrará con la medicina y que este hecho es inevitable.

Por otro lado, las entrevistadas confían bastante en las oportunidades que podría brindar un producto parecido a la solución planteada en el mercado peruano, ya que todas afirmaron que existe y existirá mucha demanda por el producto, específicamente en las madres jóvenes (alrededor de los 25 años) y las mayores

(alrededor de los 40 años) Debido a la seguridad y tranquilidad que ofrecería el producto para las madres, el precio no es un factor que influya en su decisión de compra.

6.2. Validación médica

Por otro lado, para la validación e implementación de alguna propuesta con fines médicos en el Perú, el Ministerio de Salud en colaboración de la Organización Panamericana de Salud, han establecido procedimientos de aceptación de las diferentes propuestas de investigación relacionadas al cuidado de la salud, los cuales son procesados y evaluados por los diferentes comités de ética de los centros médicos.

6.2.1. Comité Institucional de Ética en Investigación

El comité de ética es un grupo de médicos especialistas con un alto grado de experiencia, seleccionados en base a diferentes criterios establecidos por el centro médico, a fin de ser los encargados de la revisión, validación y aprobación de diferentes estudios y propuestas enfocadas al cuidado de la salud en pacientes. Este comité no tiene fines de lucro, sin embargo, es necesario cubrir los costos operativos.

Dentro de las principales funciones del comité de ética, se encuentran:

- Gestión de conflicto de intereses.
- Evaluación de la confidencialidad.
- Evaluación expedita.
- Definición de roles del grupo de investigación.
- Revisión del protocolo de investigación.
- Gestión de riesgos.

6.2.2. Evaluación de la propuesta

Para asegurar la calidad del proyecto, en una primera instancia, el comité se enfoca en una revisión ética y posteriormente a la revisión científica. Para la revisión de

los proyectos de investigación, el ministerio de salud ha establecido un proceso a fin de garantizar la integridad de la evaluación por parte del comité de ética.

6.2.2.1. Solicitud de revisión:

El responsable del equipo de investigación debe solicitar la autorización al director del centro médico en donde se pretende realizar la investigación, solicitando la evaluación respectiva por parte del comité institucional de ética. En esta solicitud se debe detallar toda la información referente a los participantes de la investigación, así como el ensayo previamente realizado de la investigación.

6.2.2.2. Revisión y evaluación de proyectos:

Tras una primera revisión en la recepción de la solicitud, se realizan las recomendaciones pertinentes para una nueva presentación, para ello se le asigna un código de identificación al proyecto. Durante la revisión se realiza la categorización en base a los riesgos de la investigación, para el caso de los proyectos enfocados a niños, mujeres embarazadas y que amamanta, personas con afecciones mentales o trastornos de comportamiento, comunidades nativas o de grupos vulnerables, e investigación de carácter invasivos son incluidos en la categoría de revisión completa.

Durante esta etapa, se realiza una primera reunión con los miembros del comité, en donde se realiza la presentación del proyecto en un tiempo de 15 minutos y otros 15 para preguntas. Posteriormente a esta primera presentación, depende del criterio de los miembros del comité solicitar una segunda presentación. Finalmente, cada miembro evalúa la propuesta de investigación para su aprobación o desaprobación.

6.2.2.3. Aprobación

Tras la evaluación por parte de los integrantes del comité de ética, existen tres categorías sobre la revisión de la propuesta realizada:

Aprobado: Se hace entrega de la constancia de aprobación, lo cual permite continuar con el desarrollo de la propuesta bajo un escenario real, bajo una supervisión del comité de ética.

Decisión condicional a levantamiento de recomendaciones u observaciones: Se entrega la constancia de aprobación posterior a las correcciones indicadas por el comité.

Desaprobado: El proyecto se considera desaprobado y no será aceptado para nuevas revisiones.

Al obtener la aprobación por parte del comité, se dispone del respaldo médico necesario para realizar las pruebas correspondientes de la implementación de la solución propuesta, sin embargo, estas validaciones deben ser informadas constante al comité de ética, a fin de disponer prevenir cualquier irregularidad que se pueda desarrollar durante esta etapa, por ello se cuenta con un supervisor designado por el comité.

Finalmente, tras la finalización de las pruebas con la aprobación de los expertos, se notifica al comité sobre los resultados obtenidos durante el estudio, en donde se debe detallar el cumplimiento de los acuerdos establecidos al inicio de la presentación del proyecto.

CAPÍTULO 7: GESTIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se describen las actividades realizadas para la correcta gestión del proyecto tales como actividades, hitos, entregables, fechas, colaboradores, entre otros. Asimismo, se detallan las gestiones realizadas en relación a todo lo planificado del proyecto.

7.1.Producto Final

El producto final del proyecto es la propuesta de una solución tecnológica para el control y seguimiento del proceso de gestación de mujeres gestantes utilizando dispositivos wearables. La propuesta se basa en brindar una herramienta médica para la detección precoz de posibles patologías que ocurren durante el embarazo, logrando obtener un diagnóstico temprano por parte del personal médico ante cualquier irregularidad presente durante la gestación.

Por ello se han considerado los siguientes criterios para la propuesta realizada:

- Regulaciones médicas de protección para los pacientes en el Perú.
- Influencia de los estándares establecidos por la Organización Panamericana y Mundial de la Salud (OPS/OMS).
- Evaluaciones Médicas de Salud para las propuestas tecnológicas en el sector médico.
- Estándares de calidad y certificaciones para los dispositivos médicos aprobados por entidades nacionales e internacionales.

7.2. Matriz de Trazabilidad de Requerimientos

Tabla 18: Matriz de Trazabilidad de Requerimientos

ID	Requerimiento	Justificación	Propósitos u Objetivos del proyecto
SGW-R01	Se requiere investigar acerca de patologías, signos vitales y las variaciones que ocurren durante el proceso de gestación. Así mismo se requiere investigar conceptos sobre dispositivos wearables, sus usos y casos de exitosos asociados con el monitoreo remoto de pacientes.	Obtener un conocimiento completo de los aspectos relevantes para el desarrollo del proyecto.	OE1: Analizar información sobre el proceso de gestación identificando las patologías que se puedan presentar durante el embarazo, asimismo identificar los signos vitales y sus rangos de variación. Analizar información sobre los dispositivos wearables disponibles para la captación de signos vitales y soluciones previas implementadas para el monitoreo remoto de mujeres gestantes.
SGW-R02	Identificar los sectores del campo de la medicina y los tipos que se asocian a cada una de ellas.	La necesidad de conocer todos los sectores de la medicina y aspectos legales necesarios para el desarrollo de los artefactos que den soporte a la implementación del proyecto.	OE2: Diseñar el modelo, arquitectura física y lógica que den soporte a la implementación de la solución de monitoreo de mujeres gestantes utilizando dispositivos wearables basados en aspectos médicos, legales y tecnológicos..
SGW-R03	Aprobación del diseño presentado por personas con amplio conocimiento en el dicho campo.	Obtener un diseño valido como herramienta para elaborar una cartera de proyectos.	OE3: Validar y desarrollar los componentes de la solución para su implementación en base a un escenario de prueba aplicando métricas de validación médicas.
SGW-R04	Presentar un plan de continuidad para el negocio del proyecto.	Obtener 3 proyectos que puedan ser desarrollados culminada la investigación.	OE4: Elaborar un plan de continuidad del negocio del proyecto.

7.3. Gestión de Riesgos

Tabla 19: Gestión de Riesgos

Cód. Riesgo	Descripción del Riesgo	Disparador	Tipo de Estrategia	Descripción de la estrategia planteada	Plan de Contingencia
SGW-R01	Recursos no disponibles.	Saturación de solicitudes de recursos	Aceptar - Pasivamente	Solicitar recursos lo más temprano posible	Tener todos los documentos ordenados y en los lugares que el cliente desee
SGW-R02	El abandono por parte de un integrante del proyecto	Riesgo académico o motivos personales de un integrante	Mitigar	Acotar el alcance del proyecto	Establecer conversaciones ne todo momento y ayudar en el caso lo necesite
SGW-R03	Cambios en el Alcance del Proyecto	Revisión de entregables del proyecto y/o asignación de actividades	Evitar	No cubrir las necesidades o expectativas por parte del cliente y gerente	Entregar documentos sin el formato debido
SGW-R04	No lograr la aprobación necesaria de los documentos entregados.	Incumplimiento de las actividades establecidas en el cronograma	Aceptar - Pasivamente	Entregar los documentos requeridos por el cliente en las fechas y horas pactadas	Tener todos los documentos ordenados y en los lugares que el cliente desee
SGW-R05	La pérdida de la información del proyecto	Robo o pérdida de dispositivos físicos de almacenamiento	Aceptar - Pasivamente	Uso de herramientas de almacenamiento digital online	Trabajar online y subir documentos al instante de haberlos terminado
SGW-R06	La poca disponibilidad de tiempo por parte del cliente	Pocas reuniones con el cliente	Evitar	Agendar los horarios de timepo disponible de los involucrados	Iniciar a tiempo las actividades y ubicarlo en el lugar donde sea

SGW-R07	Falta de información sobre el tema de investigación	Búsqueda de paper indexados	Aceptar - Activamente	Realizar búsqueda rigurosa de fuentes confiables y actuales	Acceder a fuentes bibliografías que contemple información internacional
---------	---	-----------------------------	-----------------------	---	---

7.4. Gestión de Recursos Humanos

El equipo del proyecto está organizado según el siguiente organigrama, en él estamos mostrando claramente las líneas de reporte de cada miembro del equipo.

Figura 90: Roles del Proyecto

Los roles involucrados en el desarrollo del proyecto son los siguientes:

Comité de Proyecto: Rol correspondiente al equipo conformado por la Directora de EISC de la universidad y por los tres coordinadores de cada carrera de EISC (ISI, ISW y CC). Se encargarán de realizar las siguientes funciones:

- Aprobar los proyectos presentados
- Validar el avance del proyecto conforme al cronograma establecido
- Decidir continuidad del proyecto propuesto

Ciente: Rol que desempeña el profesor cliente asignado para el proyecto, con quien se llevará a cabo reuniones semanales y quien será responsable de las siguientes funciones:

- Realizar el seguimiento y monitoreo al avance del proyecto
- Validar el cumplimiento de los requerimientos solicitados por el mismo cliente
- Seguimiento y validación de la memoria

Profesor Gerente: Rol correspondiente al profesor gerente de la empresa IT Consulting, encargado de aprobar los resultados que se desarrollaran a lo largo de año académico y de contar con una participación activa para el asesoramiento del proyecto.

- Revisar los avances del trabajo
- Brindar comentarios y observaciones de acuerdo a los trabajos presentados.
- Validar el cumplimiento de las actividades según lo planeado en el cronograma

Jefe de Proyecto: Rol que desempeña el líder del proyecto, quien se reunirá constantemente con el profesor cliente y el profesor gerente para solicitar la validación necesaria y poder seguir con el trabajo. El jefe de Proyecto realizara las siguientes funciones:

- Gestionar el proyecto a lo largo el año académico
- Gestionar las solicitudes de recursos necesarias
- Validar el avance del proyecto y verificar el cumplimiento del cronograma

Jefe de Proyecto: Rol que desempeñara el líder de investigación, quien se reunirá con el profesor cliente y gerente para solicitar la validación necesaria y poder seguir

con el trabajo, se encargara de buscar información acerca de temas relacionados con el proyecto que faciliten la comprensión y el desarrollo de este.

- Realizar investigaciones necesarias durante la ejecución del proyecto
- Validar el avance del proyecto
- Almacenar y documentar los avances de investigación y las fuentes

Recurso QS: Rol correspondiente al recurso analista de la empresa IT Service que apoyara revisando los documentos de gestión y actividades específicas que surgirán a lo largo del proyecto.

- Asegurar la calidad de los entregables del proyecto

7.5. Lecciones aprendidas

- Para la gestión del proyecto de investigación, es necesario detallar el alcance para distribuir apropiadamente las actividades a realizar durante el desarrollo del mismo.
- Es necesario desarrollar actas por cada reunión con los stakeholders del proyecto ya que sirven de referencia para aplicar todas las recomendaciones y cambios expuestos con la finalidad de mejorar el desarrollo del proyecto.
- Se debe planificar revisiones por cada avance con el profesor cliente para confirmar que se está trabajando para cumplir con los objetivos del proyecto.
- Es recomendable considerar una holgura de tiempo para las aprobaciones y presentaciones de los avances realizados, ya que los profesores pueden pedir que se realicen ajustes en los objetivos de los entregables.

CONCLUSIONES

La estructuración de una solución para el seguimiento del proceso de gestación nos permite proveer la información adicional al personal médico calificado sobre el desarrollo del embarazo para complementar la toma de decisiones sobre el cuidado pre-natal de mujeres gestante. Así mismo, la investigación permitió identificar y documentar información relevante para la estructuración de una propuesta, considerando aspectos médicos, legales y tecnológicos para la estructuración de la solución planteada.

Las soluciones enfocadas al cuidado de la salud no pueden remplazar los procesos actuales de atención de la salud, ya que estos han sido definidos por entidades especializadas en el rubro médico a nivel mundial, definiendo una serie de normas enfocadas al bienestar de las personas. Toda propuesta adicional debe centrarse en apoyar los procesos ya establecidos bajo la revisión y aprobación del personal médico calificado. Si bien actualmente existen empresas desarrolladoras de tecnología para el monitoreo médico pasivo de las personas, estas aún no son consideradas como herramientas médicas que puedan contribuir directamente con el cuidado de la salud, ya que aún existe una brecha entre la medicina y el uso correcto de la tecnología para el cuidado remoto de los pacientes, lo cual se puede ver reflejado en los indicadores de mortalidad y morbilidad materna, de los cuales más del 70% de estos casos pueden ser evitados.

RECOMENDACIONES

Los nuevos proyectos enfocados al desarrollo de soluciones del cuidado de la salud deben considerar los principales aspectos médicos y legales vigente durante el periodo de desarrollo del proyecto. Así mismo, se recomienda al lector realizar una adecuada búsqueda de información al momento de estructurar propuestas que contemplen el uso de la tecnología en el ambiente médico, ya que existen factores externos que pueden tener un impacto negativo en la propuesta realizada si no se identifican de manera oportuna. Es importante respetar las restricciones establecidas por los organismos designados por el estado, ya que el incumplimiento de estas normativas puede generar sanciones que afecten directamente la continuidad del proyecto. Así mismo, es importante analizar y estudiar la viabilidad del proyecto mediante estudios de mercados, contemplando correctamente el área de impacto.

GLOSARIO

- ECG: electrocardiograma
- FCE: Frecuencia Cardíaca Fetal
- FDA: Administración de Alimentos y Medicamentos
- MINSA: Ministerio de Salud
- IE: Indicador de éxito
- OE: Objetivo específico
- PA: Presión arterial

BIBLIOGRAFÍA

- Agarwal, S. L. (2010). Remote health monitoring using mobile phones and Web services.
- Agathe Houzé de l'Aulnoit, S. B.-F. (2018). Development of a Smart Mobile Data Module for Fetal Monitoring in E-Healthcare. doi:10.1007/s10916-018-0938-1
- Aggarwal, M. N. (2009). Empowerment of Rural Women in India. New Delhi: Kanishka Publishers.
- Alfirevic, Z. D. (2006). Continuous cardiotocography (CTG) as a form of electronic fetal monitoring (EFM) for fetal assessment during labour.
- Alonso, J. M. (2011). Special issue on interpretable fuzzy systems.
- Amazon Web Services. (s.f.). ¿Qué es la informática en la nube? Recuperado el 2018, de <https://aws.amazon.com/es/what-is-cloud-computing/>
- Anderson, U. O. (2012). Review: Biochemical markers to predict preeclampsia. doi:10.1016/j.placenta.2011.11.021
- Android Developers. (s.f.). Android. Recuperado el 2018, de <https://developer.android.com/guide/index.html?hl=es-419>
- Anliker, U. W. (2004). AMON: A wearable multiparameter medical monitoring and alert system.
- Apiletti, D. B. (2009). Real-time analysis of physiological data to support medical applications.
- Arif, M. B. (2012). Similarity-dissimilarity plot for high dimensional data of different attribute types in biomedical datasets.
- ARNGRIMSSON, R. B. (1990). Genetic and familial predisposition to eclampsia and pre-eclampsia in a defined population.
- Baig, M. G. (2013). Smart health monitoring systems: An overview of design and modeling.
- Ball JW, D. J. (2015). Vital signs and pain assessment. Recuperado el 2018
- Barea, R., Bergasa, L., Lopez, E., Ocana, M., Schleicher, D., & Leon, A. (s.f.). Patient monitoring in health care working with robotic assistants.
- Bates, D. C. (2001). Reducing the frequency of errors in medicine using information technology.
- Baumert, M. W. (2002). Joint symbolic dynamic analysis of beat-to-beat interactions of heart rate and systolic blood pressure in normal pregnancy.

- Bellina, L. M. (2011). M-learning: Mobile phones' appropriateness and potential for the training of laboratory technicians in limited-resource settings.
- Bi, Z. X. (2014). Internet of things for enterprise systems of modern manufacturing.
- Biblioteca Nacional de los EE.UU. (s.f.). Aborto espontáneo. Recuperado el 2018, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001488.htm>
- Biblioteca Nacional de los EE.UU. (s.f.). Eclampsia. Recuperado el 2018, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000899.htm>
- Biblioteca Nacional de los EE.UU. (s.f.). Parto prematuro. Recuperado el 2018, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000486.htm>
- Biblioteca Nacional de los EE.UU. (s.f.). Preeclampsia. Recuperado el 2018, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000898.htm>
- Bogdan, P. (2015). A cyber-physical systems approach to personalized medicine: Challenges and opportunities for NoC-based multicore platforms.
- Bogdan, P. J. (2013). Pacemaker control of heart rate variability: A cyber physical system perspective.
- Bretelle, F. L. (2008). Modality of fetal heart monitoring during labor (continuous or intermittent), telemetry and central fetal monitoring. doi:10.1016/j.jgyn.2007.11.008
- Brodley, C. F. (1997). Decision tree classification of land cover from remotely sensed data.
- Brown, M. L.-M. (2001). The classification and diagnosis of the hypertensive disorders of pregnancy: Statement from the International Society for the Study of Hypertension in Pregnancy (ISSHP). doi:10.1081/PRG-100104165
- Cao, X. S. (2016). A robust data scaling algorithm to improve classification accuracies in biomedical data.
- Cerqueira, F. F.-B. (2014). NICEsim: An open-source simulator based on machine learning techniques to support medical research on prenatal and perinatal care decision making.
- Chatterjee, A., Aceves, A., Dungca, R., Flores, H., & Giddens, K. (2016). Classification of Wearable Computing: A Survey of Electronic Assistive Technology and Future Design. Second International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks, (págs. 22-27). California.
- Chi, C.-L. N. (2012). Individualized patient-centered lifestyle recommendations: An expert system for communicating patient specific cardiovascular risk information and prioritizing lifestyle options.

- CIRP. (2018). Consumer Intelligence Research Partners. Obtenido de <https://www.cirpllc.com/>
- Colegio Médico del Perú. (2016). El sistema de salud en Perú. Lima.
- Conexión ESAN. (2017). Actores y segmentación en el sistema de salud peruano. Recuperado el 29 de Abril de 2018, de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/04/actores-y-segmentacion-en-el-sistema-de-salud-peruano/>
- Cordón, O. (2011). A historical review of evolutionary learning methods for Mamdani-type fuzzy rule-based systems: Designing interpretable genetic fuzzy systems.
- Cowperthwaite, B. H. (2007). Fetal behavior in smoking compared to non-smoking pregnant women.
- Daniele Esposito, E. A. (2018). A Piezoresistive Sensor to Measure Muscle Contraction and Mechanomyography. doi:10.3390/s18082553
- Das, D. G. (2013). Machine learning approach for automated screening of malaria parasite using light microscopic images.
- De Silva, D. H.-M. (2014). Urinary Dipstick Proteinuria Testing: Does Automated Strip Analysis Offer an Advantage Over Visual Testing?
- Delibašić, B. V. (2013). White-box decision tree algorithms: A pilot study on perceived usefulness, perceived ease of use, and perceived understanding.
- Demšar, J. (2006). Statistical comparisons of classifiers over multiple data sets.
- DGIEM. (2018). ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - Monitor Fetal. Obtenido de <http://www.dgiem.gob.pe/wp-content/uploads/2013/02/monitorfetal.pdf>
- Díaz-Martínez, L. S.-D. (2008). A paper aimed at inviting reflection on opportunities in preeclampsia research from the perspective of primary prevention.
- DIGEMID. (s.f.). Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas. Recuperado el 2018, de <http://www.digemid.minsa.gob.pe/>
- DIGEMID. (s.f.). FARMACOVIGILANCIA Y TECNOVIGILANCIA. Recuperado el 2018, de <http://www.digemid.minsa.gob.pe/main.asp?Seccion=944>
- Dimov, I. B.-D.-C. (2011). Stand-alone self-powered integrated microfluidic blood analysis system (SIMBAS).
- Dirección General de Medicamentos Insumos y Drogas. (2011). Reglamento para el Registro y Control y Vigilancia Sanitaria de Productos Farmacéuticos, Dispositivos Médicos y Productos Sanitarios. Obtenido de <http://extranet.comunidadandina.org/sirt/sirtDocumentos/PEOTCP11001.PDF>
- DL., S. (2016). Approach to the patient: history and physical examination. (15th ed.).

- Dobkin, B. D. (2011). The promise of mHealth: Daily activity monitoring and outcome assessments by wearable sensors.
- Doerner, K. F. (2007). Multicriteria tour planning for mobile healthcare facilities in a developing country.
- Endo, G. K., Oluwayomi, I., Alexandra, V., Athavale, Y., & Krishnan, S. (2017). Technology for Continuous Long-term Monitoring of Pregnant Women for Safe Childbirth. Recuperado el 2018, de 10.1109/IHTC.2017.8058200
- English, F. K. (2015). Risk factors and effective management of preeclampsia. doi:10.2147/IBPC.S50641
- Ennis, M. V. (1990). Obstetric accidents: a review of 64 cases.
- Ferlie, E. S. (2001). Improving the Quality of Health Care in the United Kingdom and the United States: A Framework for Change. doi:10.1111/1468-0009.00206
- Field, M. G. (2002). Telemedicine and remote patient monitoring. doi:10.1001/jama.288.4.423
- Fong, B. F. (2010). Telemedicine Technologies: Information Technologies in Medicine and Telehealth. doi:10.1002/9780470972151
- Food an Drug Administration. (2017). Digital Health Innovation Action Plan. Recuperado el 2018, de <https://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DigitalHealth/UCM568735.pdf>
- Food an Drug Administration. (s.f.). FDA selects participants for new digital health software precertification pilot program. Recuperado el 2018, de <https://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm577480.htm>
- Forrest, G. V. (2014). Use of electronic health records and clinical decision support systems for antimicrobial stewardship.
- Garcia-Gonzalez, C.-V. V.-G.-C.-C. (s.f.). Characterization of EHG Contractions at Term Labor by Nonlinear Analysis. doi:10.1109/embc.2013.6611276
- Gartner. (s.f.). Gartner Identifies Three Megatrends That Will Drive Digital Business Into the Next Decade. Recuperado el 2018, de <https://www.gartner.com/newsroom/id/3784363>
- Gashi, A. (2016). The woman with severe preeclampsia who died from postpartum complications.
- Goldberger, A. A.-K. (2002). Fractal dynamics in physiology: Alterations with disease and aging.

- Goldenberg, R. J.-R. (2015). Reducing maternal mortality from preeclampsia and eclampsia in low-resource countries - What should work?
doi:10.1111/aogs.12533
- Goodwin, A. M. (2005). Does maternal race or ethnicity affect the expression of severe preeclampsia?
- Google Cloud. (s.f.). What is cloud computing? Recuperado el 2018, de <https://cloud.google.com/what-is-cloud-computing/>
- Grivell, R. A. (2012). Antenatal cardiotocography for fetal assessment.
doi:10.1002/14651858.CD007863.pub3
- Grytten, J. S. (2003). Practice variation and physician-specific effects.
- Gubbi, J. B. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. doi:10.1016/j.future.2013.01.010
- Guillaume, S. C. (2004). Generating an interpretable family of fuzzy partitions from data.
- Guyon, I. E. (2006). An introduction to feature extraction.
- Haak, D. P.-E. (2015). DICOM for Clinical Research: PACS-Integrated Electronic Data Capture in Multi-Center Trials. doi:10.1007/s10278-015-9802-8
- HINKE DE LAU, C. R. (s.f.). Towards improving uterine electrical activity modeling and electrohysterography: ultrasonic quantification of uterine movements during labor. doi:10.1111/aogs.12233
- Hunt, D. H. (1998). Effects of computer-based clinical decision support systems on physician performance and patient outcomes: A systematic review.
- IBM. (s.f.). What is cloud computing? Recuperado el 2018, de <https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-cloud-computing>
- IDC. (s.f.). Global Wearables Market Grows 7.7% in 4Q17 and 10.3% in 2017 as Apple Seizes the Leader Position, Says IDC. Recuperado el 2018, de <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS43598218>
- INEI. (2018). Instituto Nacional de Estadística e Informática . Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/>
- Instituto Nacional Materno Perinatal. (2010). GUÍAS DE PRÁCTICA CLÍNICA Y DE PROCEDIMIENTOS EN OBSTETRICIA Y v.
- Jabbar, M. A., Deekshatulu, B. L., & Chndra, P. (s.f.). Alternating decision trees for early diagnosis of heart disease.
- Kadhem, M. H., & Zeki, A. M. (s.f.). Prediction of Urinary System Disease Diagnosis: A Comparative Study of Three Decision Tree Algorithms.

- Kazantsev, A. P. (2012). Development of e-health network for in-home pregnancy surveillance based on artificial intelligence.
- Kazantsev, A., Ponomareva, J., & Kazantsev, P. (2015). Development and validation of an AI-enabled mHealth technology for in-home pregnancy management. doi:10.1109/InfoSEEE.2014.6947804
- Kelly, D. C. (2017). Automatic Prediction of Health Status Using Smartphone-Derived Behavior Profiles.
- Khandoker, A. P. (2009). Support vector machines for automated recognition of obstructive sleep apnea syndrome from ECG recordings.
- Korotkov, K. G. (2012). Computerized analysis of pigmented skin lesions: A review.
- LALLI, F. y. (2014). Wearable: Wearable Technologies, Marketing and Customer Experience.
- Lalli, F., & Prunesti, A. (2014). Wearable: Wearable Technologies, Marketing and Customer Experience.
- Lanssens, D. V. (2018). The impact of a remote monitoring program on the prenatal follow-up of women with gestational hypertensive disorders. doi:10.1016/j.ejogrb.2018.02.015
- Lee, C. M. (2009). Advances in fetal heart rate monitoring using smart phones. doi:10.1109/ISCIT.2009.5341146
- Lee, C. M. (2009). Advances in fetal heart rate monitoring using smart phones. doi:10.1109/ISCIT.2009.5341146
- Lee, H. C.-H. (2016). A graphene-based electrochemical device with thermoresponsive microneedles for diabetes monitoring and therapy.
- Lee, R.-G. C.-C.-C.-L. (2007). A mobile care system with alert mechanism.
- Lee, Y.-G. J. (2012). Smartphone-based mobile health monitoring.
- López, G. C. (2010). LOBIN: E-textile and wireless-sensor-network-based platform for healthcare monitoring in future hospital environments.
- Macarena Espinilla, J. M.-L.-F. (2017). Fuzzy Intelligent System for Patients with Preeclampsia in Wearable Devices. doi:10.1155/2017/7838464
- Macones, G. (2009). Intrapartum fetal heart rate monitoring: nomenclature, interpretation, and general management principles. doi:10.1097/AOG.0b013e3181aef106
- Majumder, T. L. (2015). NoC-enabled multicore architectures for stochastic analysis of biomolecular reactions.
- Makary, M. D. (2016). Medical error-the third leading cause of death in the US.

- Martinez, A. K. (2012). Barriers to neonatal care in developing countries: Parents' and providers' perceptions.
- Martinez, A. K. (2012). Barriers to neonatal care in developing countries: Parents' and providers' perceptions.
- Martínez, L. R. (2010). Computing with words in decision support systems: An overview on models and applications. doi:10.1080/18756891.2010.9727709
- Mason, J. S. (2014). The first 500 days of life: Policies to support maternal nutrition.
- Medicina de Rehabilitación BIOMECÁNICA. (2018). ELECTROMIOGRAFIA. Obtenido de <http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion-bio/temas.php?idv=22686>
- Melville, P. M. (2003). Constructing diverse classifier ensembles using artificial training examples.
- Mendel, J. Z. (2010). What computing with words means to me: Discussion forum. doi:10.1109/MCI.2009.934561
- Microsoft Azure. (s.f.). What is cloud computing? Recuperado el 2018, de <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-cloud-computing/>
- Mingers, J. (1989). An Empirical Comparison of Pruning Methods for Decision Tree Induction.
- MINISTERIO DE SALUD. (2007). GUÍAS DE PRÁCTICA CLÍNICA PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS OBSTÉTRICAS. Lima.
- Ministerio de Salud. (s.f.). COMISIÓN SECTORIAL DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN SALUD Y ENFERMEDADES DE ALTO COSTO. Recuperado el 2018, de <http://www.minsa.gob.pe/cset/?pg=11>
- Ministerio de Salud. (s.f.). Dirección General de Gestión del Riesgo de Desastres y Defensa Nacional en Salud. Recuperado el 2018, de <http://www.minsa.gob.pe/digerd/?op=22#Funciones>
- Ministerio de Salud. (s.f.). REGLAMENTO DE LA LEY N° 29414 LEY QUE ESTABLECE LOS DERECHOS DE LAS PERSONAS USUARIAS DE LOS SERVICIOS DE SALUD. Recuperado el 2018, de ftp://ftp2.minsa.gob.pe/descargas/02cns/web/productos/Reglamento_Ley-29414.pdf
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (s.f.). Decreto Supremo que modifica el Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones. Recuperado el 2018, de https://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/internamientos/documentos/DS_001-2016_tuoregley.pdf
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (s.f.). Internamiento de equipos y aparatos de telecomunicaciones. Recuperado el 2018, de

<https://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/internamientos/internamientos.html>

- Moldenhauer, J. S. (2003). The frequency and severity of placental findings in women with preeclampsia are gestational age dependent.
- Moreira, M. W., Rodrigues, J. J., Kumar, N., Niu, J., & Woungang, I. (s.f.). Performance Assessment of Decision Tree-Based Predictive Classifiers for Risk Pregnancy Care.
- Mosmondor, M., Benc, I., Desic, S., & Grguric, A. (s.f.). A feasibility study for the integration of a remote patient monitoring solution with electronic health record system.
- Mozaffari-Kermani, M. S.-K. (2015). Systematic poisoning attacks on and defenses for machine learning in healthcare.
- Munje, R. M. (2017). Lancet-free and label-free diagnostics of glucose in sweat using Zinc Oxide based flexible bioelectronics.
- Muszynski, C. H.-B. (2018). Automated electrohysterographic detection of uterine contractions for monitoring of pregnancy: feasibility and prospects. doi:10.1186/s12884-018-1778-1
- N, L. B., S, I. T., & Ravi, N. (2015). A Novel Health Monitoring Approach for Pregnant Women. doi:10.1109/ERECT.2015.7499035
- Nelasco, S. A. (2009). Rural Women Empowerment Through Self Help Groups in Empowerment of Rural Women in India.
- Nia, A. M.-K.-K. (2015). Energy-Efficient Long-term Continuous Personal Health Monitoring.
- Nicholl, J. W. (2007). The relationship between distance to hospital and patient mortality in emergencies: An observational study.
- O'Brien, T. R.-S. (2003). Maternal body mass index and the risk of preeclampsia: A systematic overview. doi:10.1097/00001648-200305000-00020
- Open Source Initiative. (s.f.). Plataforma Open Source. Recuperado el 2018, de <https://opensource.org/>
- Openstack. (s.f.). Definition of Open Source. Recuperado el 2018, de <https://www.openstack.org/>
- Organización Mundial de la Salud. (2013). CIE-10 a las muertes ocurridas durante el embarazo, parto y puerperio: CIE-MM (10 ed.).
- Organización Mundial de la Salud. (2013). Manual de Codificación CIE-10. Recuperado el 2018

- Organización Panamericana de Salud. (2012). Evaluación de tecnologías sanitarias aplicada a los dispositivos médicos. Recuperado el 2018, de http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44824/9789243501369_spa.pdf;jsessionid=B733761F0057CB4D11B9AF2DF36C1E9E?sequence=1
- Organización Panamericana de Salud. (s.f.). Evaluación de Tecnología para el Cuidado de la Salud. Recuperado el 2018, de <https://cursos.campusvirtualsp.org/mod/page/view.php?id=25447>
- Organización Panamericana de Salud. (s.f.). Evaluación de Tecnologías Sanitarias (ETS). Recuperado el 2018, de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9229%3A2013-tecnologias-sanitarias&catid=5870%3Aassessment&Itemid=41687&lang=es
- Organización Panamericana de Salud. (s.f.). Trabajo actual de OPS en ETS. Recuperado el 2018, de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11598&Itemid=41692&lang=es
- Palaniappan, R. S. (2014). A comparative study of the svm and k-nn machine learning algorithms for the diagnosis of respiratory pathologies using pulmonary acoustic signals.
- Pandian, P. M. (2008). Smart Vest: Wearable multi-parameter remote physiological monitoring system.
- Pantanowitz, L. H. (2007). Medical Laboratory Informatics. doi:10.1016/j.cll.2007.07.011
- Patil, R. B., & Krishnamoorthy, P. (2017). Non-Wearable Sensor Based Approach to Monitor Primary Health Conditions. Recuperado el 2018, de [10.1109/TENCONSpring.2017.8070102](https://doi.org/10.1109/TENCONSpring.2017.8070102)
- Paul, S. D. (2009). A web-based electronic health care system for the treatment of pediatric HIV.
- Permanasari, A. E., & Nurlayli, A. (s.f.). Decision tree to analyze the cardiotocogram data for fetal distress determination.
- Pollonini, L. R. (2012). A novel handheld device for use in remote patient monitoring of heart failure patients-design and preliminary validation on healthy subjects.
- Quan, H. S.-C. (2005). Coding algorithms for defining comorbidities in ICD-9-CM and ICD-10 administrative data.
- Quinlan, J. (1987). Simplifying decision trees. doi: 10.1016/S0020-7373(87)80053-6
- Quinlan, J. (1996). Improved use of continuous attributes in C4.5.

- Redman, C. S. (1999). Preeclampsia: An excessive maternal inflammatory response to pregnancy. doi:10.1016/S0002-9378(99)70239-5
- Revista Española de Cardiología. (s.f.). El corazón durante el embarazo. Recuperado el 2018, de <http://www.revespcardiol.org/es/el-corazon-durante-el-embarazo/articulo/90034667/>
- Robinson, D. K. (2012). Pregnancy and pregnancy-associated hormones alter immune responses and disease pathogenesis.
- Salomon, J. W. (2012). Healthy life expectancy for 187 countries, 1990-2010: A systematic analysis for the Global Burden Disease Study 2010.
- Salud, O. P. (s.f.). Acerca de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Recuperado el 2018, de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=91&Itemid=220&lang=es
- Sathiabama, K. (2010). Rural Women Empowerment & Entrepreneurship Development.
- Schiff, E. F. (1996). The importance of urinary protein excretion during conservative management of severe preeclampsia.
- Secretaría de Gobierno Digital de la Presidencia del Consejo de Ministros - SeGDi – PCM. (s.f.). Lineamientos para el Uso de Servicios en la Nube para entidades de la Administración Pública del Estado Peruano. Recuperado el 2018, de http://www.peru.gob.pe/normas/docs/Lineamientos_Nube.PDF
- Shen, H. M. (2014). MIAPS: A web-based system for remotely accessing and presenting medical images. doi:10.1016/j.cmpb.2013.09.008
- Shoaib, M. J. (2015). Signal processing with direct computations on compressively sensed data.
- Sibai, B. (2003). Diagnosis and management of gestational hypertension and preeclampsia. doi:10.1016/S0029-7844(03)00475-7
- Sibai, B. V. (1990). Acute renal failure in hypertensive disorders of pregnancy. Pregnancy outcome and remote prognosis in thirty-one consecutive cases. doi:10.1016/0002-9378(90)91009-2
- signals, D. t. (s.f.). Boya Deng; Biao Xue; Hong Hong; Changhong Fu; Xiaohua Zhu; Zhiyong Wang.
- Silva, B. R.-C. (2015). Mobile-health: A review of current state in 2015. doi:10.1016/j.jbi.2015.06.003
- Singh, P. (2016). Employing UNICEF open source software tools in mHealth projects in Nicaragua. doi:10.1007/978-3-319-48746-5_29

- Singh, P. (s.f.). Rural Women and Development of Entrepreneurship with Special Reference to Punjab in Empowerment of Rural Women in India.
- Sribhavani, S., Sunitha, H., & Subhiksha, B. (2018). Providing a friendly e-health care environment to rural women during pregnancy and child growth. doi:10.1109/TIAR.2017.8273718
- SUNAT. (s.f.). Orientación Aduanera Despacho Simplificado de Importación. Recuperado el 2018, de <http://www.sunat.gob.pe/orientacionaduanera/despsimpimportacion/requisitos.html>
- Sutjiredjeki, E. S. (2008). Development of mobile telemedicine system with multi communication links to reduce Maternal Mortality Rate.
- Tahir, N. M. (2012). Parkinson Disease gait classification based on machine learning approach.
- Tanaka, H. (1987). Fuzzy data analysis by possibilistic linear models. doi:10.1016/0165-0114(87)90033-9
- Tarvainen, M. N.-P.-a. (2014). Kubios HRV - Heart rate variability analysis software.
- Tsiakkas, A. S. (2016). Competing risks model in screening for preeclampsia by maternal factors and biomarkers at 30-34 weeks' gestation. doi:10.1016/j.ajog.2016.02.016
- Ventanilla Unica de Comercio Exterior. (s.f.). Ventanilla Única de Comercio Exterior. Recuperado el 2018, de <https://www.vuce.gob.pe/>
- Vermeulen-Giovagnoli, B. P.-V. (2015). The development of an obstetric tele-monitoring system. doi:10.1109/EMBC.2015.7318329
- Veyilazhagan, R., & Bhanumathi, V. (s.f.). An outdoor intelligent health care patient monitoring system.
- Vinken, M. P. (s.f.). Nifedipine-Induced Changes in the Electrohysterogram of Preterm Contractions: Feasibility in Clinical Practice. doi:10.1155/2010/325635
- Wac, K. V. (2006). QoS-predictions service: Infrastructural support for proactive QoS- and context-aware mobile services (position paper).
- Wac, K., Bults, R., Beijnum, B. v., Widya, I., Jones, V., Konstantas, D., . . . Hermens, H. (s.f.). Mobile patient monitoring: The MobiHealth system.
- Wang, L., Ranjan, R., Chen, J., & Benatallah, B. (2017). Cloud Computing: Methodology, Systems and Applications. CRC Press.
- Wen, S. C.-K. (2008). Folic acid supplementation in early second trimester and the risk of preeclampsia.

- Williams, B. A. (2004). Cardiotocography and medicolegal issues.
doi:10.1016/j.bpobgyn.2004.02.005
- Yamaleyeva, L. L. (2017). Potential for miRNAs as Biomarkers and Therapeutic Targets in Preeclampsia. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.08587
- Yang, W. Y. (2014). Fetal heart rate monitoring system with mobile internet.
doi:10.1109/ISCAS.2014.6865165
- Yao, Z., Liu, P., Lei, L., & Yin, J. (s.f.). R-C4.5 decision tree model and its applications to health care dataset.
- Yichuan Wang, L. K. (2015). Big data analytics Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations.
doi:10.1016/j.techfore.2015.12.019
- Yin, H. J. (2017). A Health Decision Support System for Disease Diagnosis based on Wearable Medical Sensors and Machine Learning Ensembles.
doi:10.1109/TMSCS.2017.2710194
- Yoo, I. A.-H.-F. (2012). Data mining in healthcare and biomedicine: A survey of the literature.
- Youm, S. L. (2011). Development of remote healthcare system for measuring and promoting healthy lifestyle.
- Zadeh, L. (1994). Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing.
doi:10.1145/175247.175255
- Zadeh, L. (1999). From computing with numbers to computing with words - From manipulation of measurements to manipulation of perceptions.
doi:10.1109/81.739259
- Zhang, K., Jiang, M., & Ma, Z. (2015). The monitoring system for Pregnancy-induced Hypertension based on Mobile Communication Technology.
doi:10.1109/ICACI.2015.7184789
- Zheng, Y. P. (2005). R-C4.5 decision tree model and its applications to health care dataset. doi:10.1109/ICSSSM.2005.1500165

ANEXOS

ANEXO A – PENSAMIENTO CRÍTICO

ENSAYO para alinear el trabajo final con la competencia de “PENSAMIENTO CRÍTICO”

Introducción

Se define pensamiento crítico como el proceso intelectualmente disciplinado de conceptualizar, aplicar, sintetizar, y/o evaluar, de forma activa y experta, la información obtenida o generada mediante la observación, la experiencia, la reflexión, el razonamiento o la comunicación, como una guía para las opiniones o las acciones. Es decir, se plantea una actitud intelectual que se propone analizar o evaluar la estructura y consistencia de los razonamientos, particularmente las opiniones o afirmaciones que la gente acepta como verdaderas en el contexto de la vida cotidiana.

El pensamiento crítico alberga las siguientes competencias específicas:

- **Capacidad de explicación:** Evalúa críticamente un problema, lo plantea con claridad y lo explica exhaustivamente, proporcionando información suficiente
- **Evaluación y cuestionamiento de la información:** Evalúa la información para desarrollar análisis y síntesis coherentes. Cuestiona de modo general los puntos de vista de los expertos.
- **Análisis del contexto y los supuestos:** Analiza de manera general los supuestos propios y ajenos, y toma en cuenta la relevancia del contexto cuando plantea un punto de vista.
- **Planteamiento y sustento de una postura:** Plantea una posición entrando en detalles que complejizan y enriquecen el asunto tratado, y se sustenta de modo consistente.
- **Formulación de conclusiones:** Las conclusiones están lógicamente ligadas a información pertinente e incluyen puntos de vista distintos.

Contexto

Según la Dirección de Epidemiología del Ministerio de Salud, en el Perú, la mortalidad materna pasó de 769 a 325 defunciones desde el año 1997 al 2016, representando un descenso del 42% de mujeres fallecidas durante el embarazo debido al impacto

positivo de los avances médicos para llevar un mejor control en el desarrollo de la gestación y disponer de tratamientos adecuados ante las patologías que se puedan detectar durante el embarazo.

Según un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la tasa de mortalidad materna durante el embarazo es de 68 muertes por cada 100.000 niños nacidos vivos. El Ministerio de Salud (MINSA) detalla que en el Perú cada día 2 mujeres mueren por complicaciones durante el embarazo, parto y puerperio, 856 mujeres sufren complicaciones del embarazo, se puede apreciar la clasificación de los grupos patológicos en la Figura N°01.

Figura N°01

Fuente: Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológico en Salud Pública – DGE – MINSA - 2015

Muerte Materna Directa: Es la muerte obstétrica resultante de complicaciones obstétricas del embarazo, parto o puerperio, de intervenciones, de omisiones, de tratamiento incorrecto, o de una cadena de acontecimientos originados en cualquiera de las circunstancias mencionadas.

Muerte Materna Indirecta: Es la muerte obstétrica que derivada de alguna enfermedad previamente existente o enfermedad que apareció durante el embarazo y que no fue debida a causas obstétricas directas, pero agravada por los efectos o cambios fisiológicos propios del embarazo.

Figura N°02

Fuente: OMS - 2015

La OMS ha establecido que todas las muertes relacionadas con el embarazo deben ser motivo de vigilancia y análisis, con objeto de conocer su magnitud y establecer medidas de prevención para tratar futuros casos, para ello plantea el modelo de atención prenatal, en la cual se detalla que la gestante debe acudir con profesionales sanitarios a lo largo del embarazo 8 veces como mínimo, sin embargo, en el Perú, el promedio se encuentra en 6 visitas tal como aprecia en la Figura 03.

Figura N°03

Problema

Dentro del análisis del problema, se ha detectado las causas más relevantes que dan origen a la problemática encontrada:

- Ausencia de un monitoreo constante del desarrollo de la gestante, actualmente en el Perú, el promedio de visitas al centro médico para el control pre-natal son de 6 visitas. En la cual, en muchos de los casos no se respeta el número de atenciones necesarias para llevar un embarazo saludable, o no se puede detectar a tiempo una patología en una etapa precoz.
- Cambios irregulares de los signos vitales y parámetros corporales no detectados.
- Falta de información sobre las recomendaciones para llevar un embarazo saludable, no se siguen las recomendaciones establecidas por entidades públicas como la OMS o el ministerio de salud (MINSA).
- Detección tardía de las enfermedades por demora en el proceso de atención pre-natal.

Idea

La idea tentativa para poder responder al problema encontrada, es lograr realizar un seguimiento y control constante en el proceso de gestión utilizando componentes tecnológicos, brindando una herramienta médica apta para lograr detectar el desarrollo de enfermedades prevenibles durante el embarazo. Así mismo se plantea el uso de un

sistema de monitoreo remoto para obtener datos constantes, logrando reducir la brecha de las 6 visitas durante los nueve meses de embarazo.

Propuesta

La solución propuesta plantea el monitoreo pasivo de los signos vitales y otros parámetros corporales durante las 24 horas del día, garantizando un seguimiento constante de la variación de dichos indicadores y así lograr detectar alguna irregularidad que pueda dar pase al desarrollo de patologías durante el proceso de gestación.

Debido al impacto de la detección precoz de patologías, se plantea el uso de tecnología Wearable para el recolectar datos de los parámetros corporales, realizar su respectivo análisis y llevar un seguimiento constante de forma pasiva, es decir, el sensor no interfiere con las actividades diarias de la gestante. Una vez que los sensores capten los parámetros corporales, se realiza el envío al Smartphone, en donde se realizará la primera validación de los valores captados. Así mismo se hace uso de tecnología Cloud Computing, en la cual se realiza la transferencia de datos al centro médico para que se pueda contar con el registro completo del desarrollo del embarazo mediante una plataforma OpenSource (Figura N°04).

Figura N°04

Fuente: Elaboración propia

La solución propuesta pretende lograr reducir los costos de atención e intervenciones médicas en los centros de salud, logrando reducir gastos operativos en los hospitales, tales como traslado y atención. Así mismo, la interacción paciente – médico establecerá una relación más iterativa, en la cual se pueda asegurar un correcto desarrollo del embarazo bajo las condiciones estándares.

Dicha solución abarca los aspectos médicos/legal actuales en el Perú para evitar cualquier tipo de complicaciones futura tras la implementación de la solución en los centros médicos, logrando cubrir aspectos como la protección de datos sensibles e integridad de la vida de los pacientes y la estabilidad legal de las clínicas.

Conclusiones

Con el despliegue y uso de la solución propuesta se busca reducir el número de muertes por causas prevenibles que ocurren durante la gestación logrando reducir tanto el número de muertes maternas con la detección precoz de las patologías mencionadas anteriormente, como el número de muertes prenatales como consecuencia del tratamiento temprano y eficaz administrado por personal médico especializado.

Así mismo, se busca poder reducir costos en los centros médicos y aseguradoras, logrando disminuir el número de visitas de emergencia al hospital por complicaciones o enfermedades desarrolladas durante el embarazo no detectadas hasta que estas se encuentran en una etapa avanzada. Adicionalmente se pretende mantener informadas a las mujeres gestantes sobre el desarrollo completo de su embarazo con el monitoreo constante de los parámetros vitales bajo la supervisión de expertos médicos, generando la satisfacción del seguimiento controlado del proceso de gestación basado en los estándares médicos para llevar un embarazo saludable.

ANEXO B – Investigación Legal

Dispositivos Wearables

1.1. Tendencia Internacional

Para poder evaluar el entorno de crecimiento de la tecnología wearable, se considera los resultados de la investigación tecnológica por parte de dos empresas consultoras:

- **International Data Corporation (IDC):** Es el principal proveedor mundial de inteligencia de mercado, servicios de asesoramiento y eventos para los mercados de tecnologías de la información, telecomunicaciones y tecnología de consumo.
- **Gartner Inc.:** Empresa consultora y de investigación de las tecnologías de la información.

En el 2017, el mercado mundial de los dispositivos wearables marca su trayectoria ascendente tras el aumento en ventas un 10,3% mayor a comparación del 2016. Según los datos de la IDC, el total de dispositivos wearables alcanzaron los 115,4 millones de unidades vendidas. El desarrollo de esta tecnología se basa en obtener sensores cada vez más precisos y pequeños, y baterías más eficientes basadas en los diferentes sectores de demanda.

Según la taxonomía realizada por la a compañía de diseño de servicios digitales FJORD, el 77% de los dispositivos wearables fabricados se enfocan en la salud y el monitoreo de parámetros corporales.

Gráfico 01: What's that (tech) you're wearing?

Fuente: FJORD 2014 - Design and Innovation from Accenture Interactive

Gartner incluye a la tecnología Wearable dentro de la clasificación “Interfaz cerebro-computadora”, siendo uno de los 4 grupos tecnológicos con mayor

influencia según el estudio anual “Hype Cycle for Emerging Technologies” publicado el 2017.

1. Blockchain
2. UAVs comerciales (Drones)
3. Seguridad definida por software
4. Interfaz cerebro-computadora

Para el caso particular de la tecnología Wearable, actualmente genera un interés significativo en la industria debido a su potencial y a la innovación en el uso que se le puede dar para diferentes sectores, siendo el ámbito de la salud es más relevante. Se estima que su adopción bajo la consolidación de dicha tecnología se dará entre cinco y diez años.

Gráfico 02: Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017

Fuente: Gartner (Julio, 2017)

1.2. Empresas Líderes

Basados en el análisis de ventas de dispositivos wearables del año 2017 realizado por la IDC, a continuación, se detalla la presencia de las empresas líderes en el mercado internacional de ventas de dispositivos wearables.

Gráfico 03: Worldwide top 5 Wearables Companies, 2017Q4 Unit Market Share

Fuente: IDC 2018

A nivel internacional, tras el empuje a finales de año de 8.0 millones de unidades vendidas, separó a Apple de la competencia para posicionarse como el líder general del mercado de los wearables para el año 2018. Sin embargo, en el Perú, Xiaomi y Fitbit son las empresas con mayor número de ventas de dispositivos wearables.

1.3. Homologación FDA – Dispositivos médicos

Actualmente, los wearables son comercializados como dispositivos tecnológicos orientados al cuidado y seguimiento de la salud, sin embargo, para su venta como dispositivos médicos calificados, es necesario que estas herramientas están sujetas a la regulación de la FDA.

Por ello que la Food and Drug Administration (FDA), entidad internacional encargada de la regulación de alimentos, medicamentos y dispositivos médicos, ha puesto a disposición el programa de certificación: Pre-Cert for Software Pilot Program. Este nuevo programa lanzado en Julio del 2017, se basa en el principio de las tecnologías digitales de salud que pueden tener beneficios significativos para las vidas de los pacientes y para el sistema de salud, logrando facilitar la prevención, el tratamiento y el diagnóstico, ayudando a gestionar el seguimiento de los pacientes fuera de los entornos de la atención médica tradicionales.

El objetivo del programa es poder revisar los sistemas para el diseño, la validación y el mantenimiento de software y dispositivos, y así determine si la compañía cumple con los estándares de calidad necesarios detallados por la FDA, en caso cumplan con dichos estándares, la empresa será pre-certificada.

Para que las compañías puedan ser seleccionadas por la FDA y entrar al proceso de pre-certificación, es necesario que contemplen los siguientes puntos:

- La compañía debe estar en el proceso de desarrollar o planear desarrollar un producto de software que cumpla con la definición de un dispositivo médico.
- La compañía debe tener un historial existente en el desarrollo, prueba y mantenimiento de productos de software y demostrar una cultura de calidad y medidas de excelencia organizacional que son rastreados por Key Performance Indicators (KPI) u otras medidas similares.
- Durante la participación del piloto, las empresas deben aceptar:
 - Proporcionar acceso a medidas para desarrollar, probar y mantener productos de software y demostrar una cultura de calidad y medidas de excelencia organizacional mediante KPI.
 - Recoger datos post-mercado del mundo real y proporcionarlo a la FDA.
 - Reunirse con la FDA para consultas en tiempo real.
 - Estar disponible para visitas a sitios de funcionarios de la FDA.
 - Proporcione información sobre el sistema de gestión de calidad de la empresa.

Como parte del programa piloto, la FDA está considerando que las empresas pre-certificadas pueden no tener que enviar un producto para revisión previa a la comercialización en algunos casos.

Para la primera selección de empresas postulantes al programa, se seleccionaron 9 de más de 100 compañías, se evaluaron factores como el tamaño de la empresa, el historial demostrado de calidad y excelencia organizacional, el área de enfoque clínico y el perfil de riesgo del producto. Actualmente las empresas seleccionadas para el proceso de pre-certificación son:

- Apple, Cupertino, California
- Fitbit, San Francisco, California
- Johnson & Johnson, New Brunswick, Nueva Jersey
- Pear Therapeutics, Boston, Massachusetts
- Fósforo, Nueva York, Nueva York
- Roche, Basilea, Suiza
- Samsung, Seúl, Corea del Sur
- Tidepool, Palo Alto, California
- Verily, Mountain View, California

En caso empresas enfocadas al desarrollo de productos médicos wearables líderes en el mercado actual, tales como Apple, Fitbit y Samsung, logren obtener la aprobación y pre-certificación por parte de la FDA, será posible incluirlos en los programas de salud para la detección y tratamiento de problemas como los trastornos del sueño, diabetes, salud cardiovascular, salud mental, entre otras patologías a nivel internacional. En caso de las empresas enfocadas a desarrollos de software, los sistemas de predicción y sugerencias de tratamientos médicos basado en recolección de signos vitales, podrán ser implementados en los centros médicos bajo la supervisión y aprobación de las entidades gubernamentales correspondientes.

1.4.Importación

Actualmente, los dispositivos wearables se comercializan bajo la clasificación de dispositivos tecnológicos, tales como celulares, computadoras, entre otros. Por lo cual no existe restricciones médicas para su libre comercialización en los países interesados, solo se deben contemplar las regulaciones de importación de cada país para la adquisición de dichos dispositivos.

Para la importación al Perú, se debe tener en consideración las mercancías restringidas que necesitan autorización del sector correspondiente para su ingreso al país, por ejemplo:

- **Medicinas, vitaminas, equipos y demás aparatos médicos (requieren permiso de la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas – DIGEMID).**

Para la importación de dispositivos médicos, es necesario contar con la certificación de la FDA, la cual autoriza la comercialización del producto bajo la denominación de “dispositivo médico”, dicha certificación es válida para que el estado peruano u otro gobierno extranjero permitiendo que se realicen las pruebas necesarias para la certificación del registro sanitario, por lo que se requiere el permiso correspondiente para la importación. Actualmente existen solo dos dispositivos wearables certificados internacionalmente por la FDA como dispositivos médicos bajo la clasificación de “Controles generales clase III y aprobación pre-mercado”:

- Automated External Defibrillators
- Wearable Automated External Defibrillator

Sin embargo, dichos dispositivos no son relevantes para el desarrollo del proyecto. Es por ello que para la importación de productos wearables sin la certificación de dispositivos médicos no requiere permisos aprobados por la DIGEMID.

- **Celulares y demás dispositivos similares (requieren permiso del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC), salvo excepciones establecidas mediante Resolución Directoral.**

Los dispositivos wearables al emitir señales inalámbricas, se rigen bajo la Decreto Supremo N° 001-2016-MTC propuesta por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), la cual detalla los permisos de internamiento de equipos y aparatos de telecomunicaciones a través de la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE). Es necesario especificar la procedencia y características de los dispositivos importados.

Cabe resaltar que en caso que el valor total de los dispositivos no exceda los dos mil dólares de los Estados Unidos de América (US\$ 2 000,00), se puede optar por el régimen aduanero de Despacho De Importaciones Simplificadas, el cual facilita la importación de los productos que cuenten con los permisos correspondientes.

Sistema de salud del Perú

Actualmente, en el Perú existen dos subsistemas de salud: el público y el privado. El primero expresa la lógica del derecho ciudadano a la salud y el segundo se funda en la lógica de mercado. Dichos subsectores se rigen bajo las políticas, normas y supervisión de entidades médicas establecidas por el Gobierno del Perú tales como el Ministerio de Salud (MINSA) y la Superintendencia Nacional de Salud (SUSALUD), compartiendo responsabilidades en la gestión de la política de salud.

Gráfico 04: Mapa del Sistema de Salud, Perú 2016

Fuente: Colegio Médico del Perú

Actualmente la Ley N° 29414 - Ley que establece los derechos de las personas usuarios de los servicios de salud, ampara a los usuarios de los servicios de salud, precisando el alcance de los derechos al acceso a la atención integral de la salud que comprende promoción, prevención, tratamiento, recuperación y rehabilitación; así como, al acceso a la información y consentimiento informado. Dicha ley presenta el Reglamento se desarrolla el sistema nacional de protección de los derechos de los usuarios de los servicios de salud (SINAPRODESS), administrado por la Superintendencia Nacional de Salud (SUSALUD) y articulado al Consejo Nacional de Salud, divulgado tanto para IAFAS e IPRESS públicas, privadas y mixtas.

Para motivos de desarrollo del proyecto, se toma en consideración la ley N° 29414 - LEY QUE ESTABLECE LOS DERECHOS DE LAS PERSONAS USUARIAS DE LOS SERVICIOS DE SALUD, artículo 19° el cual menciona el derecho a recibir tratamientos científicamente comprobados o con reacciones adversas y efectos colaterales advertidos, es decir toda solución propuesta debe estar aprobado bajo supervisión de la SUSALUD y aprobación de la DIGEMIN, cumpliendo la normativa establecida por el MINSA para el proceso de validación.

2.1.Organismos Públicos relevantes para el desarrollo del proyecto

- **Ministerio de Salud (MINSA)**

Es un organismo del Poder Ejecutivo que ejerce la rectoría del sector salud, tiene a su cargo la formulación, dirección y gestión de la política de salud y actúa como la máxima autoridad en materia de salud del Estado Peruano.

- **Superintendencia Nacional de Salud (SUSALUD)**

Es el órgano de apoyo del Ministerio de Salud encargada de proteger los derechos en salud de los peruanos, tiene potestad para actuar sobre todas las Instituciones Prestadoras de Salud (IPRESS) así como las Instituciones Administradoras de Fondos de Aseguramiento en Salud (IAFAS), públicas, privadas y mixtas del país.

- **Dirección General de Gestión del Riesgo de Desastres y Defensa Nacional en Salud (DIGERD)**

Es el órgano de línea del Ministerio de Salud encargado de formular y proponer las normas reguladoras establecidas por el MINSA, así mismo se encarga del planeamiento estratégico para el desarrollo de componentes, procesos y subprocesos de la Política Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres referentes a la salud.

- **Dirección General de Medicamentos Insumos y Drogas (DIGEMID)**

Es un órgano de línea del Ministerio de Salud encargado de proponer y evaluar las políticas en materia de productos farmacéuticos, dispositivos médicos, productos sanitarios y establecimientos farmacéuticos, incluyendo aspectos de propiedad intelectual y convenios internacionales, garantizando el acceso y uso de medicamentos y otras tecnologías sanitarias a la población peruana.

- **La Organización Panamericana de la Salud (OPS)**

La OPS es el organismo especializado en salud del Sistema Interamericano y actúa como Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Brinda cooperación técnica y moviliza asociaciones para mejorar la salud y la calidad de vida en los países de las Américas.

El Perú es miembro de la Organización Panamericana de la bajo el Convenio básico entre el Gobierno del Perú y la Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud, manteniendo las relaciones institucionales y privilegios.

- **Organización Mundial de la Salud (OMS)**

La OMS gestiona políticas de prevención, promoción e intervención en salud a nivel mundial. A través de las oficinas que la OMS tiene alianzas con más de 150 países, colaborando junto con los gobiernos y entidades públicas y privadas para la elaboración de estándares internacionales.

Registro Sanitario para dispositivos médicos en el Perú

El registro sanitario es la autorización y el control que ejerce el Ministerio de Salud sobre los productos que son fabricados, importados, envasados o comercializados en el país, que sean de interés sanitario, previa verificación del cumplimiento de los requisitos establecidos en el marco legal correspondiente.

El Ministerio de Salud bajo el respaldo de la Ley N° 29459 - Ley de los Productos Farmacéuticos, Dispositivos Médicos y Productos Sanitarios, establece los puntos necesarios para contar los registros sanitarios necesarios para poder hacer uso de algún dispositivo con fines médicos.

Las condiciones bajo las cuales se autorizó el registro sanitario del producto, deben mantenerse durante la fabricación, almacenamiento, distribución, comercialización, importación, promoción, dispensación, expendio o uso.

3.1. Dispositivos Médicos

Un dispositivo médico es aquel instrumento, aparato, implemento, máquina, reactivo, aplicativo informático, material u otro artículo similar o relacionado, previsto por el fabricante para ser empleado en seres humanos, solo o en combinación, para uno o más de los siguientes propósitos específicos:

- Diagnóstico, prevención, monitoreo, tratamiento o alivio de una enfermedad.
- Diagnóstico, monitoreo, tratamiento, alivio o compensación de una lesión.
- Investigación, reemplazo, modificación o soporte de la anatomía o de un proceso fisiológico.
- Soporte o mantenimiento de la vida.
- Control de la concepción.
- Desinfección de dispositivos médicos.

3.2. Clasificación de dispositivos médicos

La clasificación de los dispositivos médicos se fundamenta en los riesgos potenciales relacionados con el uso y la posible falla de estos en base a la

combinación de varios criterios tales como: duración de contacto con el cuerpo, grado de invasión y efecto en el cuerpo humano. Los dispositivos médicos se clasifican en base a las reglas de clasificación de los dispositivos médicos definidas en el reglamento para el registro, control y vigilancia de productos médicos:

- Clase I : De bajo riesgo.
- Clase II : De moderado riesgo.
- Clase III : De alto riesgo.
- Clase IV : Críticos en materia de riesgo.

Considerando la regla número 1 de la clasificación de dispositivos médicos, la cual menciona que: “Todos los dispositivos médicos no invasivos se incluirán en la clase I”, los dispositivos wearables, al ser de naturaleza no invasiva, pertenecen a dicha clase, es decir son considerados dispositivos de bajo riesgo al tratarse de aparatos no quirúrgicos.

Por otro lado, las clases II, III y IV, incluyen dispositivos invasivos o no invasivos destinados a la conducción o almacenamiento de sangre, fluidos o tejidos corporales, líquidos o gases destinados a una perfusión, administración o introducción en el cuerpo.

3.3.Requisitos para registro de dispositivos en el registro sanitario

El registro sanitario de los dispositivos médicos se otorga por dispositivo, fabricante y país, de acuerdo al nivel de riesgo. Cuando más de una regla de clasificación aplica al dispositivo médico, se debe asignar la clase de riesgo más alta.

Los requisitos de inscripción según de dispositivos médicos de la clase I son:

1. Solicitud con carácter de declaración jurada.
2. Copia del Certificado de libre comercialización emitido por autoridad competente del país de origen o exportador, para productos importados. Cuando el certificado de libre comercialización no comprenda los modelos, marca, código, dimensiones del dispositivo, o componentes del kit o set, se acepta carta del fabricante que avale la relación de estos.
3. Certificado de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) del fabricante nacional o extranjero emitido por la Autoridad Nacional de Productos

Farmacéuticos, Dispositivos Médicos y Productos Sanitarios (ANM) o documento que acredite el cumplimiento de Normas de Calidad específicas al tipo de dispositivo médico, de acuerdo al nivel de riesgo emitido por la Autoridad Competente del país de origen.

4. Informe técnico del dispositivo médico.
5. Estudios técnicos y comprobaciones analíticas. Se debe entender cumplido el requisito con la presentación de los siguientes documentos, emitidos por el fabricante, según corresponda.
 - a. Resumen de los documentos de verificación y validación de diseño. Se puede cumplir con la declaración de conformidad en la que se relacione el cumplimiento de las normas internacionales de referencia.
 - b. Protocolo de análisis o certificado de análisis del dispositivo médico terminado que contenga las especificaciones y resultados analíticos obtenidos.
6. Para los dispositivos médicos estériles o con función de medición, copia de los informes de validación del proceso de esterilización o calibración de los mismos, según corresponda. Los procedimientos adoptados para las validaciones previstas pueden ser realizados en base a las normas técnicas ISO, siempre que resulten aplicables a las mismas.
7. Método de desecho, cuando aplique. De ser el caso, puede presentar una declaración afirmando que se acogen a las normas vigentes en el país.
8. Contenido del manual de instrucciones o inserto, según corresponda, traducidos al idioma español. Para el caso de instrumental presentar copia de catálogo.
9. Comprobante de pago por derecho de trámite.

Para productos importados, se requiere presentar la documentación en idioma original con su respectiva traducción al idioma español.

En el caso de equipos biomédicos de la clase I, adicional de lo indicado anteriormente, se debe presentar:

- Descripción del equipo biomédico, haciendo referencia a indicaciones, contraindicaciones.
- Advertencias, componentes principales, accesorios, relación con pacientes y descripción del funcionamiento.

- Información científica que respalde la seguridad del equipo.
- Descripción de medidas para cumplir con los requisitos esenciales de seguridad.

La evaluación por la Autoridad Nacional de Productos Farmacéuticos, Dispositivos Médicos y Productos Sanitarios (ANM) de las solicitudes de inscripción y reinscripción de los dispositivos médicos se realiza, de acuerdo a cada nivel de riesgo, en los plazos siguientes:

- Clase I (bajo riesgo): Hasta sesenta (60) días calendario.
- Clase II (moderado riesgo): Hasta noventa (90) días calendario.
- Clase III (alto riesgo): Hasta ciento veinte (120) días calendario.
- Clase IV (críticos en materia de riesgo): Hasta ciento veinte (120) días calendario.

Evaluación Tecnológica de Salud

La Evaluación de Tecnologías Sanitarias (ETS) es el proceso sistemático de valorización de las propiedades, los efectos y/o los impactos de la tecnología sanitaria; debe contemplar las dimensiones médicas, sociales, éticas y económicas. Su objetivo principal es proporcionar evidencia de calidad para apoyar la toma de decisiones, y por lo tanto mejorar la incorporación de nuevas tecnologías que sean también costo-efectivas, evitando de este modo la incorporación de tecnologías que son de dudoso valor para el sistema de salud.

Gráfico 05: Claves para la ejecución con éxito de proyectos de evaluación de tecnologías sanitarias

Fuente: OMS - Evaluación de tecnologías sanitarias aplicada a los dispositivos médicos

La ETS ha sido utilizada para definir qué beneficios incluir en el sistema de salud en base a evidencias de evaluaciones previas. Generalmente, las nuevas tecnologías resultan más costosas que las antiguas, lo cual contribuye a elevar los gastos en salud. En este contexto, el proceso de ETS se asegura de que una tecnología no sea implementada hasta que se pruebe su efectividad. Estas evaluaciones se enfocan en aspectos como nivel de beneficios y eficacia, seguridad clínica y técnica, y relación costo-efectividad.

Gráfico 06: Evaluación de la Tecnología en la Gestión del Ciclo de Vida de la Tecnología para el Cuidado de la Salud

Fuente: OMS/OPS - Evaluación de Tecnología para el Cuidado de la Salud

Las evaluaciones pueden llevarse a cabo a un nivel macro, gobierno o sistema de salud; o a un nivel micro, hospital o departamental.

2.1. Evaluación de Tecnología de Salud de nivel Macro – ETES Macro

ETES Macro es la evaluación de la seguridad, eficacia y costo-efectividad de las nuevas tecnologías dentro de un sistema de salud o un país, teniendo en cuenta los aspectos jurídicos, sociales, económicos, culturales y éticos.

2.2. Evaluación de Tecnología de Salud de nivel Micro – ETES Micro

ETES Micro es la evaluación del equipamiento u otra tecnología a ser comprada por un hospital o sistema de salud, teniendo en cuenta la seguridad, la eficacia y el costo-efectividad, así como enfoques complementarios / competitivos.

2.3. Costo Total de Propiedad – CTP

El CTP abarca todos los costos asociados con la tecnología desde el momento en que se hace el primer gasto al comprar la tecnología hasta el momento final del proyecto, por ejemplo: los costos de eliminación o retiro. Un análisis de CTP

apropiado considera el precio de compra, la instalación, operación, financiamiento, eliminación y otros costos durante la vida útil del dispositivo. Se detalla Los proveedores para el cuidado de la salud deben reconocer que el precio de compra es sólo la punta del iceberg de los costos totales asociados con La tecnología.

Gráfico 07: Analogía del Costo Total de la Tecnología con el “Ejemplo del Iceberg”

Fuente: OMS/OPS - Evaluación de Tecnología para el Cuidado de la Salud

Evaluación Tecnológica de Salud en el Perú

La Organización Mundial de la Salud (OMS) promueve y apoya estudios en ETS a nivel mundial, es por eso que, en Perú, bajo el apoyo de la OPS/OMS, se funda la Comisión Sectorial de Evaluación de Tecnologías en Salud y Enfermedades de Alto Costo, conformada mediante Resolución Ministerial N° 463-2011/MINSA del 14 de junio del 2011. La OPS y los Estados Miembros fundaron la Red Regional de Evaluación de Tecnologías Sanitarias para las Américas (RedETSA).

RedETSA es una red formada por ministerios de salud, autoridades reguladoras, agencias de evaluación de tecnologías en salud, centros colaboradores de la Organización Mundial de la Salud/Organización Panamericana de la Salud (OMS/OPS) e instituciones de educación e investigación en la región de las Américas, sin fines de lucro, dedicada a promover la ETS para informar la toma de decisiones.

5.1. Comisión sectorial de evaluación de tecnologías en salud y enfermedades de alto costo (CS ETS EAC)

De acuerdo al artículo 4° de la Resolución Ministerial, se dispuso que la CS ETS EAC del

MINSA se diferencie en dos Líneas Sectoriales:

1) Línea Sectorial de Evaluación de Tecnologías en Salud ETS

2) **Línea Sectorial de Enfermedades de Alto Costo EAC:** Cubren las enfermedades de alto costo, representan una alta complejidad técnica en su manejo y tratamiento.

5.1.1. Línea Sectorial de Evaluación de Tecnologías en Salud ETS

La Línea Sectorial de ETS se constituye en el Núcleo de ETS del MINSA, que es en si el equivalente de la Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias. El Núcleo de ETS EAC está conformado por puntos focales de la Dirección General de Salud de las Personas DGSP, de la Dirección General de Medicamentos Insumos y Drogas DIGEMID, de la Dirección General de Salud Ambiental DIGESA, Dirección General de Infraestructura, Equipamiento y Mantenimiento DGIEM, Dirección General de Promoción de la Salud DGPS, Instituto Nacional de Salud INS, Oficina General de Estadística e Informática OGEI del MINSA.

Gráfico 08: Núcleo de ETS del MINSA

Fuente: MINSA - Dinámica de organización y funcionamiento del núcleo de ETS del MINSA

El Núcleo de ETS del MINSA, cuenta con el soporte técnico de entidades externas al MINSA, pero que funcionalmente se incorporan al Núcleo en calidad de apoyo, como pueden ser: Universidades, Sociedades Médicas u otras Asociaciones, Agencias de ETS, Unidades de ETS o equivalentes ya sean nacionales o internacionales que desarrollen ETS.

Gráfico 09: Entidades Externas al Núcleo de ETS del MINSA

Fuente: MINSA - Dinámica de organización y funcionamiento del núcleo de ETS del MINSA

La ETS incluir a todas las tecnologías que se aplican en la atención a las personas tanto sanas o enferma, y se incluído también a las aplicadas a la atención del medio ambiente cuando su relación con la salud humana está demostrada.

Gráfico 10: Evaluación de las tecnologías de salud en America Latina y el Caribe

Fuente: MINSA - Conceptualización de tecnologías en salud TS

Conclusiones

- Actualmente solo existen dos dispositivos wearables certificados internacionalmente como dispositivos médicos, ambos corresponden a la categoría de desfibriladores.
- Para evaluar la implementación de soluciones en los centros médicos, estos deben ser evaluados por las entidades médicas reguladoras del país, en caso del Perú, el MINSA es la máxima autoridad de dicho rubro, estableciendo normas y políticas a nivel nacional.
- Toda solución médica propuesta debe ser sometida a la Evaluación de Tecnologías Sanitarias (ETS), siguiendo las políticas establecidas por el MINSA.
- Los dispositivos wearables, al no ser considerados como dispositivos médicos, no pueden ser incluidos en soluciones médicas para ser implementadas directamente en los centros médicos, esto siguiendo la ley N° 29414, artículo 19° la cual menciona el derecho a recibir tratamientos científicamente comprobados.
- Empresas fabricantes de dispositivos wearables, tales como Apple, Fitbit y Samsung, pretenden obtener la pre-certificación como dispositivos médicos aprobados por la FDA mediante el programa “Pre-Cert for Software Pilot Program”. En caso de obtener la certificación, podrán ser utilizados en soluciones médicas bajo la supervisión de las entidades médicas reguladoras.

ANEXO C – COSTOS Y PRESUPUESTOS

Introducción

1.1 Propósito

La finalidad de este plan de gestión de costos es lograr describir la administración de los costos asociados al proyecto planteado, apuntando a respetar las restricciones presupuestales asignadas. Se han identificado varios componentes, métricas, consideraciones de variación e informes de costos asociados con el proyecto, los cuales serán detallados en este plan. Así mismo, es necesario que todos los miembros claves del proyecto y partes interesadas, deben trabajar en base al plan de administración de costos y el plan general del proyecto que respalda para asegurar su óptimo desarrollo.

1.2 Alcance

El plan de gestión de costos para el proyecto incluye componentes de costos internos y externos necesarios para su desarrollo, abarcando el ciclo de vida del proyecto. A continuación, se detallan los componentes identificados:

Internos:

- Adquisición de servicios Cloud.
- Dispositivos móviles.
- Licencias y herramientas de Software.
- Recursos de gestión y desarrollo del proyecto.

Externos:

- Costos de soporte servicios Cloud.

2.0 Costos Internos y Externos

En esta sección se detallan los costos relacionados al plan de desarrollo de la solución propuesta detallando costos internos y externos bajo un periodo de cuatro meses.

2.1 Internal Support

Tabla 1: Costos Internos

				Unidades	Precio Unitario	Precio Total
Desarrollo de la Solución						
1. Adquisición de Servicios Cloud						
	Azure SQL Database	4	Meses	\$	1,472.75	\$ 5,891.00
	Azure App Services	4	Meses	\$	64.24	\$ 256.96
	SubTotal					\$ 6,147.96
2. Devices						
	YONO - Sensor de temperatura corporal	1	Unidad	\$	150.00	\$ 150.00
	HealtWatch - Sensor contracciones uterinas	1	Unidad	\$	1,000.00	\$ 1,000.00
	OMRON - Sensor de PA/FC	1	Unidad	\$	300.00	\$ 300.00
	Smartphone Samsung J4	1	Unidad	\$	150.00	\$ 150.00
	SubTotal					\$ 1,600.00
3. Licencias y herramientas de Software						
	Android Studio	1	Unidad	\$	-	\$ -
	Wearable API's	1	Unidad	\$	-	\$ -
	Framework .net	1	Unidad	\$	-	\$ -
	Microsoft Online Services Program	1	Unidad	\$	-	\$ -
	Licencia Google Play	1	Unidad	\$	25.00	\$ 25.00
	Certificación Banco de Datos Perú	1	Unidad	\$	15.85	\$ 15.85
	SubTotal					\$ 40.85
4. Servicios Diversos						
	Alquiler de espacio Coworking	4	Meses	\$	1,700.00	\$ 6,800.00
	Azure Support	4	Meses	\$	29.00	\$ 116.00
	SubTotal					\$ 6,916.00
5. Personal Desarrollo						
	Jefe del Proyecto	4	Meses	\$	4,000.00	\$ 16,000.00
	Desarrollo Plataforma Web	4	Meses	\$	3,500.00	\$ 14,000.00
	Desarrollo Aplicativo Mobile	4	Meses	\$	3,500.00	\$ 14,000.00
	Tester	4	Meses	\$	2,000.00	\$ 8,000.00
	SubTotal					\$ 52,000.00
Costo total de Desarrollo						\$ 66,704.81

2.2 External Support

Considerando que se hará uso de servicios Cloud ofrecidos por un proveedor tras un análisis de selección realizado previamente, se considera la estimación de costos de soporte no incluidos en los acuerdos de servicios generales en la adquisición ofrecidos por el proveedor.

Tabla 2: Costos Externos

		Unidades		Precio Unitario	Precio Total
Desarrollo de la Solución					
1	Servicios Diversos				
	Azure Support	4	Meses	\$ 29.00	\$ 116.00
	SubTotal				\$ 116.00
Costo Externos total de Desarrollo					\$ 116.00

Para la adquisición de los dispositivos wearables, estos pueden ser adquiridos desde la página web de los proveedores.

- YONO:
<https://www.yonolabs.com/>
- HEALTWATCH:
<https://healthwatchtech.com/fetal/>
- OMRON:
<https://omronhealthcare.com/generation-zero/>

3.0 Enfoque de gestión de costes

3.1 Indicadores de Costes

Tras el análisis de los costos de operación, se pudo calcular el valor aproximado de operación por un año, en donde se contemplan los gastos internos y externos para disponer del soporte adecuado para ofrecer los servicios propuestas.

Tabla 3: Costos de Desarrollo

			Unidades		Precio Unitario	Precio Total
Implementación de la Solución						
1. Servicios Cloud						
		Azure SQL Database	12	Meses	\$ 1,472.75	\$ 17,673.00
		Azure App Services	12	Meses	\$ 64.24	\$ 770.88
		SubTotal			\$ 1,536.99	\$ 18,443.88
2. Personal de Soporte						
		Soporte Técnico x2	12	Meses	\$ 2,000.00	\$ 24,000.00
		SubTotal			\$ 2,000.00	\$ 24,000.00
3. Servicios Varios						
		Centro de Operaciones	12	Meses	\$ 650.00	\$ 7,800.00
		Plan Internet mensual - 40Mbps	12	Meses	\$ 40.00	\$ 480.00
		Servicios Eléctricos	12	Meses	\$ 100.00	\$ 1,200.00
		SubTotal			\$ 790.00	\$ 9,480.00
Total anual						\$ 51,923.88

En conjunto con el análisis del precio promedio que las mujeres están dispuestas a invertir para la adquisición de un servicio de monitoreo durante la gestación, se puede calcular el punto de equilibrio para el retorno de la inversión a largo plazo.

Para este cálculo, se consideran los gastos fijos y variables de ambas etapas del proyecto, considerando los gastos de operación mensuales. Así mismo se considera el tiempo mínimo promedio de recuperación de la inversión en el sector servicios, en donde se estima que el tiempo promedio de retorno es de 2 años.

Tabla 4: Resumen de Operación

	Total	Frecuencia
Inversión		
<i>Inversión Desarrollo</i>	\$ 66,704.81	-
<i>Adquisición de Wearables</i>	\$ 261,000.00	-
Gastos		
<i>Gastos Operaciones</i>	\$ 4,326.99	Mensual
Ingresos		
<i>Servicios ofrecidos</i>	\$ 18,000.00	Mensual

El tiempo aproximado de la recuperación del tiempo evaluando una cantidad mínima de usuarios, es de 22 meses, con 180 usuarios utilizando la solución simultáneamente.

Tabla 5: Tabla Retorno de la Inversión

	Total	Tipo
Precio de adquisición del servicio	\$ 100.00	Por usuario
Precio dispositivos Wearable	\$ 1,450.00	Por usuario
Tiempo de Recuperación estimado:	24	Meses
Cantidad de Usuarios: (min.)	180	Gestantes

Cabe resaltar que dicha estimación se basa en la cantidad de usuarios mínima para poder cumplir con el retorno de la inversión en menos de 2 años. Sin embargo, esta cifra no es significativa ya que cada año se registran aproximadamente 632,513 nacimientos, de los cuales, el 28% de las familias se encuentran en el sector económico A/B, es decir aproximadamente 140,000 usuarios potenciales para adquirir la solución propuesta.

ANEXO D – PLAN DE CONTINUIDAD

ADQUISICIÓN DE DISPOSITIVOS WEARABLES

Actualmente, los dispositivos wearables se comercializan bajo la clasificación de dispositivos tecnológicos, tales como celulares, computadoras, entre otros, por lo cual no existe restricciones de aspecto médico que dificulte su libre comercialización. Por otro lado, se deben contemplar las regulaciones de importación de cada país para la adquisición de dichos dispositivos.

Gráfico: Logo MTC

Fuente: portal.mtc.gob.pe

Para la importación de dispositivos wearables al Perú, se debe solicitar el permiso de internamiento de equipos y aparatos de telecomunicaciones al Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC). Los dispositivos wearables al emitir señales inalámbricas, se rigen bajo el decreto supremo N° 001-2016-MTC, el cual detalla los permisos de internamiento de equipos y aparatos de telecomunicaciones a través de la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE). Es necesario especificar la procedencia, precios y características técnicas de los dispositivos importados.

Por otro lado, existen regulaciones adicionales sobre los dispositivos médicos en los cuales interviene la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID).

Gráfico: Logo DIGEMID

Fuente: digemid.minsa.gob.pe

Para la importación de dispositivos médicos, es necesario contar con el registro sanitario ofrecido por la DIGEMID, en donde se evalúan las características técnicas bajo las normativas establecidas por el Ministerio de Salud para garantizar la seguridad e integridad de pacientes médicos. Los trámites de importación de los insumos y dispositivos médicos para su uso en centros médicos deben ser realizados por una droguería, una empresa considerada establecimiento farmacéutico, la cual debe contar con un área administrativa y un área de almacén adecuado para la conservación de los dispositivos.

Si bien actualmente no se requiere de la autorización de la DIGEMID para la importación de dispositivos wearables, es necesario contemplar los procedimientos de importación de dispositivos médicos en caso exista alguna posible regulación por parte de las autoridades nacionales posterior a la estandarización del uso de estos dispositivos para el cuidado de la salud tras el despliegue de diversos proyectos de medicina en desarrollo por empresas como Apple, Samsung; Fitbit, entre otras, en colaboración de la FDA.

PLAN DE CONTINUIDAD DE NEGOCIO

OBJETIVO

El objetivo principal de un plan de continuidad de negocio es lograr reducir las consecuencias de una interrupción a un nivel aceptable de ejecución y continuidad pre aceptada y recuperación de procesos. La continuidad y la recuperación de procesos críticos de negocio identificados son las principales acciones que se deben tener en cuenta en un plan de continuidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A continuación, se detallan los objetivos específicos referentes al plan de continuidad establecido:

- Establecer los roles y responsabilidades de la configuración y del mantenimiento de la solución propuesta.
- Garantizar el correcto funcionamiento del sistema aplicando los planes de contingencia.

BENEFICIOS

Dentro de los principales beneficios de contar con un plan de continuidad se encuentra:

- Reducir los costos de TI y mejora de la calidad del Servicio.
- Mejora la Integración de TI con el Negocio.
- Cumplir eficientemente con las normativas.
- Mejorar la Gestión de proveedores.

ROLES DE SOPORTE

A continuación, se detallan los roles para el proceso de soporte para el plan de continuidad de la solución propuesta:

- **Operadores de Servicio:**

Son los encargados de realizar la gestión y verificación del óptimo desempeño de la solución propuesta. Asimismo, son los encargados de realizar la ejecución de tareas programadas de mantenimiento y de la medición de indicadores de operación de las aplicaciones. Adicionalmente, se encargan de atender las consultas de los clientes y resolver los tickets de incidencias.

- **Administrador de Servicios:**

Es el responsable de la gestión total del ámbito operacional y de soporte según lo establecido por el presente plan, para el contexto de operación y escalabilidad de los servicios Cloud consumidos.

PROCEDIMIENTO DE SOPORTE

Los operadores de servicio serán capacitados por los jefes de proyecto del proyecto para lidiar con cualquier situación que se presente en la ejecución de los procesos del sistema. El proceso a ejecutar si se presenta una eventualidad es el siguiente:

- Detección y registro de incidencia.
- Clasificación y soporte inicial de incidencia.
- Investigación y diagnóstico de incidencia.
- Escalamiento de incidencia.
- Resolución y recuperación de incidencia.
- Cierre del incidente con la conformidad del usuario.

Para la clasificación de incidencias se recomienda tres niveles: leves, intermedias y críticas.

- **Leves:** No afectan la continuidad del sistema, pero reducen la calidad del mismo.
- **Intermedias:** La operatividad del sistema se ve afectada parcialmente.
- **Críticas:** El proceso se paraliza hasta que sea resuelta la incidencia.

Este proceso es independiente del canal de atención por el cual el usuario contacte al equipo de soporte. La resolución de incidencias debe ser estándar a través de todos los canales de atención.

GESTIÓN DE INCIDENTES

A continuación, se detallan paso a paso el proceso para la gestión de incidentes:

- a) Detección y registro:** La incidencia es registrada, por lo general en un sistema de solicitud de tickets.
- b) Clasificación y soporte inicial:** Debido a que se reciben múltiples incidencias al mismo tiempo provenientes de diferentes áreas o sectores, es necesario determinar el nivel de prioridad para la atención de la incidencia. La mayoría de aplicaciones

permite automatizar la asignación de incidencias para reducir los tiempos de atención, conforme a reglas de negocio, creando los criterios necesarios. La prioridad se asigna según: Impacto y Urgencia.

- c) **Investigación y diagnóstico:** Inicialmente se deben identificar, analizar y documentar todos los síntomas. Esto ayuda a determinar la ubicación y posibles correcciones. Así mismo se realiza el escalamiento vertical y horizontal en caso la incidencia no pueda ser resuelta en un primer nivel.
- d) **Resolución y recuperación:** Se debe resolver un Incidente en el período acordado. La meta es el restablecimiento temprano del servicio de TI, ya sea mediante alguna solución temporal (WorkAround), o realizando el seguimiento de la incidencia en caso se haya derivado al área especializada.
- e) **Cierre del incidente:** Someter el Registro de Incidente al control de calidad final antes de que se dé un cierre. La meta es asegurarse de que el incidente se haya resuelto y que toda la información requerida para describir el ciclo de vida del incidente haya sido sometida con suficiencia de detalles. Además, los hallazgos de la resolución se registrarán para referencia futura.

OBJETIVOS DE LA GESTIÓN DE INCIDENTES

El objetivo principal de implementar la gestión de incidentes es lograr restaurar los servicios que se ofrece lo más rápido posible, minimizando el impacto adverso sobre la continuidad del negocio, permitiendo mantener los estándares de calidad y disponibilidad establecidos ante los clientes por medio del SLA.

BENEFICIOS DE LA GESTIÓN DE INCIDENTES

Los principales beneficios de la gestión de incidentes son las siguientes:

- Mejorar la productividad de los usuarios
- Cumplimiento de los niveles de servicio acordados en el SLA
- Mayor control de los procesos y monitorización de los servicios
- Optimización de los recursos disponibles
- Satisfacción de los clientes y usuarios

RIESGOS DE UNA INCORRECTA GESTIÓN DE INCIDENCIAS

Una incorrecta gestión de incidencias, puede perjudicar directamente la continuidad de los servicios como la calidad de atención desde la perspectiva del usuario, lo cual se vería reflejado directamente en los costos de operación.

Dentro de los principales riesgos detectados por una incorrecta gestión de incidencias se encuentra:

- El incremento incontrolable del número de incidencias reportadas, los cuales no podrán ser atendidas debido a un mal dimensionamiento, capacidad o capacitación de los recursos tanto humanos como no humanos.
- Las resoluciones de las incidencias no progresan adecuadamente debido a la falta de herramientas de soporte que realicen seguimiento automático y generen notificaciones y alertas.
- Incumplimiento de los SLA's debido a una falta de información de tiempos a causa de herramientas inadecuadas de soporte.
- Inconsistencias sobre los OLA's y/o UC's no alineados con los objetivos del servicio, por falta de control con las incidencias.

REGISTRO DE INCIDENTES

El registro de incidentes es generado por los usuarios finales, los cuales, al encontrar algún tipo de inconsistencia que afecte la operatividad de los servicios, notifican a los operadores de servicio para su respectiva atención. Se puede crear un registro de incidencias para documentar un desvío de una operación estándar esperada o bien registrar un evento. También puede identificar a las personas

afectadas por una incidencia, a las personas responsables de realizar alguna acción después de que se produzca la incidencia.

CLASIFICACIÓN DE INCIDENCIAS

Debido a que pueden registrarse múltiples incidencias al mismo tiempo, el paso siguiente es determinar el nivel de prioridad, para la asignación de recursos al personal de soporte correspondiente. La prioridad se asigna según:

- **Impacto:** Afectación del negocio y el número de usuarios afectados
- **Urgencia:** Tiempo máximo para solución en base a los acuerdos de servicio establecidos.

ANÁLISIS, RESOLUCIÓN Y CIERRE DE INCIDENTES

Inicialmente se deben identificar, analizar y documentar todos los síntomas. Esto ayuda a determinar la ubicación y posibles correcciones. En caso sea necesario, la incidencia puede ser escalada, para disponer de los conocimientos o recursos necesarios para su resolución. Así mismo, se puede identificar posibles cambios o problemas según el impacto o el número de incidentes similares. Se debe resolver un Incidente en el período acordado. La meta es el restablecimiento temprano del servicio de TI, ya sea mediante alguna solución temporal, o realizando el seguimiento de la incidencia en caso se haya derivado al área especializada. Después de restablecer el servicio y que el usuario confirme la solución del problema, se cierra la incidencia documentando detalladamente.

GESTIÓN DE PROBLEMAS

Es el proceso responsable de la administración del ciclo de vida de los problemas. Sus objetivos principales son

- Evitar que ocurran problemas y los incidentes resultantes.
- Eliminar los Incidentes recurrentes.
- Minimizar el impacto de los incidentes que no se pueden evitar.

La gestión de problemas incluye las actividades que se requieren para diagnosticar la causa raíz de los Incidentes y determinar la resolución de esos problemas. El alcance de la gestión de problemas en el esquema ideal, incluye la responsabilidad de asegurar que se implemente la resolución a través de procedimientos de control adecuados, en especial, en las nuevas versiones de software de gestión de cambios y la gestión de liberaciones. Los problemas pueden surgir en base a los siguientes factores:

- Mala implementación de servicios.
- Fallas en la gestión de recursos de TI.
- Problemas con los sistemas manejados por la empresa.

CONTROL DE PROBLEMAS

Aunque la gestión de incidentes y problemas son procesos independientes, estos están estrechamente relacionados y, por lo general, utilizarán las mismas herramientas. Asimismo, pueden utilizar una clasificación y sistemas de codificación de impacto y prioridad similares. Esto asegurará una comunicación efectiva al atender incidentes y problemas relacionados.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- a) Identificación del problema
- b) Clasificación del problema
- c) Asignación de recursos
- d) Investigación y diagnóstico
- e) Cierre del problema

CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RECURSOS

La clasificación de problemas se centra en el tipo de seguimiento que se realice a los problemas encontrados, siendo clasificados de dos posibles maneras:

- **Proactiva:** Se basa en el proceso de mejora continua, monitoriza el servicio para detectar los problemas antes de que generen incidencias.
- **Reactiva:** Analiza las incidencias producidas y proporciona workaround y soluciones temporales para la continuidad del servicio.

En ambos casos se realiza un análisis de recursos según el impacto, prioridad y costos inducidos por el desarrollo del problema.

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICOS

Para el análisis y diagnóstico de los problemas detectados es necesario realizar los siguientes procedimientos:

- Identificar la causa raíz de las incidencias y determinar la solución de los problemas asociados.
- Proporcionar workarounds a la gestión de incidencias de forma que se minimice el impacto de las incidencias en el Servicio.
- Asegurar que la solución proporcionada se implanta siguiendo a través de los procedimientos de control establecidos.
- Mantener la información asociada a los problemas, incluyendo los workarounds y las soluciones proporcionadas.
- Alinearse con la gestión de Incidencias utilizando la misma categorización, de forma que se facilite la comunicación entre ambos procesos.

CONTROL DE ERRORES

Posteriormente al análisis y diagnóstico del problema, se puede identificar el error conocido (Problema al que se le ha diagnosticado la causa raíz). Para realizar un correcto control de errores, la categorización debe ser idéntica a la que se utiliza en las incidencias para poder establecer relaciones y realizar análisis fácilmente para su respectiva solución.

GESTIÓN DE CAMBIOS

Es el conjunto de procesos que se emplean para asegurar que los cambios significativos que se lleven a cabo se realicen de forma ordenada, controlada, y sistemática. Las principales razones por las cuales se lleva a cabo la gestión de cambios son las siguientes:

- Solución de errores conocidos
- Desarrollo de nuevos servicios
- Mejora de los servicios existentes

A continuación, se detallan paso a paso el proceso para la gestión de cambios:

- a) Registrar el cambio
- b) Clasificar
- c) Priorizar
- d) Evaluar
- e) Implementar
- f) Planificar
- g) Validar

GESTIÓN DE NIVELES DE SERVICIO

La Gestión de Niveles de Servicio es el proceso por el cual se definen, negocian y supervisan la calidad de los servicios ofrecidos en base a las necesidades, expectativas del cliente y los costes de los servicios asociados, de forma que estos sean asumibles tanto por el cliente como por el proveedor.

PLANIFICACIÓN

Durante la planificación, se realiza la asignación de recursos en base a los acuerdos de servicio necesarios para satisfacer las necesidades de los usuarios. Dentro de esta etapa se encuentran:

- Elaboración de un catálogo de servicios.
- Desarrollo de los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA)
- Identificar las herramientas para la monitorización de la calidad del servicio.
- Análisis e identificación de las necesidades del cliente.

La fase de planificación debe concluir con la elaboración y aceptación de los acuerdos necesarios para la prestación del servicio.

IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación de los acuerdos de nivel de servicios se considera la negociación con los proveedores, para lograr establecer los acuerdos de nivel de operación. Todo ello se debe encontrar detallado en los contratos y términos de nivel de servicio al momento de la adquisición de los servicios ofrecidos.

REVISIÓN

La revisión debe realizarse en base a parámetros objetivos y medibles mediante el uso de métricas. Este proceso de revisión no debe limitarse a aquellos acuerdos de nivel de servicios que por una razón u otra han sido incumplidos. El resultado de la revisión debe ser un Programa de Mejora del Servicio (SIP) que tome en cuenta factores tales como:

- Problemas relacionados con el servicio TI y sus posibles causas.
- Nuevas necesidades del cliente.
- Avances tecnológicos.
- Cumplimiento de los niveles de servicio.
- Evaluación de los costes reales del servicio.

GESTIÓN DE SEGURIDAD

La gestión de seguridad permite identificar activamente las vulnerabilidades potenciales antes de que estas se manifiesten y afecten la calidad o continuidad del servicio.

ESTABLECIMIENTO DE POLÍTICAS DE SEGURIDAD

Para iniciar con la gestión de seguridad es necesario considerar las siguientes recomendaciones:

- Elaborar un Plan de Seguridad que incluya los niveles de seguridad adecuados tanto en los servicios prestados a los clientes como en los acuerdos de servicio firmados con proveedores internos y externos.
- Establecer una clara y definida política de seguridad que sirva de guía a todos los otros procesos.

- Implemente el Plan de Seguridad.
- Monitoree y evalúe el cumplimiento de dicho plan.
- Supervise proactivamente los niveles de seguridad analizando tendencias, nuevos riesgos y vulnerabilidades.
- Realice periódicamente auditorías de seguridad.

DEFINICIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD

Es necesario definir métricas e indicadores claves que permitan evaluar los niveles de seguridad acordados. Un punto importante es establecer protocolos de seguridad acordes a los servicios ofrecidos, considerando el entorno en el cual se va a desarrollar la continuidad de la propuesta, enfocando de una manera adecuada los recursos necesarios para dar soporte a la gestión de la seguridad, los cuales serán reflejados con los indicadores propuestos.

APLICACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD

Para la aplicación del plan de seguridad, se establecen procedimientos basados en buenas prácticas a fin de respetar los protocolos establecidos, dentro de los cuales se encuentran:

- El personal de soporte conoce y acepta las medidas de seguridad establecidas, así como sus responsabilidades al respecto mediante la asignación de roles.
- Asignar los recursos necesarios.
- Generar la documentación de referencia necesaria.
- Colaborar con el Service Desk y la Gestión de Incidentes en el tratamiento y resolución de incidentes relacionados con la seguridad.
- Instalar y mantener las herramientas de hardware y software necesarias para garantizar la seguridad.
- Colaborar con la Gestión de Cambios y versiones para asegurar que no se introducen nuevas vulnerabilidades en los sistemas en producción o entornos de pruebas.
- Proponer RFCs a la Gestión de Cambios que aumenten los niveles de seguridad.

- Colaborar con la Gestión de la Continuidad del Servicio para asegurar que no peligra la integridad y confidencialidad de los datos en caso de desastre.
- Establecer las políticas y protocolos de acceso a la información.
- Monitorizar las redes y servicios en red para detectar intrusiones y ataques.

GESTIÓN DE DISPONIBILIDAD

La disponibilidad se puede definir como el porcentaje de tiempo sobre el total acordado en que los servicios TI han sido accesibles al usuario y han funcionado correctamente. La Gestión de la Disponibilidad es responsable de optimizar y monitorizar los servicios TI para que estos funcionen ininterrumpidamente y de manera fiable, cumpliendo los SLA's. Para ello se consideran los siguientes procedimientos:

- Determinar los requisitos de disponibilidad en base a los requerimientos identificados.
- Garantizar el nivel de disponibilidad establecido para los servicios TI.
- Monitorizar la disponibilidad de los sistemas TI.
- Proponer mejoras en la infraestructura y servicios TI con el objetivo de aumentar los niveles de disponibilidad.
- Supervisar el cumplimiento de los OLAs y UCs acordados con proveedores internos y externos.

Los principales beneficios de una correcta Gestión de la Disponibilidad son:

- Cumplimiento de los niveles de disponibilidad acordados.
- Se reducen los costes asociados a un alto nivel de disponibilidad.
- El cliente percibe una mayor calidad de servicio.
- Se reduce el número de incidentes.

La Gestión de la Disponibilidad debe elaborar periódicamente informes sobre su gestión que incluyan información relevante tanto para los clientes como para el resto de la organización TI. Estos informes deben incluir:

- Técnicas y métodos utilizados para la prevención y el análisis de fallos.
- Tiempos de detección y respuesta a los fallos.
- Tiempos de reparación y recuperación del servicio.
- Tiempo medio de servicio entre fallos.
- Disponibilidad real de los diferentes servicios.

Para que toda esta información sea fácil y correctamente analizada es imprescindible el establecimiento de métricas precisas que permitan determinar de forma inequívoca parámetros tales como tiempos de funcionamiento, entre otros, a fin de respetar los acuerdos de servicio establecidos.