

PREVENCIÓN EN MORBILIDAD MATERNA EXTREMA MEDIANTE ANALÍTICA
DE DATOS Y APLICACIÓN MÓVIL

JUAN NICOLAS BENAVIDES DIAZ
SANTIAGO NICOLAS ROSERO NARVAEZ

UNIVERSIDAD CESMAG
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
SAN JUAN DE PASTO

2021

PREVENCIÓN EN MORBILIDAD MATERNA EXTREMA MEDIANTE ANALÍTICA
DE DATOS Y APLICACIÓN MÓVIL

JUAN NICOLAS BENAVIDES DIAZ
SANTIAGO NICOLAS ROSERO NARVAEZ

Investigación para optar el título de ingeniero de sistemas

Asesor: Mg. Carlos Fernando González Guzmán

UNIVERSIDAD CESMAG
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
SAN JUAN DE PASTO

2021

Nota de Aceptación

Firma del jurado
Esp. Jorge Albeiro Rivera Rosero

Firma del jurado
Mg. Joan Carlos Ayala Benavides

Dedicatoria

Dedico este esfuerzo académico a mí madre Ruth Stella a mi tía Rosita; mi segunda madre, a mis hermanas Ana Camila y María Stella, a mis sobrinos Josué Martín, Elian Jacobo y Ariadna Gabriela. Por el amor y el apoyo incondicional que me han brindado durante toda mi vida y más aún en el transcurso de mi carrera.

Mil gracias por los principios y valores inculcados.

Juan Nicolas Benavides Diaz

Dedicatoria

Dedico el esfuerzo realizado a lo largo de este proyecto a mis padres por haberme formado como persona y haberme proporcionado todos los medios necesarios para poder alcanzar este logro, a mi hermana por estar presente en todo momento y a mis demás familiares que de alguna u otra forma se hicieron presentes cuando tuve necesidad. A todos ellos muchas gracias por su apoyo incondicional.

Santiago Nicolas Rosero Narváez

Agradecimientos

En primer lugar, debemos agradecer a Dios por darnos la vida, por darnos una familia y por la oportunidad de formarnos como profesionales.

A nuestras familias sin cuyo apoyo material y moral; difícilmente habiéramos podido culminar nuestros estudios.

Nuestros sinceros agradecimientos por los valiosos e inteligentes aportes, brindados por la médica Ana Camila Benavides Diaz. Y de manera especial a nuestro mentor Magister Carlos Fernando González Guzmán; **un maestro integral**, que nos apoyó e impulso a seguir adelante en momentos en los cuales estábamos a punto de claudicar.

A todos los docentes que nos enseñaron y orientaron en el transcurso de la carrera.

A nuestra Universidad por habernos acogido para formarnos académicamente y dentro de los principios y valores franciscanos.

Nota de exclusión

El pensamiento que se expresa en esta obra es exclusiva responsabilidad de sus autores y no compromete la ideología de la universidad CESMAG

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	22
1.1 OBJETO O TEMA DE INVESTIGACIÓN	22
1.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	22
1.3 SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN	22
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	24
1.6 OBJETIVOS	24
1.6.1 Objetivo general	24
1.6.2 Objetivos específicos	24
1.7 JUSTIFICACIÓN	24
1.8 DELIMITACIÓN	26
2. MARCO TEÓRICO	27
2.1 ANTECEDENTES	27
2.1.1 Internacional	27
2.1.2 Nacional	30
2.1.3 Regional	32
2.2 SUPUESTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	33
2.3 VARIABLES DEL ESTUDIO	50
2.4 DEFINICIÓN NOMINAL DE LAS VARIABLES	50
2.5 DEFINICIÓN OPERATIVA DE LAS VARIABLES	51
2.6 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	55
2.6.1 Hipótesis de investigación	55
2.6.2 Hipótesis nula	56
2.6.3 Hipótesis alterna	56
3. METODOLOGÍA	57
3.1 PARADIGMA	57

3.2 ENFOQUE	57
3.3 MÉTODO	57
3.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN	57
3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	57
3.6 POBLACIÓN	58
3.7 MUESTRA	58
3.8 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.	59
3.9 VALIDEZ DE LAS TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	59
3.10 CONFIABILIDAD DE LAS TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN	59
3.11 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	60
4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	61
4.1 CARACTERIZACIÓN DE MORBILIDAD MATERNA EXTREMA	61
4.2 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE DATOS	67
4.3 METODOLOGÍA DE DESARROLLO	86
4.3.1 ITERACIÓN NÚMERO 1: MÓDULO INICIO	88
4.3.2 ITERACIÓN NÚMERO 2: MÓDULO INFORMACIÓN	95
4.3.3 ITERACIÓN NÚMERO 3: MÓDULO SIMULACIÓN	100
4.3.4 ITERACIÓN NÚMERO 4: MÓDULO RESULTADOS	106
4.3.5 ITERACIÓN NÚMERO 5: MÓDULO AYUDA	111
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	117
5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN	117
5.2 ANÁLISIS DE LA POSTPRUEBA	120
5.2.1 PONDERACIÓN DE RESULTADOS	127
5.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	128
CONCLUSIONES	130
RECOMENDACIONES	132
ANEXOS	137

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios clínicos de inclusión de morbilidad materna extrema	35
Tabla 2. Nivel de preeclampsia	52
Tabla 3. Rangos de edad	52
Tabla 4. Niveles de DHL	53
Tabla 5. Creatinina de 24 horas	53
Tabla 6. Cuadro hemático	53
Tabla 7. Fosfatasa alcalina	54
Tabla 8. Parcial de orina	54
Tabla 9. Clasificación de la presión arterial	55
Tabla 10. Inventario de recursos	69
Tabla 11. Caracterización de variables	78
Tabla 12. Correlación de Pearson SPSS	80
Tabla 13. Rangos modelo matemático	84
Tabla 14. Resumen de iteraciones	87
Tabla 15. Historia de usuario UH01	88
Tabla 16. Historia de usuario UH02	89
Tabla 17. Tarjeta C.R.C clase inicio	89
Tabla 18. Tarjeta C.R.C clase MenuPrincipal	90
Tabla 19. Prueba de caja negra PCN – 01	92
Tabla 20. Prueba de caja negra PCN – 02	93
Tabla 21. Prueba de aceptación No. 1	95
Tabla 22. Historia de usuario 3	96
Tabla 23. Tarjeta C.R.C clase Información	97
Tabla 24. Prueba de caja negra PCN – 03	99
Tabla 25. Prueba de aceptación No. 2	100
Tabla 26. Historia de usuario HU04	101
Tabla 27. Tarjeta CRC clase simulación	102
Tabla 28. Prueba de caja negra PCN – 04	105
Tabla 29. Prueba de aceptación No. 3	106
Tabla 30. Historia de usuario HU05	106
Tabla 31. Historia de usuario HU06	107
Tabla 32. Historia de usuario HU07	107
Tabla 33. Tarjeta CRC clase simulación	108
Tabla 34. Prueba de caja negra PCN – 05	110
Tabla 35. Prueba de aceptación No. 4	111
Tabla 36. Historia de usuario HU08	112
Tabla 37. Tarjeta CRC clase ayuda	112

Tabla 38. Prueba de caja negra PAF – 06	114
Tabla 39. Prueba de aceptación No. 5	115
Tabla 40. ponderación resultados	127

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Grafica rango edades vs causa principal agrupada	62
Ilustración 2. Edad vs preeclampsia.	63
Ilustración 3. Grafica número de gestas vs preeclampsia.	64
Ilustración 4. Grafica mortinatos vs edad.	64
Ilustración 5. Grafica raza vs comorbilidades	65
Ilustración 6. Gráfico número de controles prenatales vs causa agrupada	66
Ilustración 7. Gráfico edad vs paciente hospitalizado	67
Ilustración 8. Repositorio de datos central	70
Ilustración 9. Eliminación de variables primera fase	71
Ilustración 10. Variables homogéneas	72
Ilustración 11. Resultado depuración primera fase	72
Ilustración 12. Eliminación de variables segunda fase	73
Ilustración 13. Eliminación datos homogéneas segunda fase	73
Ilustración 14. Filtro maternas departamento Nariño	74
Ilustración 15. Resultado depuración segunda fase	74
Ilustración 16. Resultado depuración tercera fase	76
Ilustración 17. Eliminación de variables tercera fase	77
Ilustración 18. Resultado depuración tercera fase	77
Ilustración 19. Eliminación variables etapa de reducción	77
Ilustración 20. Variables de estudio	78
Ilustración 21. Tabla de coeficientes	81
Ilustración 22. Prueba manual modelo matemático	82
Ilustración 23. Comparación de resultados del modelo matemático	83
Ilustración 24. Árbol de decisiones	85
Ilustración 25. Interfaz inicio	98
Ilustración 26. Interfaz menú	98
Ilustración 27. Splash Screen	99
Ilustración 28. Interfaz de inicio	93
Ilustración 29. Interfaz menú principal	94
Ilustración 30. Interfaz información	104
Ilustración 31. Interfaz clasificación presión arterial	98
Ilustración 32. Interfaz conceptos MME	105
Ilustración 33. Interfaz paraclínicos	98
Ilustración 34. Interfaz modulo simulación	103
Ilustración 35. Diagrama de secuencia: simulación	104
Ilustración 36. Interfaz modulo resultados	109
Ilustración 37. interfaz modulo ayuda	113
Ilustración 38. Diagrama de despliegue aplicación móvil	116
Ilustración 39. Análisis de edad	117

Ilustración 40. Análisis pertenencia étnica	118
Ilustración 41. Análisis ocupación	119
Ilustración 42. Análisis área de ocurrencia del caso	119
Ilustración 43. Análisis número de mortinatos	120
Ilustración 44. Encuesta usabilidad pregunta 1	121
Ilustración 45. Encuesta usabilidad pregunta 2	121
Ilustración 46. Encuesta usabilidad pregunta 3	122
Ilustración 47. Encuesta usabilidad pregunta 4	122
Ilustración 48. Encuesta usabilidad pregunta 5	123
Ilustración 49. Encuesta usabilidad pregunta 6	123
Ilustración 50. Encuesta usabilidad pregunta 7	124
Ilustración 51. Encuesta usabilidad pregunta 8	124
Ilustración 52. Encuesta usabilidad pregunta 9	125
Ilustración 53. Encuesta usabilidad pregunta 10	125
Ilustración 54. Encuesta usabilidad pregunta 11	126
Ilustración 55. Encuesta usabilidad pregunta 12	126
Ilustración 56. Encuesta usabilidad pregunta 13	127

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Modelo matemático	82
Ecuación 2. Regla de tres - encuesta de satisfacción	128

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Encuesta Post-Prueba

137

RESUMEN ANALÍTICO DEL ESTUDIO

R.A.E FACULTAD: INGENIERÍA.
PORGRAMA: INGENIERÍA DE SISTEMAS.
FECHA DE ELABORACIÓN DEL R.A.E 30 DE MAYO DE 2021.
AUTORES DE LA INVESTIGACIÓN: JUAN NICOLAS BENAVIDES DIAZ
SANTIAGO NICOLAS ROSERO
NARVÁEZ

TÍTULO COMPLETO DE LA INVESTIGACIÓN: PREVENCIÓN EN MORBILIDAD MATERNA EXTREMA MEDIANTE ANALÍTICA DE DATOS Y APLICACIÓN MÓVIL

PALABRAS O FRASES CLAVES:

Metodología XP, Minería de datos, Morbilidad materna extrema, Preeclampsia, CRISP-DM, Aplicación móvil.

DESCRIPCIÓN:

En este informe final, se presentan los resultados de una investigación orientada a propiciar condiciones de salud favorables en mujeres gestantes que reduzcan riesgos de morbilidad a partir de analítica de datos mediante un aplicativo móvil. De esta manera, se buscó reducir riesgos de preeclampsia mediante un proceso de minería de datos, teniendo en cuenta la metodología CRISP-DM obteniendo de esta forma el modelo matemático, mediante el cual se puede realizar una simulación para determinar el nivel de preeclampsia de la materna, además se hizo uso de la metodología XP para el desarrollo de la aplicación la cual sirve de

interfaz para poder visualizar los resultados de la simulación, asimismo permite el envío de resultados y cuidados correspondientes a la materna, buscando de esta forma reducir los riesgos de preeclampsia durante el embarazo.

CONTENIDO:

La investigación consta de 5 capítulos organizados de la siguiente manera:

Capítulo 1 problema de investigación: Se describe el problema de investigación, el objeto de investigación, se identifica la línea y sublínea de investigación del proyecto, de igual manera se encuentra de forma detallada la problemática seguido de los objetivos tanto general como específicos con los que se va a llevar a cabo el proyecto y se va a dar solución a dicha problemática, también se encuentra en este capítulo la justificación en la cual se plantea la importancia que tiene la realización de la investigación y por último se define la delimitación y alcance de la misma.

Capítulo 2 Marco teórico: Se encuentra el marco teórico el cual es una recopilación de antecedentes e investigaciones previas con las cuales se sustenta la investigación, en él están implícitos los antecedentes, los supuestos teóricos de la investigación, las variables de estudio las cuales se encuentran divididas en definición nominal y operativa, y finalmente se encuentra la formulación de la hipótesis.

Capítulo 3 Metodología: Se expone la metodología en la que se incluye el tipo, las técnicas y los procedimientos que serán utilizados para llevar a cabo la investigación, como pueden ser el paradigma, enfoque, método, tipo y diseño de investigación, también describe la población, la muestra, y finalmente se definen las técnicas e instrumentos de recolección de datos para el proyecto.

Capítulo 4 Resultados de la investigación: Se documentan los resultados obtenidos del desarrollo de las metodologías que se tuvieron en cuenta dentro de la investigación para su respectivo desarrollo como son CRISP-DM para el

proceso de minería de datos y de igual manera la metodología ágil utilizada para el desarrollo del aplicativo móvil como es XP.

Capítulo 5 Análisis y discusión de los resultados: Se evidencian los resultados de las pruebas realizadas una vez concluidos los procedimientos metodológicos anteriormente descritos haciendo uso de encuestas de usabilidad la cuales midieron el nivel de facilidad de uso del aplicativo móvil.

INTRODUCCIÓN

La morbilidad materna extrema (MME) es un acontecimiento que se debe tener en cuenta para el manejo de la salud pública. Ya que una atención oportuna y de calidad en una mujer con una complicación obstétrica severa puede prevenir un desenlace fatal.¹

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la MME como un estado en el cual una mujer presenta un grado más alto de mortalidad, con serias complicaciones durante el embarazo, o a partir de los 42 días de terminación de su embarazo.²

Igualmente, la Federación Latinoamericana de Sociedades de Obstetricia y Ginecología (FLASOG) define la morbilidad materna extrema (MME) como un accidente grave que ocurre durante el embarazo, parto y puerperio, que representa un riesgo para la vida de la mujer y requiere una atención inmediata con el fin de evitar la morbi-mortalidad.³

De manera que se realiza un seguimiento de esta patología apoyado en el uso de diferentes métodos de almacenamiento de información y tipos de tecnología, los procesos de globalización ameritan el uso de bases de datos entendiéndose estas como una recopilación de bancos de datos que a su vez es una colección de información organizada que es utilizada para la aplicabilidad y servicio de un propósito específico, igualmente sería también un archivo de datos con relaciones entre sí, capaces de poder satisfacer la información de un grupo social⁴ y/o repositorios donde se pueda llegar a visualizar y procesar diferentes tipos de información que para el caso de esta investigación sería estrictamente médico.

¹ Instituto Nacional de Salud INS. Vigilancia y análisis del riesgo en salud pública protocolo de vigilancia en salud pública morbilidad materna extrema. Colombia. 2017

² *Ibíd*, p. 4

³ *Ibíd*, p. 4

⁴ Gil Rivera, Ma. del Carmen, La base de datos. Importancia y aplicación en educación: Perfiles educativos [en línea]. 1994. Distrito federal México

La investigación se encuentra estructurada de la siguiente forma:

Inicialmente en el primer capítulo se describe el problema de investigación, el objeto de investigación, se identifica la línea y sublínea de investigación del proyecto, de igual manera se encuentra de forma detallada la problemática seguido de los objetivos tanto general como específicos con los que se va a llevar a cabo el proyecto y se va a dar solución a dicha problemática, también se encuentra en este capítulo la justificación en la cual se plantea la importancia que tiene la realización de la investigación y por último se define la delimitación y alcance de la misma.

En el segundo capítulo se encuentra el marco teórico el cual es una recopilación de antecedentes e investigaciones previas con las cuales se sustenta la investigación, en él están implícitos los antecedentes, los supuestos teóricos de la investigación, las variables de estudio las cuales se encuentran divididas en definición nominal y operativa, y finalmente la formulación de la hipótesis.

En el tercer capítulo se encuentra la metodología en la que se incluye el tipo, las técnicas y los procedimientos que serán utilizados para llevar a cabo la investigación, como pueden ser el paradigma, enfoque, método, tipo y diseño de investigación, también describe la población, la muestra, y finalmente se definen las técnicas e instrumentos de recolección de datos para el proyecto.

En el cuarto capítulo se documentan los resultados obtenidos del desarrollo de las metodologías que se tuvieron en cuenta dentro de la investigación para su respectivo desarrollo como son CRISP-DM para el proceso de minería de datos y de igual manera la metodología ágil utilizada para el desarrollo del aplicativo móvil como es XP

En el quinto capítulo se evidencian los resultados de las pruebas realizadas una vez concluidos los procedimientos metodológicos anteriormente descritos haciendo uso de encuestas de usabilidad la cuales midieron el nivel de facilidad de uso del aplicativo móvil.

Finalmente, se implementó una estrategia mediante el uso y aplicación de minería de datos con la posibilidad de poder generar extracciones de patrones, tendencias y comportamientos que puedan generar resultados provechosos de acuerdo a una temática específica⁵ y la implementación de una APP que logre disminuir la tasa de mortalidad materna extrema en madres gestantes, fortaleciendo así el plan de salud pública del Ministerio de Salud con un alto impacto en la región.

⁵ Beltrán, Jorge. Aplicación de inteligencia de negocios a la gestión educativa.2014

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 OBJETO O TEMA DE INVESTIGACIÓN

Minería de datos en el sector salud.

1.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Minería de datos. La cual se define como: “Fomento de actividades investigativas para el estudio y desarrollo de métodos en extracción automática de conocimiento y patrones de grandes bases de datos estructuradas y no estructuradas, además, implementar la utilización de técnicas, algoritmos y métodos para la explotación de grandes volúmenes de datos y llegar a descubrimiento de información desconocida que apoyen la toma de decisiones”.⁶

1.3 SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN

Análisis de datos. Se expresa como “proceso que consiste en inspeccionar, limpiar y transformar datos con el objetivo de resaltar información útil, para sugerir conclusiones y apoyo en la toma de decisiones.”⁷

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el instituto Nacional de salud las características sociales y demográficas encontradas a nivel de estadísticas en el territorio colombiano expresan que las tasas de morbilidad más representativas son de mujeres de 40 años y más, con 79,6 casos por cada 1.000 nacidos vivos, de igual manera mujeres de pertenencia étnica indígena con 37,1 casos, residentes en el área urbana con 38,7 casos por cada 1.000 nacidos vivos. Según régimen contributivo de afiliación, se encontró una razón de 15,2 casos por cada 1.000 nacidos vivos y de 14 casos por cada 1.000 nacidos vivos en el subsidiado.⁸

⁶ Documento líneas de investigación. Programa de ingeniería de sistemas. Universidad CESMAG.2017

⁷ Instituto Nacional de Salud INS. Vigilancia y análisis del riesgo en salud pública protocolo de vigilancia en salud pública morbilidad materna extrema. Colombia. 2017

⁸ BES Boletín Epidemiológico Semanal. Instituto nacional de salud. Semana epidemiológica 23. 2 al 8 de junio de 2019

La aparición de la MME está directamente relacionada con la exposición de la mujer a múltiples situaciones adversas. De acuerdo con las causas agrupadas de morbilidad materna extrema por grupos de edad, se identifica que las mujeres mayores de 35 años concentran la razón más alta para trastornos hipertensivos como la preeclampsia severa (46 casos por cada 1.000 nacidos vivos), seguido por las complicaciones hemorrágicas (6,9 casos por cada 1.000 nacidos vivos). La sepsis de origen obstétrico (Infecciones de la herida quirúrgica, aborto séptico o infección del tracto urinario.), no obstétrico y pulmonar son la tercera causa de morbilidad materna extrema, especialmente en las menores de 19 años (3,3 casos por cada 1.000 nacidos vivos).⁹

Una de las principales condiciones relacionadas con la aparición de la mortalidad materna es el pobre acceso a los servicios de salud y una atención en salud deficiente¹⁰. Otros factores asociados son la exposición a condiciones socioeconómicas desfavorables, no tener pareja, pobre historia nutricional, alta paridad, alto número de comorbilidades, obesidad, edad materna extrema, entre otros. Es importante resaltar que algunas condiciones relacionadas con el embarazo como aborto séptico o hemorrágico, enfermedad molar o embarazo ectópico roto pueden originar falla orgánica. La falla orgánica también puede ser causada por una enfermedad preexistente o que se genere durante el embarazo, como enfermedades autoinmunes, hematológicas, oncológicas, endocrino/metabólicas, renales, eventos tromboembólicos, eventos cardio-cerebro-vasculares u otras, que han sido causa de muerte materna en los últimos cinco años.¹¹

De continuar con la problemática anteriormente mencionada, La morbilidad materna extrema se incrementará en los siguientes años a nivel nacional lo que se constituirá en una de las principales causas de la mortalidad materna y perinatal

⁹ Ibíd, p. 2

¹⁰ González LD, Gómez D, Vélez A, Agudelo M, Gómez J, Wylie J. Características de la atención hospitalaria y su relación con la morbilidad materna extrema en Medellín, Colombia. Rev Panam Salud Publica. 2014;

¹¹ Instituto Nacional de Salud INS. Vigilancia y análisis del riesgo en salud pública protocolo de vigilancia en salud pública morbilidad materna extrema. Colombia. 2017

haciendo que el Ministerio de Salud fortalezca diferentes estrategias que se encaminen a la disminución de esta patología.

1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo prevenir los altos índices de morbilidad materna extrema en pacientes a partir de analítica de datos?

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general

Propiciar condiciones de salud favorables en mujeres gestantes que reduzcan riesgos de morbilidad a partir de analítica de datos mediante una aplicación móvil.

1.6.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la patología de morbilidad materna extrema y describir dichas características en un grupo focal de pacientes.
- Aplicar análisis de datos utilizando metodología CRISP-DM para la generación de patrones de comportamiento apoyado en herramientas de estadística y minería de datos.
- Desarrollar una aplicación móvil para la gestión de datos en morbilidad materna extrema con metodología ágil extrema.
- Evaluar la aplicación móvil como mecanismo de prevención en la población de mujeres gestantes.

1.7 JUSTIFICACIÓN

Según la organización mundial de la salud (OMS) la tasa de morbilidad materna extrema es superior para los países de medianos y bajos ingresos, varió de 4,9 %, en América Latina, a 5,7 %, en Asia y 14,9 %, en África, mientras que los estudios realizados en los países de altos ingresos tenían tasas que van de 0,8 %, en Europa, y un máximo de 1,4 %, en América del norte¹². Según el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública-SIVIGILA Colombia al año 2012 se

¹² Tunçalp O, Hindin MJ, Souza JP, Chou D, Say L. The Prevalence of Maternal Near Miss. An In Obstet Gynaecol. 2015 Jun [Citado 2019 septiembre 01]

evidencia un incremento al número de casos identificados a partir de las estrategias implementadas por el ministerio de salud, y que van encaminadas a identificar oportunamente las causas principales de morbilidad en maternas, teniendo en cuenta las estadísticas anuales de las diferentes entidades promotoras de salud que suministran datos de sus afiliados a los entes de control.

A nivel del departamento de Nariño no existen estudios recientes de causas de morbilidad materna extrema, los datos que se encuentran son los de mortalidad por el evento siendo así que el año 2016 en Nariño se presentaron 21 muertes maternas con relación al año 2015 con 11 muertes sin contar con mortinatos, ni defunciones binomio. Se puede evidenciar que, en el transcurso de este estudio, se han identificado, falencias a nivel de las bases de datos que presenta la institución, con relación a la información suministrada tanto manual como sistemática, afectando al usuario, conllevándolo a demoras y tramites poco eficientes para su atención en el sistema general de salud.

El análisis de los datos es el proceso de seleccionar, explorar, analizar y valorar grandes cantidades de datos con el objetivo de descubrir conocimiento. En el área de las ciencias de la salud, se utilizan para la detección precoz y prevención de enfermedades, o como en este caso, la patología relacionada con la MME.

En la APP se detectan factores de riesgos en mujeres en edad fértil que soliciten preconcepcional, y así ofrecer oportunidades únicas para el acceso inmediato, derivando una captación oportuna, promover un canal de comunicación directo y proveer información de salud adaptada a las necesidades que se buscan en este tipo de población.

La APP móvil permite prevenir los factores de riesgo en morbilidad materna extrema que se presenta en mujeres con factores de riesgo caracterizables; la buena cobertura de la telefonía celular nos permite la monitorización casi en tiempo real de las usuarias, proporcionando información rápida a los entes de control.

1.8 DELIMITACIÓN

La investigación está orientada a la población de madres gestantes del municipio de San Juan de Pasto y municipios vecinos que llegan a ser atendidas en la ciudad de Pasto, los datos serán proporcionados por la E.P.S Emssanar-Pasto. Para este proyecto se hizo uso de procesos de analítica de datos, así como también la gestión de una aplicación móvil que pueda llegar a prevenir procesos de morbilidad. La investigación tuvo una duración de 24 meses comprendidos entre los periodos 2019 B y 2021 A.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Internacional

La investigación titulada **La minería de datos espaciales y su aplicación en los estudios de salud y epidemiología** de los autores González, L. y Pérez, Y.¹³ tuvo como objetivo dar a conocer cómo propiciar las aplicaciones de técnicas de minería de datos espaciales para la extracción de nuevos conocimientos que asistan en la toma de decisiones en el área de salud y epidemiologías, donde se diseñen estrategias diferenciadas en la prevención y control.

Lo anterior es importante para la actual investigación por cuanto demuestra algunos trabajos relacionados con la minería de datos aplicados en estudios de salud como por ejemplo la utilización de SaTScan en los programas de control de la malaria en la provincia de Mpumalanga, Sudáfrica. Otro claro ejemplo es un trabajo de aplicación de la técnica de conglomerados de Kulldorff, permitió mostrar la diferenciación de los determinantes del síndrome de Down en zonas rurales y urbanas en la provincia de Villa Clara, Cuba. Teniendo como resultado conceptos claros acerca de la minería de datos espaciales y también herramientas existentes.

Igualmente la investigación titulada **La investigación en morbilidad materna extrema “near miss” en América latina** de los autores Rangel, Y. Martínez, A.¹⁴ tiene como objeto comprender la influencia de los determinantes estructurales, psicosociales y culturales en las experiencias obstétricas críticas de mujeres que, estando al borde la muerte, lograron salvar la vida mostrando los resultados de

¹³ González Liset, Pérez Guillermo (IBM CORPORATION 2012). La minería de datos espaciales y su aplicación en los estudios de salud y epidemiología. Habana, Cuba. 2014

¹⁴ Rangel Yesica, Martínez Alexia. La investigación en morbilidad materna extrema “near miss” en américa latina. Perú. 2016

una revisión narrativa y crítica de los estudios que se han elaborado desde este enfoque en América Latina en los últimos años.

Esta investigación sustenta la investigación puesto que a través de estudios realizados en mujeres con complicaciones durante el embarazo proporciona algunos de los determinantes principales de near miss (eventos médico-obstétricos que se presentan durante el embarazo, parto o los 42 días posteriores) como pueden ser los determinantes individuales de riesgo obstétrico, determinantes socioculturales, entre otros.

El estudio titulado **Factores de riesgo en la hipertensión inducida por el embarazo** de los autores Diago D. Vila F. Ramos E. García R.¹⁵ tiene como objetivo identificar los factores de riesgo de las embarazadas con hipertensión inducida por el embarazo que ingresaron en el servicio de Perinatología, como también se analizaron algunos factores epidemiológicos con respecto a la hipertensión inducida por el embarazo.

Lo anterior es importante puesto que analiza algunos factores como es el tipo de hipertensión, edad, paridad, antecedentes patológicos familiares de hipertensión, preeclampsia previa, enfermedad renal. Haciendo uso de bases de datos, tablas de vaciamiento y software estadísticos como el EPINFO.

La investigación titulada **Hipertensión en el embarazo** de los autores Bryce, A. Alegría, E. Valenzuela, G.¹⁶ tuvo como objetivo contextualizar acerca de los trastornos hipertensivos durante el embarazo teniendo en cuenta el diagnóstico, la clasificación de cada uno de ellos y además el manejo adecuado de dichos trastornos.

¹⁵ Diago Dalis, Vila Flora, Ramos Elsy, Garcia Roberto. Factores de riesgo en la hipertensión inducida por el embarazo. Habana-Cuba. 2011

¹⁶ Bryce Alfonso, Alegría Edmundo, Valenzuela German, Larrauri César. Hipertensión en el embarazo. Perú. 2018

Lo anterior sirve de apoyo para aclarar el concepto de la hipertensión durante el embarazo y los subtemas asociados a este como también despeja dudas relacionado con este tema.

Igualmente, la investigación titulada **Caracterización de la hipertensión inducida por el embarazo** de los autores Álvarez, V. Alonso, R. Muñiz, M.¹⁷ tuvo como objetivo contextualizar acerca de la hipertensión arterial como un síndrome cardiovascular complejo, progresivo y multicausal que origina cambios funcionales y estructurales en el corazón y el sistema vascular que pueden conducir a morbilidad prematura y muerte. Los trastornos hipertensivos en el embarazo son frecuentes y en ocasiones constituyen una causa de morbilidad y mortalidad materna-fetal.

Lo anterior es de importancia para el proyecto debido a que el principal objetivo del estudio es la hipertensión, así como también la preeclampsia como un síndrome multisistémico de severidad variable que ocurre durante el embarazo, también define variables dependientes e independientes que pueden ser tenidas en cuenta dentro de la investigación como pueden ser la edad materna, la paridad, evaluación nutricional, entre otros.

La investigación titulada **Aplicaciones móviles en el sector salud** de los autores Mena, L. Ostos, R y Gonzales¹⁸, E tuvo como objetivo exponer el impacto de la salud móvil es evidente, muchos médicos y sus pacientes mantienen el control de su salud por medio de aplicaciones móviles, uno de sus tantos beneficios es el poder tener un monitoreo oportuno, haciendo conocer al médico los detalles de su salud permitiendo ser atendido oportunamente.

Lo anterior sustenta la investigación ya que evidencia la importancia del uso de aplicativos móviles como apoyo dentro de los procesos que se llevan a cabo en el área de la salud.

¹⁷ Álvarez Vivian, Alonso Rosa, Muñiz Milagros, Martínez Josefina. Habana-Cuba. 2014

¹⁸ Mena Luis, Ostos Rodolfo, Gonzales Eduardo. aplicaciones móviles en el sector salud. México. 2016

2.1.2 Nacional

En este contexto se puede encontrar la investigación **Comportamiento de la morbilidad materna extrema en el departamento del meta, Colombia** de los autores Carillo, J. García, C.¹⁹ que tiene como objetivo realizar un estudio descriptivo retrospectivo, con abordaje cuantitativo con los reportes de morbilidad extrema en el departamento de Meta analizando variables socio-demográficas; características maternas (historia gineco-obstétrica); criterios de inclusión – enfermedad específica, falla orgánica, entre otras haciendo un análisis con respecto al año anterior de la publicación del artículo (2013) teniendo como resultado que la MME en el departamento de Meta es una causa importante de morbilidad en las mujeres en edad fértil. Se requiere seguir fortaleciendo su identificación para realizar manejos oportunos, así como fortalecer las estrategias y programas existentes en salud pública para que haya mayor adherencia al control prenatal.

Lo anterior es importante para la investigación puesto que proporciona un contexto a nivel nacional sobre lo que está sucediendo con la MME analizando distintas causas incluyendo estadísticas que se pueden tener en cuenta dentro de esta investigación.

Igualmente, la investigación titulada **Aplicación de técnicas de minería de datos en atención primaria en salud (aps) para el análisis de riesgos en mujeres gestantes de la población manizaleña atendida por assbasalud** de los autores Gallego, J. Navarro, L. Castillo, L. tuvo como objetivo determinar mediante técnicas de minería de datos las relaciones entre los factores de riesgo existentes en las madres gestantes recolectando una muestra de 15265 registros de mujeres con edades comprendidas entre los 10 y 48 años haciendo uso de algoritmos de clústers.

¹⁹ Carrillo Janeth, García César. Comportamiento de la morbilidad materna extrema en el departamento del meta, Colombia. 2014

Lo anterior es importante puesto que el correcto uso de las herramientas informáticas puede ayudar a identificar o descubrir relaciones con el objetivo de establecer, o proponer estrategias para contrarrestar problemas de salud y prevenir futuras complicaciones, contribuyendo así a la mejora en la calidad de vida de la población.

El proyecto de grado titulado **Aplicación de la metodología CRISP-DM a un proyecto de minería de datos en el entorno universitario** del autor Galán V.²⁰ tiene como objetivo demostrar que la metodología CRISP-DM es una metodología que funciona y que es sencilla de usar, ya que solamente hay que seguir una serie de fases que están claramente delimitadas y está pensada para que cualquier persona con conocimientos de bases de datos y estadística pueda utilizarla.

Esto es importante para la investigación ya que aclara conceptos básicos a cerca de la metodología CRISP-DM y también de como comprender las diferentes fases que de esta metodología útiles en el desarrollo.

De igual manera el proyecto de grado titulado **Uso de minería de datos en la detección temprana y prevención de complicaciones de enfermedades en el sistema de salud colombiano** del autor Bautista L.²¹ que tiene como objetivo abarcar complicaciones relacionadas con enfermedades del sistema respiratorio encontradas en el sector salud en Colombia, utilizando minería de datos para su detección.

Lo anterior es importante para la investigación puesto que proporciona una idea clara de cómo llevar la metodología de minería de datos en el sector salud. De igual manera en la forma en la que se evalúan datos de entrada y la salida. Para el

²⁰ Galán Víctor. Aplicación de la metodología CRISP-DM a un proyecto de minería de datos en el entorno universitario. Colombia. 2015

²¹ Bautista Luis. Uso de minería de datos en la detección temprana y prevención de complicaciones de enfermedades en el sistema de salud colombiano. Bogotá. 2010

desarrollo de esa investigación se tiene en cuenta en una serie de perfiles epidemiológicos los cuales son claves para el desarrollo de su proyecto de grado.

2.1.3 Regional

En medios regionales se encontró la siguiente investigación titulada **Aplicación de los árboles de decisión en la identificación de patrones de lesiones fatales por causa externa en el municipio de Pasto, Colombia** de los autores Timaran, R. Calderón, A. Hidalgo, A.²² Tiene como objeto llevar a cabo los procesos correspondientes a Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) para el descubrimiento de patrones que lleven a identificar posibles comportamientos construyendo un modelo de clasificación basado en árboles de su importancia radica para actual investigación en que se utilizará en los procesos de minería de datos dentro de esta.

De igual manera la investigación titulada **Caracterización de la supervivencia de mujeres con cáncer invasivo de cuello uterino usando minería de datos** de los autores Timaran, R. Yépez, M.²³ tuvo como objetivo presenta uno de los resultados del proyecto de investigación denominado: Detección de patrones de supervivencia en mujeres con cáncer invasivo de cuello uterino con técnicas de minería de datos, utilizando como fuente principal la información almacenada en la base de datos del Registro Poblacional de Cáncer del Municipio de Pasto (Colombia). Aplicando la metodología para proyectos de minería de datos CRISP-DM, se construyó, limpió y transformó un repositorio de datos con la información de las mujeres que fueron diagnosticadas con cáncer invasivo de cuello uterino entre los años 1998 y 2002, con una ventana de observación hasta el 2007.

²² Timaran Ricardo, Calderón Andrés, Hidalgo Arsenio. Aplicación de los árboles de decisión en la identificación de patrones de lesiones fatales por causa externa en el municipio de Pasto. San Juan de Pasto Nariño. 2017

²³ Timaran Ricardo, Yepes María. Caracterización de la supervivencia de mujeres con cáncer invasivo de cuello uterino usando minería de datos. San Juan de Pasto Nariño. 2016

La anterior investigación sustenta el proyecto puesto que apoya la contextualización sobre el uso de minería de datos en el sector salud aplicando CRISP-DM que es la metodología que se va a llevar a cabo dentro de dicho proyecto.

2.2 SUPUESTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1 Embarazo

Según la OMS la definición de embarazo “Se conoce como el estado de la mujer que comprende desde la fecundación del óvulo, hasta el momento del parto. En este se incluyen los procesos físicos de crecimiento y desarrollo del feto en el útero de la madre y también los importantes cambios que experimenta esta última, en sus sistemas cardiovascular, pulmonar, renal, gastrointestinal, endocrino, etc. se presenta también cambios psicológicos que son normales y sanos”, se puede destacar que la fisiopatología del embarazo en una mujer, se genera cuando inicia la pubertad con su menarquia y la culminación cuando entra en periodo de menopausia.

Cuando la mujer queda en embarazo, la morbimortalidad (Medición de fallecimientos realizada sobre un segmento población en un periodo específico, como dato informativo global o a partir de la identificación de un agente o circunstancia fatal), depende de muchos factores ya sean modificables o no modificables, para eso el ministerio de salud habilito el programa de redes integrales²⁴, (resolución 1441/2016) y creó los lineamientos de las RIAS²⁵ (resolución 32/80/2016), en donde se enfatiza en las mujeres en estado de gestación y las tiene como prioridad en un programa estipulado como maternidad segura, en el cual todas las EPS tanto contributivas como subsidiadas, tienen como directriz implementar las redes integrales de prestadores de servicios de salud; por tal razón el ministerio de salud creó una ruta de maternidad segura, donde involucra las IPS (Instituto Prestador de Salud), en implementar una ruta

²⁴ Resolución 3280 - 2018 implementadas por Emssanar EPS. Rutas integrales de atención en salud. 2019

²⁵ *Ibíd*, p. 1

para que esta se desarrolle y se ejecute en cada departamento, municipio, y localidad en Colombia.

Cabe destacar que en Colombia existen guías que van encaminadas a la monitorización de las maternas, con llevando esto a la disminución de la mortalidad y morbilidad en mujeres en estado de gestación, donde las podemos catalogar como bajo, mediano y alto riesgo, dependiendo de esta clasificación, se tendrá en cuenta los exámenes tanto clínicos como imagenológicos, interconsultas y rutas que se deben tomar con cada caso.

2.2.2 Morbilidad Materna Extrema

Según la Organización Mundial de la Salud²⁶ (OMS) define la Morbilidad Materna Extrema (MME) como un estado en el cual una mujer casi muere, pero sobrevivió a una complicación ocurrida durante el embarazo, el parto o dentro de la etapa del puerperio (Período de tiempo que dura la recuperación completa del aparato reproductor después del parto, que suele durar entre cinco y seis semanas).

Según la Federación Latinoamericana de Sociedades de Obstetricia y Ginecología²⁷ (FLASOG) la definió como “una complicación grave que ocurre durante el embarazo, parto y puerperio, que pone en riesgo la vida de la mujer o requiere una atención inmediata con el fin de evitar la muerte”.

De igual manera el protocolo de vigilancia en salud pública la morbilidad materna²⁸ se define como un evento de interés en salud pública que tiene un impacto importante al evaluar los servicios de salud ya que una atención oportuna y de calidad en una mujer con una complicación obstétrica severa puede prevenir un desenlace fatal.

²⁶ Instituto nacional de salud. Protocolo de vigilancia en salud pública-Morbilidad materna extrema. Colombia. 2017

²⁷ *Ibíd*, p. 4

²⁸ Instituto nacional de salud. Protocolo de vigilancia en salud pública-Morbilidad materna extrema. Colombia. 2017

Los criterios clínicos de inclusión de morbilidad materna extrema, según la OMS Y FLSOG, cita:

Tabla 1. Criterios clínicos de inclusión de morbilidad materna extrema

Criterio	
Relacionado con enfermedad específica	Eclampsia
	Pre-eclampsia severa
	Sepsis o infección sistémica severa
	Hemorragia obstétrica severa
	Ruptura uterina
Relacionado con disfunción orgánica	Falla vascular
	Falla renal
	Falla hepática
	Falla metabólica
	Falla cerebral
	Falla respiratoria
	Falla de coagulación
Relacionado con manejo	Necesidad de transfusión
	Necesidad de UCI
	Necesidad de procedimiento quirúrgico de emergencia

Fuente: Organización Mundial de la Salud y Federación Latinoamericana de Sociedades de Obstetricia y Ginecología

2.2.3 Hipertensión arterial

La definición clara del trastorno hipertensivo asociado al embarazo la cita el doctor Hernán A²⁹ en su trabajo titulado HIPERTENSIÓN INDUCIDA POR EL EMBARAZO: describe un amplio espectro de condiciones cuyo rango fluctúa entre elevaciones leves de la tensión arterial a hipertensión severa con daño a órgano blanco y grave morbilidad materno – fetal.

Esta se define como la tensión arterial igual o mayor de 140 mmHg, de sistólica y/o 90 mmHg de diastólica, registrada en dos tomas separadas por lo menos por 6 horas en el transcurso de la semana.

Las guías clínicas de FISTERRA³⁰ refieren que los estados hipertensivos del embarazo son un conjunto heterogéneo de cuadros clínicos cuya característica común es el aumento de la presión arterial, por lo cual se describe que la

²⁹ Hernán A. Hipertensión inducida por el embarazo. Chubut-Argentina. 2013

³⁰ Gonzales Irene. Estados hipertensivos en el embarazo. 2017

hipertensión inducida por el embarazo es una tensión arterial mayor o igual 140/90 mmHg durante la semana 20 y posterior a esta, con ausencia de proteinuria y normalización tras la semana 12 post parto o post cesárea.

Por último, la Guía clínica de Hipertensión arterial primaria (hta) colombiana ³¹ enuncia:

La hipertensión arterial sistémica es una enfermedad crónica que se caracteriza por ser un trastorno vascular cuya manifestación clínica más evidente es la elevación anormal de las cifras de tensionales y cuya consecuencia puede ser la presentación de eventos vasculares aterotrombóticos (infarto de miocardio, ataque cerebrovascular, entre otros), falla cardiaca o falla renal. Más del 90% de los casos de HTA no tienen una causa identificable y corregible, por lo que requieren de tratamiento crónico.

Según la prevalencia de hipertensión arterial en Colombia³² estudio realizado en el 2019, arrojó una prevalencia de hipertensión en la población general femenina entre edades de 18 a 24 años, y 36 a 52 años, que incluyen factores modificables como, estilos de vida, alimentación, y no modificables como edad, sexo, raza entre otros por lo cual se debe a un comportamiento de tipo epidemiológico que va en crecimiento según el crecimiento y envejecimiento de la población.

Por tal razón las guías clínicas y protocolos internacionales, nacionales, e institucionales van encaminados a la detección temprana y oportuna de las mujeres en estado gestacional, evitando así las complicaciones derivadas de un mal control prenatal.

³¹ Ministerio de Salud y Protección Social – Colciencias. Guía de práctica clínica Hipertensión arterial primaria (hta). Bogotá- Colombia. 2013

³² Zurique. M, Zurique. C. prevalencia de hipertensión arterial en Colombia. 2019

2.2.4 Control prenatal

El embarazo es un proceso fisiológico, que en algunas ocasiones puede sufrir alteraciones, conllevando a la morbilidad de la gestante, y que estas se pueden detectar a tiempo haciendo uso de los controles que se encuentran en las guías MIAS³³ (Modelo Integral de Atención en Salud) Y RIAS³⁴ (Rutas Integrales de Atención en Salud).

La mayoría de los embarazos no presentan patologías, pero es una etapa donde la madre es más vulnerable al igual que el feto y/o neonato.

El objetivo de la prevención y el diagnóstico oportuno de las maternas mediante los controles prenatales, consiste en determinar la edad gestacional, sus riesgos y posibles complicaciones, estado de la madre y feto y educación del paciente.

El control prenatal se divide en tres trimestres donde en cada uno de ellos se envían paraclínicos y exámenes diagnósticos para mirar cómo está la materna y su producto.

El embarazo se maneja por semanas gestaciones mas no por meses engendrados, dado a que la atención del embarazo depende de cómo se es catalogado su gestación; ya sea de bajo o alto riesgo, intervendrá un equipo de salud que consta de enfermera, médico y ginecólogo: siendo así su atención: bajo riesgo lo maneja enfermería, alto riesgo el médico, ginecólogo o perinatólogo.

En los diferentes trimestres de la gestación se envía una serie de paraclínicos, interconsultas y medicamentos, lo cuales se diligencian desde su inscripción al primer control prenatal, y luego valoraciones según su necesidad.

³³ Ministerio de Salud y Protección Social. Modelo Integral de Atención en Salud – MIAS. 2015

³⁴ Resolución 3280 - 2018 implementadas por Emssanar EPS. Rutas integrales de atención en salud. 2019

Los controles trimestrales³⁵ se caracterizan por pacientes de bajo riesgo, las consultas de seguimiento deben ser idealmente mensuales hasta la semana 32; después cada 15 días hasta la semana 36, y luego quincenal o semanalmente hasta el momento del parto. Los últimos dos controles prenatales deben ser efectuados por un médico, con una frecuencia semanal o quincenal para orientar a la gestante, incluyendo a su familia, sobre el sitio de realización del parto, la atención del recién nacido, explicar los factores de riesgo y diligenciar, completa, la nota de remisión.

En pacientes de alto riesgo, el intervalo con que se realice el control se establecerá de acuerdo con la patología y a criterio del especialista. Idealmente, toda gestante debe ser valorada por el médico ginecobstetra, para confirmar o determinar el factor de riesgo. Se recomienda que esta valoración se efectúe en la segunda consulta y en el último trimestre del embarazo, preferiblemente entre las semanas 32 a 34.

Por lo antes mencionado las pacientes que han desarrollado hipertensión inducida por el embarazo, deben ser manejadas por ginecología y perinatología, para evaluar el estado de la materna y su feto, cabe recalcar que la finalidad de las maternas con este tipo de patología es el desembrazo de ella misma para evitar consecuencias como la preeclampsia y eclampsia, siendo su definición según el protocolo colombiano³⁶ así:

Preeclampsia severa: Presión arterial sistólica persistente de 160 mmHg o más o presión arterial diastólica de 110 mmHg, más Proteinuria de 5 g o más en 24 horas; o en ausencia de proteinuria, hipertensión de aparición reciente con cualquiera de los siguientes criterios: trombocitopenia < 100.000, Oliguria 1,1 mg/dL o el doble de la creatinina sérica en ausencia de otra enfermedad renal, Aumento de transaminasas al doble de los valores normales, Edema pulmonar, alteraciones visuales o cerebrales.

³⁵ Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, D. C. Guía de control prenatal y factores de riesgo.

³⁶ *Ibíd*, p. 11

Eclampsia: Presencia de convulsiones generalizadas en el contexto de la preeclampsia en pacientes sin historia previa de epilepsia, o en estado de coma y en ausencia de otros trastornos neurológicos.

Según Cararach R³⁷. Define la preeclampsia como la aparición de hipertensión y proteinuria después de la semana 20 del embarazo. Se suele acompañar de edemas, pero no es necesaria la presencia de éstos para ser diagnosticada. Es una enfermedad característica y propia del embarazo de la que se pueden tratar los síntomas, pero sólo se cura con la finalización del mismo y si no se trata adecuadamente puede ser causa de graves complicaciones tanto para la mujer embarazada como para el feto.

2.2.5 Ingeniería de software

De acuerdo con Sommerville, I³⁸. En su libro ingeniería del software 7ma edición, la noción de ingeniería de software fue propuesta inicialmente en 1968 en una conferencia para discutir lo que en ese entonces se llamó la «crisis del software». Esta crisis del software fue el resultado de la introducción de las nuevas computadoras hardware basadas en circuitos integrados. Su poder hizo que las aplicaciones hasta ese entonces irrealizables fueran una propuesta factible. El software resultante fue de órdenes de magnitud más grande y más complejo que los sistemas de software previos.

La experiencia previa en la construcción de estos sistemas mostró que un enfoque informal para el desarrollo del software no era muy bueno. Los grandes proyectos a menudo tenían años de retraso. Costaban mucho más de lo presupuestado, eran irrealizables, difíciles de mantener y con un desempeño pobre. El desarrollo de software estaba en crisis. Los costos del hardware se tambaleaban mientras que los del software se incrementaban con rapidez. Se necesitaban nuevas técnicas y métodos para controlar la complejidad inherente a los sistemas grandes.

³⁷ Cararach, R. Preeclampsia. Eclampsia y síndrome HELLP. Barcelona. 2008

³⁸ Sommerville, I. Ingeniería del software 7ma edición. Madrid-españa.2005

La ingeniería del software surgió entonces como una solución a dicha problemática ya que es una disciplina de la ingeniería que comprende todos los aspectos de la producción de software desde las etapas iniciales de la especificación del sistema, hasta el mantenimiento de éste después de que se utiliza. En esta definición, existen dos frases clave:

- **Disciplina de la ingeniería.** Los ingenieros hacen que las cosas funcionen. Aplican teorías, métodos y herramientas donde sean convenientes, pero las utilizan de forma selectiva y siempre tratando de descubrir soluciones a los problemas, aun cuando no existan teorías y métodos aplicables para resolverlos. Los ingenieros también saben que deben trabajar con restricciones financieras y organizacionales, por lo que buscan soluciones tomando en cuenta estas restricciones.
- **Todos los aspectos de producción de software.** La ingeniería del software no sólo comprende los procesos técnicos del desarrollo de software, sino también con actividades tales como la gestión de proyectos de software y el desarrollo de herramientas, métodos y teorías de apoyo a la producción de software.

2.2.6 Base de datos:

Se tienen diferentes conceptos acerca de este tema, pero en esta ocasión se tomará el concepto manifestado Anguiano J³⁹ (IBM) que dice “Es un contenedor que permite almacenar la información de forma ordenada con diferentes propósitos y usos. Por ejemplo, en una base de datos se puede almacenar información de diferentes departamentos (Ventas, Recursos Humanos, Inventarios, entre otros)”.

³⁹ Anguiano, J. IBM International Business Machines. 2014

Ahora bien, teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto se puede establecer que una base de datos es un conjunto de datos que está almacenados ordenadamente, que tienen diferentes usos como: marketing, estadística, manejo y control de datos entre otros; dándole a las entidades públicas y privadas un forma fácil y ágil de los registros de sus datos.

2.2.7 Integridad y seguridad de los datos

Este es un tema de vital importancia cuando hablamos de bases de datos teniendo en cuenta que los datos que se recogen y reposan en una base de datos deben tener un mínimo de seguridad tal cual como lo hace conocer Silberschatz A⁴⁰. En su libro Fundamentos de base de datos en el cual manifiesta: “Las restricciones de integridad proporcionan un medio de asegurar que las modificaciones hechas a la base de datos por los usuarios autorizados no provoquen la pérdida de la consistencia de los datos. Por tanto, las restricciones de integridad protegen a la base de datos contra los daños accidentales”.

Por otra parte, se tiene que en la legislación colombiana se emitió la Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1377 de 2013⁴¹, a través de los cuales se desarrolla el derecho que “tienen todas las personas a conocer, suprimir, actualizar y rectificar todo tipo de datos personales recolectados, almacenados o que hayan sido objeto de tratamiento en bases de datos en las entidades del públicas y privadas”; intentando así, dar un debido manejo de los datos almacenados.

2.2.8 Gestor de Base de datos: PostgreSQL

Existen diferentes gestores de bases de datos entre ellos está PostgreSQL que “es un sistema de gestión de bases de datos orientado a objetos y de código abierto” (PostgreSQL org); que entre sus características principales se observa que es gratuito, es multiplataforma, de fácil uso, puede manejar grandes volúmenes de datos.

⁴⁰ Silberschatz, A. Fundamentos de base de datos 4ta edición. España. 2002.

⁴¹ Modelo integrado de planeación y gestión. Habeas Data. Colombia

De igual manera IBM Cloud Free Tier⁴² da un concepto de PostgreSQL donde manifiesta que “es una base de datos de código abierto que tiene una sólida reputación por su confiabilidad, flexibilidad y soporte de estándares técnicos abiertos. A diferencia de otros RDMBS (Sistemas de gestión de bases de datos relacionales), PostgreSQL admite tipos de datos tanto relacionales como no relacionales. Esto la convierte en una de las bases de datos relacionales más compatibles, estables y maduras disponibles en la actualidad.”

2.2.9 Minería de datos

Según Martínez, B⁴³. En su obra titulada Minería de datos, La disciplina denominada Minería de Datos estudia métodos y algoritmos que permiten la extracción automática de información sintetizada que permite caracterizar las relaciones escondidas en la gran cantidad de datos; también se pretende que la información obtenida posea capacidad predictiva, facilitando el análisis de los datos de forma eficiente. Bajo la denominación de "minería de datos" se han agrupado recientemente diversas técnicas estadísticas y del aprendizaje automático (Inteligencia Artificial) enfocadas, principalmente, a la visualización, análisis, y modelización de información de bases de datos masivas.

La idea de obtener información a partir de un conjunto de datos no es nueva. Desde hace siglos, la gente ha tratado de entender cómo extraer datos valiosos o útiles a partir de una colección de datos y luego cómo hacer uso de la información obtenida para lograr un beneficio o un objetivo útil. Ese es también el propósito de la minería de datos.

El gran volumen de datos, generado actualmente, ha despertado el interés de los investigadores que buscan aprovechar esta circunstancia para la obtención de información útil. Parte de los esfuerzos se han dirigido al desarrollo de técnicas de extracción de datos y patrones que sirven de apoyo a las tareas de minería de

⁴² IBM Cloud Free Tier. PostgreSQL

⁴³ Martínez, B. Minería de datos. Puebla-México. 2016

datos y, en general, al proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos u otras fuentes.

Como parte del proceso de descubrimiento de conocimiento, se requiere la selección de un método y de una técnica de minería de datos apropiada. Además, se debe determinar la estrategia para implementar la técnica de tal forma que sea eficiente teórica y empíricamente.

2.2.10 Árboles de decisión

De acuerdo con Bouza, C⁴⁴. En su artículo titulado, La minería de datos: Árboles de decisión y su aplicación en estudios médicos. Un Árbol de Decisión (AD) es una representación de una función multivariada que fue posible utilizar en la vida práctica a partir del desarrollo de las modernas computadoras.

Los árboles de decisión proveen de una herramienta de clasificación muy potente. Su uso en el manejo de datos la hace ganar en popularidad dadas las posibilidades que brinda y la facilidad con que son comprendidos sus resultados por cualquier usuario. El árbol en sí mismo, al ser obtenido, determina una regla de decisión. Esta técnica permite: Segmentación, clasificación, predicción, reducción, identificación-interrelación y recodificación.

2.2.11 Paquete estadístico: SPSS

Según Castañeda, M⁴⁵. En su obra Procesamiento de datos y análisis estadístico utilizando SPSS, el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) es uno de los programas de mayor uso en los Estados Unidos de Norteamérica, así como en América Latina. Permite manejar bancos de datos de gran magnitud y también efectuar análisis estadísticos muy complejos.

⁴⁴ Bouza, C. La minería de datos: Árboles de decisión y su aplicación en estudios médicos. 2014

⁴⁵ Castañeda, M. Procesamiento de datos y análisis estadístico utilizando SPSS. Brasil. 2010

Familiarizarse con las diversas opciones y procedimientos estadísticos de un programa como SPSS permite administrar bancos de datos de manera eficiente y desarrollar perfiles de usuarios, hacer proyecciones y análisis de tendencias que permitirán planificar actividades a largo plazo y, en general, hacer un mejor uso de la información capturada en forma electrónica.

SPSS le facilita crear un archivo de datos en una forma estructurada y también organizar una base de datos que puede ser analizada con diversas técnicas estadísticas. A pesar de que existen otros programas (como Microsoft Excel) que se utilizan para organizar datos y crear archivos electrónicos, SPSS permite capturar y analizar los datos sin necesidad de depender de otros programas. Por otro lado, también es posible transformar un banco de datos creado en Microsoft Excel en una base de datos SPSS.

2.2.12 Metodología CRISP-DM

La metodología CRISP-DM⁴⁶ se describe en términos de un modelo de proceso jerárquico, que consta de conjuntos de fases, 6 en total (de lo general a lo específico) que son: Análisis del problema, análisis de los datos, preparación de los datos, modelado, evaluación y explotación.

- **Análisis del problema**

Según Gallardo⁴⁷ esta fase se requiere comprender con exactitud el problema al cual se le va a dar solución utilizando la minería de datos. Esto permitirá recolectar la información necesaria para interpretar con asertividad los resultados encontrados.

- **Análisis de los datos**

⁴⁶ Pete Chatman. Step-by-step data mining guide.2000

⁴⁷ Gallardo José. Metodología para la Definición de Requisitos en Proyectos de Data Mining (ER-DM). Madrid. 2009

De igual manera Gallardo⁴⁸ manifiesta que en esta “fase se realiza la recolección inicial de datos, con el objetivo de establecer un primer contacto con el problema, familiarizándose con ellos, identificar su calidad y establecer las relaciones más evidentes que permitan definir las primeras hipótesis”.

- **Preparación de los datos**

La fase de preparación de datos cubre todas las actividades necesarias para construir el conjunto de datos final (datos que se incorporarán a la herramienta de modelado) a partir de los datos sin procesar iniciales. Las tareas comprenden la selección de tablas, registros y atributos, así como la transformación y limpieza de datos para herramientas de modelado.

- **Modelado**

En esta fase, se seleccionan y aplican las técnicas de modelado, y sus parámetros se calibran a valores óptimos.

- **Evaluación**

En esta fase, se crea el modelo donde “se interpretan los patrones encontrados con el fin de consolidar el conocimiento descubierto e incorporarlo en otro sistema para posteriores acciones o para confrontarlo con conocimiento previamente descubierto.

- **Explotación**

Por último, consiste en potencializar los modelos, integrarlos en los procesos de toma de decisión de la organización y difundir informes sobre el conocimiento extraído.

2.2.13 Regresión lineal

De acuerdo con Molina, G⁴⁹. en su obra titulada Estadística descriptiva en Psicología, el modelo de regresión lineal es el más utilizado a la hora de predecir los valores de una variable cuantitativa a partir de los valores de otra variable

⁴⁸ Ibíd, p. 35

⁴⁹ Molina, G. Estadística descriptiva en Psicología. España. 2010

explicativa también cuantitativa (modelo de regresión lineal simple). Una generalización de este modelo, el de regresión lineal múltiple, permite considerar más de una variable explicativa cuantitativa.

Según el modelo de regresión lineal simple, las puntuaciones de los sujetos en 2 variables -una de ellas considerada como variable predictora (X) y la otra como variable de respuesta (Y) -vienen representadas (modeladas) por la ecuación de una línea recta:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1$$

Cuando hay más de una variable explicativa (modelo de regresión lineal múltiple), se utiliza un subíndice para cada una de ellas, por ejemplo, para el caso de dos variables explicativas:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2$$

2.2.14 Metodología ágil XP:

Según Meléndez, S⁵⁰. En su obra titulada Metodología Ágil Programación Extrema XP, Las Metodologías Ágiles resuelven los problemas surgidos, posteriormente, a la masificación del uso del computador personal, dado que las expectativas y necesidades por parte de los usuarios se hicieron más urgentes y frecuentes. Fue así como al comienzo de los 90 surgieron propuestas metodológicas para lograr resultados más rápidos en el desarrollo del software sin disminuir su calidad.

La Programación Extrema o Extreme Programming, es un enfoque de la ingeniería de software formulado por Kent Beck, se considera el más destacado de los procesos ágiles de desarrollo de software. Al igual que estos, la programación

⁵⁰ Meléndez, S. Metodología Ágil Programación Extrema XP. Nicaragua. 2016

extrema se diferencia de los métodos tradicionales principalmente en que presenta más énfasis en la adaptabilidad que en la previsibilidad.

La Programación Extrema consta de 4 fases, las cuales son:

- **Planeación**

La Metodología XP⁵¹ plantea la planificación como un diálogo continuo entre las partes involucradas en el proyecto, incluyendo al cliente, a los programadores y a los coordinadores. El proyecto comienza recopilando las historias de usuarios, las que constituyen a los tradicionales casos de uso.

- **Diseño**

Según Díaz, M⁵² la metodología XP hace especial énfasis en los diseños simples y claros. Los conceptos más importantes de diseño en esta metodología son los siguientes:

Simplicidad: Un diseño simple se implementa más rápidamente que uno complejo. Por ello XP propone implementar el diseño más simple posible que funcione.

Soluciones: “Spike”, Cuando aparecen problemas técnicos, o cuando es difícil de estimar el tiempo para implementar una historia de usuario, pueden utilizarse pequeños programas de prueba (llamados “Spike”), para explorar diferentes soluciones.

Metáforas: XP sugiere utilizar este concepto como una manera sencilla de explicar el propósito del proyecto, así como guiar la estructura del mismo.

- **Codificación**

Esta fase como lo explica Bustamante D⁵³. Trata sobre la disponibilidad del Cliente, Uno de los requerimientos de XP es tener al cliente disponible durante

⁵¹ Joskowicz Jose. Reglas y Prácticas en eXtreme Programming. Montevideo. 2008

⁵² Diaz Marycarmen y Garcia Antonio. La programación extrema. Habana-Cuba. 2013

todo el proyecto. No solamente como apoyo a los desarrolladores, sino formando parte del grupo. Antes del desarrollo de cada historia de usuario el cliente debe especificar detalladamente lo que ésta hará y también tendrá que estar presente cuando se realicen los test que verifiquen que la historia implementada cumple la funcionalidad especificada.

- **Pruebas**

De acuerdo con Echeverry. L⁵⁴. XP enfatiza mucho los aspectos relacionados con las pruebas, clasificándolas en diferentes tipos y funcionalidades específicas, indicando quién, cuándo y cómo deben ser implementadas y ejecutadas. Del buen uso de las pruebas depende el éxito de otras prácticas, tales como la propiedad colectiva del código y la refactorización. Cuando se tienen bien implementadas las pruebas no habrá temor de modificar el código del otro programador en el sentido que, si se daña alguna sección, las pruebas mostrarán el error y permitirán encontrarlo. El mismo criterio se aplica a la refactorización. Uno de los elementos que podría obstaculizar que un programador cambie una sección de código funcional es precisamente hacer que este deje de funcionar. Si se tiene un grupo de pruebas que garantice su buen funcionamiento, este temor se mitiga en gran medida.

2.2.15 Aplicación App

De acuerdo con Artica, R⁵⁵. En su trabajo titulado Desarrollo de las aplicaciones móviles, Una aplicación (también llamada app) es simplemente un programa informático creado para llevar a cabo o facilitar una tarea en un dispositivo informático.

⁵³ Bustamante Dayana. Metodología XP. Barinas-Venezuela. 2014

⁵⁴ Echeverry Luis. Caso práctico de la metodología ágil XP al desarrollo de software. Pereira-Colombia. 2007

⁵⁵ Artica, R. Desarrollo de las aplicaciones móviles. Perú. 2014

Las aplicaciones nacen de alguna necesidad concreta de los usuarios, y se usan para facilitar o permitir la ejecución de ciertas tareas en las que un analista o un programador han detectado una cierta necesidad. Pero las aplicaciones también pueden responder a necesidades lúdicas, además de laborales.

El mercado de las aplicaciones móviles ha adquirido en los últimos años una gran importancia. Es un hecho que las apps se han convertido ya en una parte de nuestro día a día, ya sea en forma de juegos, redes sociales, comunicación, etc.

2.2.16 Android

Android⁵⁶ es un sistema operativo de código abierto para dispositivos móviles, se programa principalmente en Java, y su núcleo está basado en Linux. Tanto el sistema operativo, como la plataforma de desarrollo - están liberados bajo la licencia de Apache. Esta licencia permite a los fabricantes añadir sus propias extensiones propietarias, sin tener que ponerlas en manos de la comunidad de software libre. Al ser de open source, Android hace posible:

- Una comunidad de desarrollo, gracias a sus completas APIs y documentación ofrecida.
- Desarrollo desde cualquier plataforma (Linux, Mac, Windows, entre otros).
- sistema operativo para cualquier tipo de dispositivo móvil, al no estar diseñado para un sólo tipo de móvil.
- Posibilidad para cualquier fabricante de diseñar un dispositivo que trabaje con Android, y la posibilidad de abrir el sistema operativo y adaptarlo o extenderlo para su dispositivo.
- Valor añadido para los fabricantes de dispositivos: las empresas se ahorran el coste de desarrollar un sistema operativo completo para sus dispositivos.

⁵⁶ Computer & Communications Industry Association. United States. 2014

- Valor añadido para los desarrolladores: los desarrolladores se ahorran tener que programar APIs, entornos gráficos, aprender acceso a dispositivos hardware particulares, entre otros.

2.3 VARIABLES DEL ESTUDIO

En la investigación se tiene en cuenta las siguientes variables:

Variable independiente

- Grado de preeclampsia

Variables dependientes

Datos clínicos

- Edad

Exámenes de sangre

- Hematocritos
- Neutrófilos
- Alanina-aminotransferasa (TGP)
- Lactato deshidrogenasa (DHL)
- Creatinina

Exámenes de orina

- Proteinuria de 24 horas

2.4 DEFINICIÓN NOMINAL DE LAS VARIABLES

Variable independiente

Grado de preeclampsia: Complicación del embarazo caracterizada por distintos resultados tanto exámenes de sangre, así como también exámenes de orina, este generalmente comienza después de la semana 20 del embarazo cuyos niveles están comprendidos entre preeclampsia leve y preeclampsia severa.

Variables dependientes

- **Datos clínicos**

Edad: Lapso de tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento de realizado el examen médico.

- **Exámenes de sangre**

Hematocritos: Examen de sangre que mide la cantidad de sangre de una persona que está compuesta por glóbulos rojos. Esta medición depende del número de glóbulos rojos.

Neutrófilos: Tipo de glóbulo blanco y ayudan al cuerpo a combatir infecciones. Su examen mide el número anormalmente bajo de neutrófilos (un tipo de glóbulos blancos) en la sangre.

Alanina-aminotransferasa (TGP): Enzima que se encuentra en el hígado y otros tejidos. Una concentración alta de dicha enzima liberada en la sangre puede ser un signo de daño en el hígado.

Lactato deshidrogenasa (DHL): Es una proteína que ayuda a producir energía en el cuerpo. El examen de DHL mide la cantidad de DHL presente en la sangre, sirve para averiguar si se ha sufrido daño en un tejido del cuerpo.

Creatinina: Compuesto orgánico utilizado para comprobar el adecuado funcionamiento de los riñones.

- **Exámenes de orina**

Proteinuria de 24 horas: Examen que mide la presencia de proteína secretada en la orina durante 24 horas.

2.5 DEFINICIÓN OPERATIVA DE LAS VARIABLES

Campos para tener en cuenta en la obtención de la información.

Variable independiente

Grado de preeclampsia: Esta variable se medirá en dos niveles que se muestran a continuación:

Tabla 2. Nivel de preeclampsia

Nivel	Representación
Preeclampsia leve	1
Preeclampsia severa	2

Fuente: Investigación propia

Variables dependientes

Datos clínicos

- **Edad:** número de años cumplidos, según fecha de nacimiento. Esta variable se medirá entre los rangos comprendidos:

Tabla 3. Rangos de edad

Rangos de edad
12-18
19-24
24-30
31-36
37-42
>42

Fuente: Investigación propia

Exámenes de sangre

Hematocritos: Esta variable se medirá con el porcentaje de hematocrito.

Neutrófilos: Esta variable se medirá con el porcentaje de neutrófilos.

Alanina-aminotransferasa (TGP): Esta variable se medirá en: U/L.

Lactato deshidrogenasa (DHL): Esta variable se medirá en: U/L.

Tabla 4. Niveles de DHL

Inferior	Normal	Elevada
> 100 U/L	100 - 220 U/L	< 220 U/L

Fuente: Investigación propia

Creatinina: Esta variable se medirá en: mg/dl.

Tabla 5. Creatinina de 24 horas

Normal	Elevada
0 - 300 UL	< 300 UL

Fuente: Investigación propia

Exámenes de orina

Proteinuria de 24 horas: Esta variable se medirá según la cantidad de proteínas contenida en la orina en 24 horas.

Modelo predictivo

Las siguientes variables serán exclusivamente para el modelo predictivo.

Paraclínicos

- **Cuadro hemático:** Esta variable se medirá de la siguiente forma:

Tabla 6. Cuadro hemático

MUJER	
Hemoglobina	14 - 16g/dl
Hematocrito	42%
Volumen corpuscular medio (VCM)	83 - 97 fl
Hemoglobina corpuscular media (HCM)	29 -31 pg
Concentración corpuscular media de hemoglobina (CCMH)	34 - 36 g/dl
Amplitud de distribución eritrocitaria (ADE)	13 - 15 %
Reticulocitos	35000-750000ul
Leucocitos	hasta 10000/ul

Neutrófilos	55 - 65 %
Linfocitos	25 - 35%
Monocitos	4 - 8%
Eosinófilos	0,5 - 4%
Basófilos	0,5 - 1 %
Plaquetas	150,000 - 350,000 /ul
Transaminasas	
transaminasa glutamicooxalacética /GOT	0 - 37 U/L
transaminasa glutamicopirúvica / GPT	0 -41 U/L

Fuente: Investigación propia

- **Fosfatasa alcalina:** Esta variable se medirá así:

Tabla 7. Fosfatasa alcalina

Inferior	Normal	Elevada
> 60 U/L	60 - 170 U/L	< 170 U/L

Fuente: Investigación propia

- **Parcial de orina:** Esta variable se medirá de la siguiente forma:

Tabla 8. Parcial de orina

Color de orina	Amarillo claro
Aspecto	Normal
ESTUDIO FÍSICO QUÍMICO	
PH	5.0 a 8.0
Densidad	1005 - 1030
Proteína	Negativas
Glucosa	Negativas
Leucocitos (est)	0
Cetona	Negativas
Bilirrubina	Negativas
Urobilinógeno	Negativas
Sangre	Negativas
Nitritos	Negativas
ESTUDIO MICOSCOPICO	
Células Epiteliales Bajas	Ninguna
Leucocitos	Ninguna
Bacterias	Ninguna

Fuente: Investigación propia

- **Presión arterial:** Las mediciones de la presión arterial se expresan con dos valores, un número mayor, denominado presión arterial sistólica y un número menor, la presión arterial diastólica. Normalmente se escriben ambos números, separados por el signo “/”. La unidad de medida de la presión arterial es milímetros de mercurio (se abrevia mmHg). Por ejemplo: 120/80 mmHg.

La presión arterial habitual en el adulto no debería ser mayor de 120/80mmHg. Cuando ésta se encuentra entre 120/80 mmHg y 140/90 mmHg se dice que la persona tiene “prehipertensión arterial” o “presión normal alta”. Cuando la presión arterial se encuentra por encima de 140/90 mmHg se considera que la persona tiene hipertensión arterial”.⁵⁷

Tabla 9. Clasificación de la presión arterial

Clasificación de la presión arterial		
Categoría	Sistólica (mmHg)	Diastólica (mmHg)
Normal	Menos de 120	Menos de 80
Prehipertensión	120 a 139	80 a 89
Hipertensión		
Etapa I	140 a 159	80 a 99
Etapa II	160 a 179	100 a 109
Etapa III	180 y mas	110 y mas

Fuente: Investigación propia

2.6 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.6.1 Hipótesis de investigación

Hi: El uso de un aplicativo móvil, mediante analítica de datos, mejora las condiciones de salud de madres gestantes que presentan la patología de preeclampsia.

⁵⁷ Centro Nacional de Investigación en Evidencia y Tecnologías en Salud CINETS. Guía de práctica clínica Hipertensión Arterial Primaria (HTA). Bogotá. 2013

2.6.2 Hipótesis nula

Ho: El uso de un aplicativo móvil, mediante analítica de datos, no mejora las condiciones de salud de madres gestantes que presentan la patología de preeclampsia.

2.6.3 Hipótesis alterna

Ha: El uso de un aplicativo móvil, mediante analítica de datos, mejora las condiciones de salud de madres gestantes, que presentan la patología de preeclampsia, así como también de aquellas con eclampsia.

3. METODOLOGÍA

3.1 PARADIGMA

Esta investigación cuantitativa se trabajó en base al paradigma positivista puesto que se obtuvo el conocimiento a través de datos objetivamente verificables y cuantificables.

3.2 ENFOQUE

El proyecto de investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo debido a que se utilizan datos cuantitativos o cuantificables ya que poseen diversas propiedades que se aplicaran en esta investigación.

3.3 MÉTODO

Se utilizó el método científico también conocido como método empírico - analítico, ya que hace mediciones controlada de variables, utiliza información cuantitativa, técnicas estadísticas para tratar y analizar la generación de datos permitiendo ser objetivos en el proceso de obtención de conocimientos que es lo que se busca en esta investigación.

3.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación a realizar se encuentra dentro del tipo correlacional, ya que se desea medir y evaluar a través de las variables relacionadas en qué medida puede el sistema de información apoyar el control del diagnóstico de hipertensión inducida por el embarazo y preeclampsia.

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El término diseño “se refiere al plan o estrategia que indica las pruebas a efectuar para recolectar y analizar la información que permitirá responder a las preguntas de investigación y demostrar o refutar las hipótesis planteadas”.⁵⁸

En la investigación se tiene en cuenta el tipo de diseño cuasi-experimental; “ya que, en ausencia de aleatorización, el investigador se enfrenta con la tarea de

⁵⁸ Quijano Vodniza, José Armando. *Guía de investigación cuantitativa*. Pasto: Tecnografic, 2009.

identificar y separar los efectos de los tratamientos del resto de factores que afectan a la variable dependiente”.⁵⁹

A continuación, se define cada una de las variables del cuasi experimento de la siguiente manera:

- G1: Grupo de paciente en representación de maternas.
- G2: Grupo de paciente en representación de maternas en las cuales se va evidenciar el uso del aplicativo móvil.

La estrategia para efectuar el proceso de diseño de investigación será llevar a cabo proceso de minería de datos en el repositorio central de información con el objetivo de obtener resultados más precisos en las variables objeto de estudio.

Se generará dos grupos, uno de referencia y otro control específicamente con ciertas variables para evidenciar el uso de la App y la utilidad en el diagnóstico de la materna.

3.6 POBLACIÓN

La población a estudiar es:

54 maternas procedentes de los diferentes municipios del departamento de Nariño que confluyen en Pasto, con diagnóstico de hipertensión inducida por el embarazo y preeclampsia del régimen subsidiado asociadas a Emssanar.

3.7 MUESTRA

Se tomará una muestra probabilística la cual será seleccionada por el grupo investigador y será estructurada de la siguiente manera:

n= Muestra de población.

z= Nivel de confianza.

p= Proporción de la población con la característica deseada.

q= Proporción de la población sin la característica deseada.

e= Nivel de error dispuesto a cometer.

⁵⁹ Bono Roser. Diseños cuasiexperimentales y longitudinales. Barcelona. 2012

N= Tamaño de la población.

$$n = \frac{z^2(p * q)}{e^2 + \frac{(z^2(p * q))}{N}}$$

Para la investigación se tendrá en cuenta:

- Margen de error: 5%.
- Nivel de confianza: 95%.
- Tamaño de población: 54.

Para un tamaño de muestra total de 48 maternas.

3.8 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

La encuesta será el principal elemento de recolección de información la cual consiste en un conjunto de preguntas sistematizadas a partir de las variables de interés en el estudio, que permiten consultar la opinión de un médico especialista en el área de salud y de igual forma los datos son obtenidos de las maternas que proceden de los diferentes municipios del departamento de Nariño que confluyen en Pasto, con diagnóstico de hipertensión inducida por el embarazo y preeclampsia.

3.9 VALIDEZ DE LAS TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La técnica de recolección de la información es válida ya que se realizará un juicio de expertos los cuales harán unan valoración sobre los ítems que componen dicho cuestionario, así como una valoración global del mismo.

El cuestionario contará con el juicio de dos expertos, uno procedente del grupo de investigación Tecnofilia de la universidad CESMAG: Magister Arturo Eraso Torres, así como también un experto en el área de salud: Doctora Ana Camila Benavides.

3.10 CONFIABILIDAD DE LAS TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN

Es confiable por que mediante el juicio de expertos se logró reconocer cambios que se tuvieron que aplicar en las distintas preguntas que componían la encuesta

dirigida a personal médico y que a su vez estas preguntas van a corresponder a la realidad de las maternas con diagnóstico de hipertensión inducida por el embarazo y preeclampsia.

3.11 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

El instrumento de recolección de información que se utilizo es la encuesta, la cual se realizó en la plataforma Google Forms.

4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Caracterización de morbilidad materna extrema

Se realizó un estudio, con base en historias clínicas y fichas de notificación individual de morbilidad materna extrema y se tomaron en cuenta los siguientes criterios de inclusión: madres gestantes del régimen subsidiado que confluyen a la ciudad de Pasto, provenientes de los diferentes municipios del departamento de Nariño durante el primer trimestre del 2021. Se obtuvo una muestra representativa con fines de inferencia poblacional.

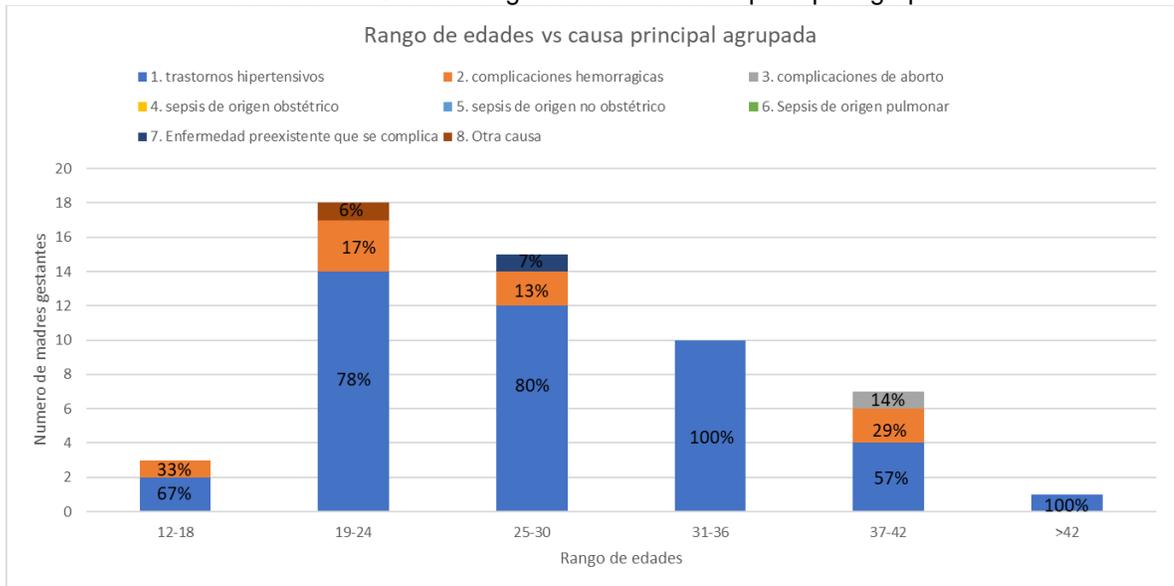
Los casos fueron gestantes con diagnóstico de hipertensión inducida por el embarazo y preeclampsia que se diagnostica después de la semana 20.

Con base en la estructura de las fichas de notificación e historias clínicas, se escogieron un total de 53 variables entre socio-demográficas, clínicas y fisiológicas para el estudio a las cuales se le realizó un proceso de filtración y verificación con el objetivo de seleccionar aquellas maternas que cumplían con los criterios de la investigación.

Finalmente, con los datos obtenidos del repositorio central del primer trimestre del año 2021 se realizó un análisis en el cual se relacionaron las distintas variables contenidas en dicho repositorio, para describir dichas características y de esta forma comprender de mejor manera la patología de morbilidad materna extrema.

Grafica rango de edades vs causa principal agrupada

Ilustración 1. Grafica rango edades vs causa principal agrupada

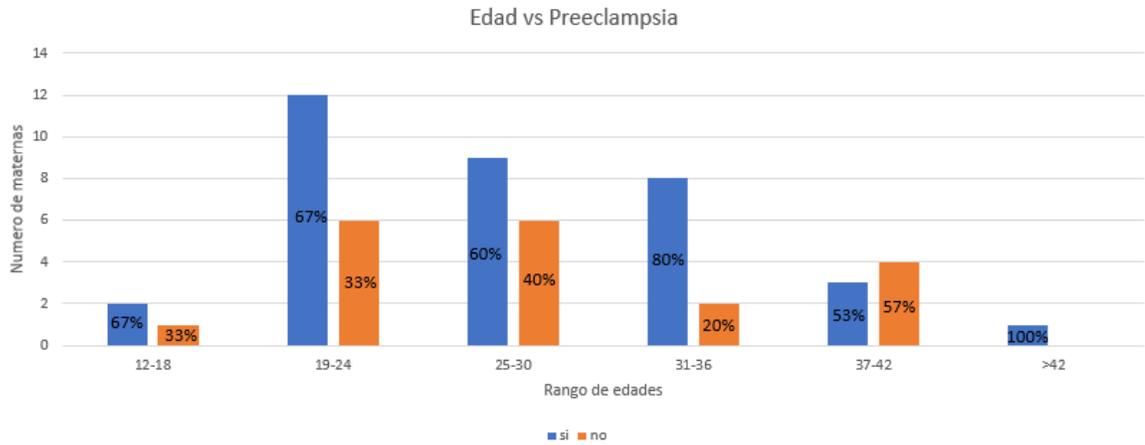


Fuente: Investigación propia

Se evidencia que en la ilustración 1 el porcentaje de mujeres que sufren de trastornos hipertensivos en el embarazo esta entre de 12 a 18 años con un porcentaje de 67%, seguido de las edades de 19 a 24 años con un 78%, y por ultimo edades de 37 a 42 años en un 80%, cabe destacar que los porcentajes más altos ocupando un 100% son de pacientes con un rango de edad entre 31 a 36 y mayores de 42 años que se les detectó trastornos hipertensivos; además se puede evidenciar que entre las edades de 37 a 42 años en un 29% la causa secundaria son las complicaciones hemorrágicas.

Tabla edad vs preeclampsia

Ilustración 2. Edad vs preeclampsia

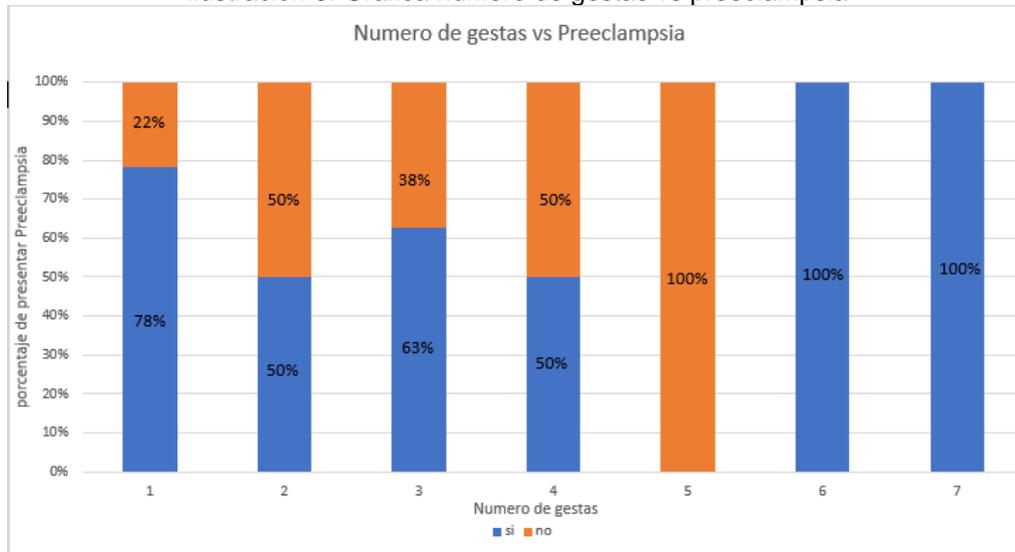


Fuente: Investigación propia

En la ilustración 2 se evidencia que la incidencia de adquirir preeclampsia según la edad, se identifica en un mayor porcentaje en los grupos de 31 a 36 años siendo el 80% y mayores de 42 años en un 100%, no obstante, en los demás grupos de edades se tiene una incidencia significativa, entre 12 a 18 años un 67%, entre 19 a 24 años un 67%, entre 25 y 30 años un 60%, y entre 37 a 42 años un 53%, porcentajes significativos. por lo tanto, la edad es un factor significativo para adquirir este tipo de trastornos en el embarazo

Numero de gestas vs Preeclampsia

Ilustración 3. Grafica número de gestas vs preeclampsia

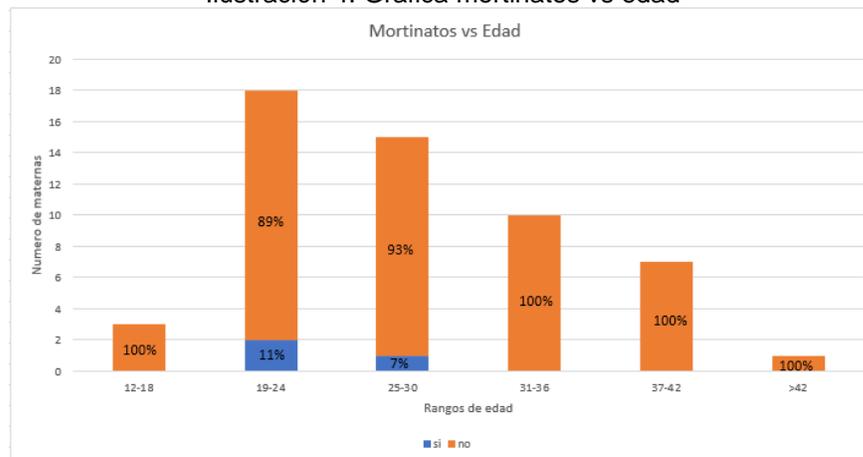


Fuente: Investigación propia

En la ilustración 3 se observa las maternas primigestantes y multigestantes, con una incidencia del 78% y 100% respectivamente, las cuales tienen la probabilidad de adquirir hipertensión inducida por el embarazo y tener complicaciones entorno a la preeclampsia.

Mortinatos vs Edad

Ilustración 4. Grafica mortinatos vs edad

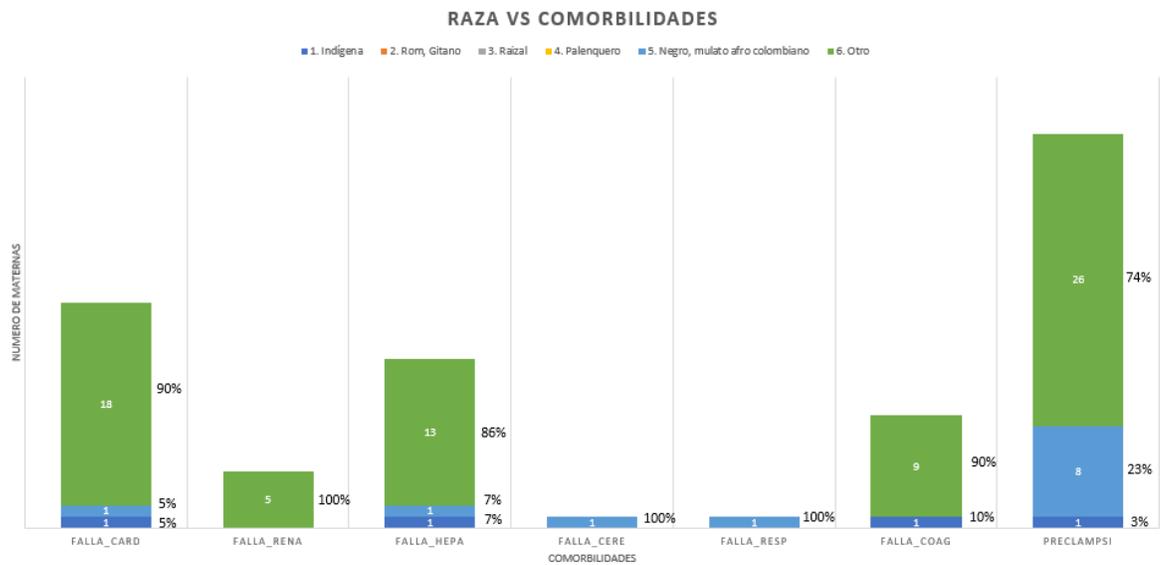


Fuente: Investigación propia

En la ilustración 4 se observa que en los rangos de edad donde es más propenso a ocurrir mortinatos son entre los 19 a 24 donde ocurrieron dos mortinatos correspondientes al 11% dentro de su rango de edad, seguido de las edades comprendidas entre 25 a 30 años donde ocurrió un mortinato equivalente al 7% dentro de su rango de edad.

Raza vs comorbilidades

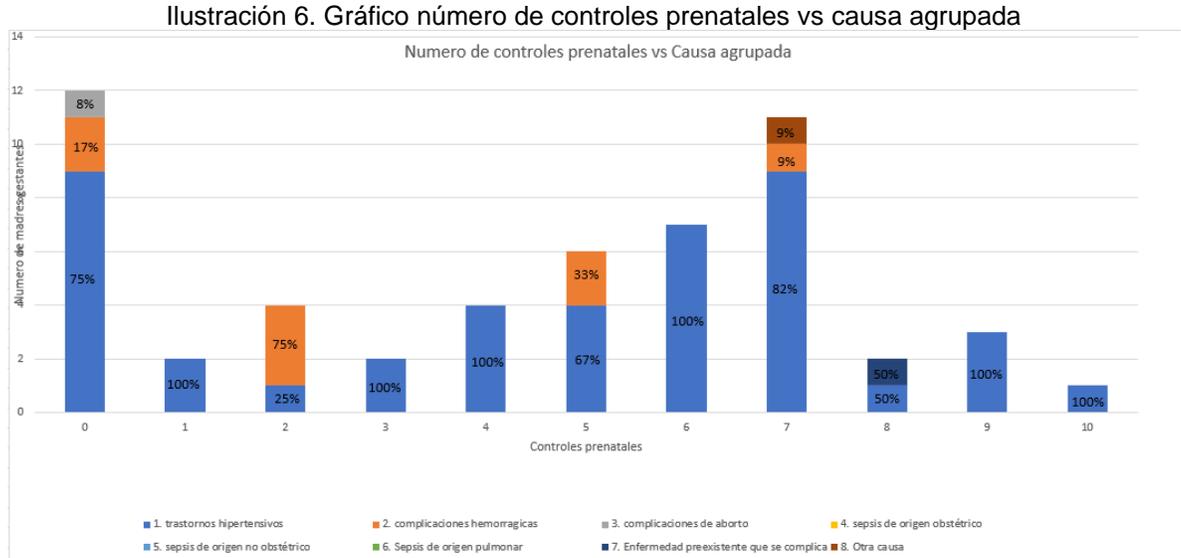
Ilustración 5. Grafica raza vs comorbilidades



Fuente: Investigación propia

En la ilustración 5 se destaca que el grupo étnico "otros" donde está inmersa la raza mestiza se evidencia un total del 71.25% de maternas con comorbilidades expuestas que son falla cardíaca, falla renal, falla hepática y falla de coagulación. Seguido de la raza negra, mulato y afrocolombiano con un 53% de maternas que poseen comorbilidades de falla cardíaca, falla renal, falla cerebral y falla respiratoria. Por último, se encuentra la raza indígena con un 7.3% de maternas a donde las comorbilidades más frecuentes son falla cardíaca, falla hepática y falla de coagulación.

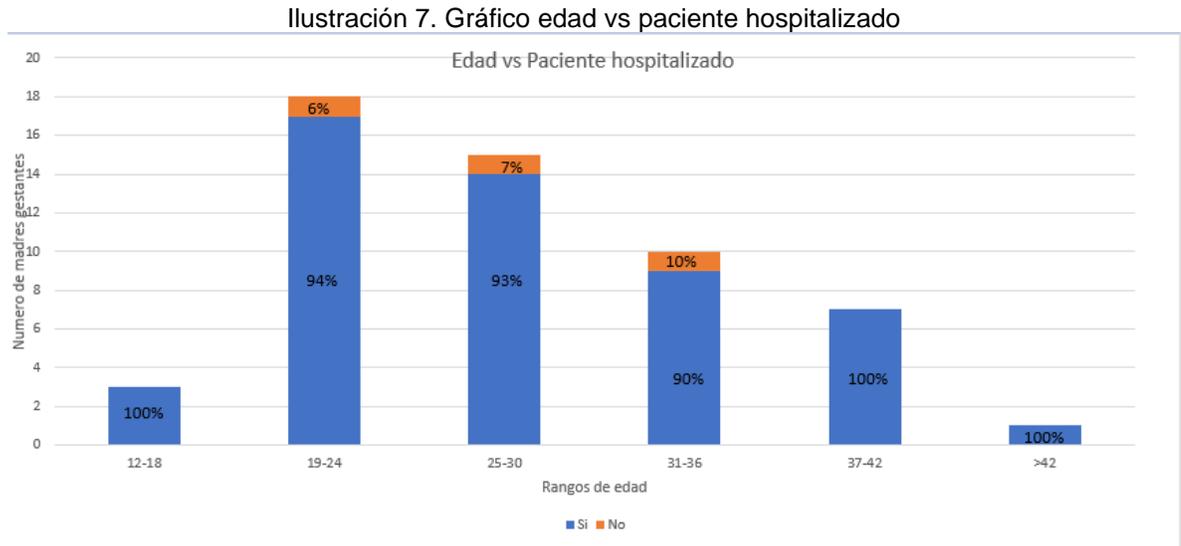
Número de controles prenatales vs causa agrupada



Fuente: Investigación propia

En la ilustración 6 se visualiza un 75% de maternas a las cuales no se les ha realizado controles prenatales por lo que contrajeron trastornos hipertensivos en el embarazo, seguido de un 17% con complicaciones hemorrágicas, y un 8% de maternas con aborto, así mismo se evidencia que el 75% de maternas que tuvieron dos controles prenatales se le detectaron complicaciones hemorrágicas y un 25% con trastornos hipertensivos. En el quinto control prenatal se muestra que el 67% de pacientes fueron diagnosticadas con trastornos hipertensivos y el 33% restante con complicaciones hemorrágicas; en el séptimo control el 82% de pacientes tienen trastornos hipertensivos, seguido de complicaciones hemorrágicas con un 9% y por último otras causas con un 9; en el octavo control se observa que el 50% equivale a trastornos hipertensivos y el otro 50% equivale a complicaciones por comorbilidades asociadas al embarazo.

Edad vs Paciente hospitalizado



Fuente: Investigación propia

Se observa en la ilustración 7 que entre las edades 12 a 18 años un total del 100% de pacientes ingresaron a servicio de hospitalización, seguido de las edades entre 19 a 24 años con 94% que de igual manera tuvieron acceso a este servicio, por otra parte, están las maternas con rangos comprendidos entre 25 a 30 años con un 93% que fueron hospitalizadas.

4.2 Resultados de análisis de datos

Actualmente, las organizaciones manejan grandes volúmenes de datos y por ende ha aumentado la demanda de encontrar herramientas para el análisis de dichos datos. El rol de los datos dentro de una organización es de vital importancia, puesto que estos indican y soportan la toma de decisiones sobre el futuro de la organización.

La metodología que se usó para hacer un proceso de minería de datos se le conoce como la metodología CRISP-DM que consta de las etapas enumeradas y explicadas en el transcurso del desarrollo de esta metodología.

4.2.1 Análisis del problema

En esta etapa se entiende el negocio o la organización y se obtiene el problema del negocio que se intenta resolver entablándolo con un objetivo de la minería de datos. El objetivo de minería es especificar el conocimiento que es necesario para resolver el problema que tiene el negocio.

Objetivo del proyecto

Propiciar condiciones de salud favorables en mujeres gestantes que reduzcan riesgos de morbilidad a partir de analítica de datos.

Objetivos específicos

- Aplicar depuración a la base de datos central.
- Realizar procesos estadísticos mediante aplicativo SPSS (Correlación, regresión lineal).
- Generar modelo matemático.

¿Cuál es el conocimiento previo disponible acerca del problema?

Se ha venido realizando investigaciones previas a cerca de la metodología CRISP-DM para generar una contextualización acerca del tema.

¿Se cuenta con la cantidad de datos requerida para resolver el problema?

Se cuenta con la cantidad de datos necesarios proporcionados por una entidad de salud los cuales son verídicos y reales.

Inventario de recursos

Tabla 10. Inventario de recursos

Orden	Descripción
1	Computador portátil (Acer, Core I5, 8 RAM)
2	Computador portátil (Lenovo, AMD Ryzen 5, 12 RAM)
3	Lapiceros
4	Memoria USB
5	Lápiz
6	Borrador
7	Tajalápiz
8	Mano de obra

Fuente: Investigación propia

Determinación de los objetivos de CRISP-DM

Determinar patrones de comportamiento en repositorio central de MME, mediante analítica de datos generando el modelo matemático.

4.2.2 Análisis de los datos

En esta etapa se conocen los datos que contiene la organización para resolver el objetivo de minería de datos.

Etapas de selección. En la etapa de selección, una vez identificado el conocimiento relevante y definidas las metas del proceso desde el punto de vista del usuario final se crea un conjunto de datos objetivo seleccionando todo el conjunto de datos o una muestra representativa de este sobre la cual se realiza el proceso de descubrimiento.

Se cuenta con un repositorio inicial que un total de 21.712 datos distribuidos en 184 columnas y 118 filas como se muestra en la siguiente imagen en la cual se especifica el número de datos sin tener en cuenta los campos vacíos.

Ilustración 8. Repositorio de datos central

cod_eve	fec_not	semana	año	cod_pre	cod_sub	pri_nom	seg_nom	pri_ape	seg_ape
tip_ide	num_ide	edad	uni_med	nacionali	nombre_nacion	sexo	cod_pais_o	cod_dpto_o	cod_mun_o
area	localidad	cen_pobla	vereda	bar_ver	dir_res	ocupacion	tip_ss	cod_ase	per_etn
nom_grupo	estrato	gp_discapa	gp_desplaz	gp_migrant	gp_carcela	gp_gestan	sem_ges	gp_indigen	gp_pobicbf
gp_mad_com	gp_desmovi	gp_psiquia	gp_vic_vio	gp_otros	fuelle	cod_pais_r	cod_dpto_r	cod_mun_r	fec_con
ini_sin	tip_cas	pac_hos	fec_hos	con_fin	fec_def	ajuste	telefono	fecha_anto	cer_def
cbmte	uni_modif	nuni_modif	fec_arc_xl	nom_dil_f	tel_dil_f	fecaju	nit_upgd	fm_fuerza	fm_unidad
fm_grado	version	pte_remta	codinst_r1	inst_refe1	codinst_r2	inst_refe2	tiem_remis	num_gestac	num_parvag
num_cesare	num_aborto	num_molas	num_ectopi	num_muerto	num_vivos	fec_ul_ges	no_con_pre	sem_c_pren	term_gesta
noc_rel_tg	falla_card	falla_rena	falla_hepa	falla_cere	falla_resp	falla_coag	eclampsia	preclampsi	choq_septi
hemorragia_obst	rupt_uteri	cir_adicio	tll_criter	cir_adic_1	adic1_otro	cir_adic_2	adic2_otro	fec_egreso	dias_hospi
egreso	caus_princ	caus_agrup	caus_asoc1	caus_asoc2	caus_asoc3	peso_rnacx	peso_rnacd	emb_mult	estado_rna
ed_ter_ges	regul_fecu	aborto_sep	emb_ectopi	autoimmune	hematologi	oncologica	endoc_meta	renales	gastrointe
eve_trombo	card_cereb	otras_enfe	accidente	enfe_molar	intox_acci	inten_suic	vic_violen	otros_even	cual_event
ingres_uci	transfusio	unds_trans	falla_meta	dias_c_int	nom_eve	nom_upgd	npais_proce	ndep_proce	nmun_proce
npais_resi	ndep_resi	nmun_resi	ndep_notif	nmun_notif	nreg	Seguimiento Inmediato	resumen acciones realizadas	LEUC	LINF
NEUTRO	HG	periodo_inter	imc	Embarazo multiple	antecedente p	antecedente fam	TA	TAM	proteinuria/24
creatinina	BUN nitrogeno	TGP piruvica	TGO oxalo	DHL desidrogenaza	Hemoglobina	Hematocrito	Pqtas	Leuco blancos	Neut
cefalea	fosfenos	tinitus	epigastralgia						

Fuente: Investigación propia

4.2.3 Preparación de los datos

En esta etapa se extrae, selecciona, limpia y transforman los datos a conveniencia para que sea efectiva la siguiente etapa.

Etapas de preprocesamiento/limpieza (data cleaning)

Se analiza la calidad de los datos, se aplican operaciones básicas como la remoción de datos ruidosos, se seleccionan estrategias para el manejo de datos desconocidos (missing y empty), datos nulos, datos duplicados y técnicas estadísticas para su reemplazo.

En esta etapa se realizó una primera fase de eliminación de columnas que no tenían relevancia para el proyecto datos ruidosos (noisy data), posteriormente se realizó un filtro correspondiente a maternas procedentes de los diferentes municipios del departamento de Nariño que confluyen en Pasto, con diagnóstico de hipertensión inducida por el embarazo y preeclampsia.

Primera fase

- Se eliminaron 102 columnas por las siguientes razones: columnas vacías y algunas que tenían muy pocos datos y que de igual manera no eran relevantes dentro de la investigación, de igual manera se eliminaron columnas con campos nulos, y por último se revisaron cada una de las columnas del repositorio y se determinó las variables que se van a tener en cuenta dentro de la investigación, por lo que se procedió a descartar datos personales de las maternas como por ejemplo nombres, cédula, procedencia y teléfono, así como también datos del hospital y del médico que la atendió, entre otros, dando como resultado un repositorio de 82 columnas por 118 filas con un total de 9.676 datos.

En la siguiente imagen se evidencian en color amarillo las variables que fueron eliminadas una vez finalizado el proceso anterior.

Ilustración 9. Eliminación de variables primera fase

cod_eve	fec_not	semana	año	cod_pre	cod_sub	pri_nom	seg_nom	pri_ape	seg_ape
tip_ide	num_ide	edad	uni_med	nacionali	nombre_nacionali	sexo	cod_pais_o	cod_dpto_o	cod_mun_o
area	localidad	cen_pobla	vereda	bar_ver	dir_res	ocupacion	tip_ss	cod_ase	per_etn
nom_grupo	estrato	gp_discapa	gp_desplaz	gp_migrant	gp_carcela	gp_gestan	sem_ges	gp_indigen	gp_pobicbf
gp_mad_com	gp_desmovi	gp_psiquia	gp_vic_vio	gp_otros	fuelle	cod_pais_r	cod_dpto_r	cod_mun_r	fec_con
ini_sin	tip_cas	pac_hos	fec_hos	con_fin	fec_def	ajuste	telefono	fecha_nton	cer_def
cbmte	uni_modif	nuni_modif	fec_arc_xl	nom_dil_f	tel_dil_f	fec_aju	nit_upgd	fm_fuerza	fm_unidad
fm_grado	version	pte_remta	codinst_r1	inst_refe1	codinst_r2	inst_refe2	tiem_remis	num_gestac	num_parvag
num_cesare	num_aborto	num_molas	num_ectopi	num_muerto	num_vivos	fec_ul_ges	no_con_pre	sem_c_pren	term_gesta
moc_rel_tg	falla_card	falla_rena	falla_hepa	falla_cere	falla_resp	falla_coag	eclampsia	preclampsia	choq_septi
hemorragia_obstru	rupt_uteri	cir_adicio	tfl_criter	cir_adic_1	adic1_otro	cir_adic_2	adic2_otro	fec_egreso	dias_hospi
egreso	caus_princ	caus_agrup	caus_asoc1	caus_asoc2	caus_asoc3	peso_rnacx	peso_rnacd	emb_mult	estado_rna
ed_ter_ges	regul_fecu	aborto_sep	emb_ectopi	autoimmune	hematologi	oncologica	endoc_meta	renales	gastrointe
eve_trombo	card_cereb	otras_enfe	accidente	enfe_molar	intox_acci	inten_suic	vic_violen	otros_even	cual_event
ingres_uci	transfusio	unds_trans	falla_meta	dias_c_int	nom_eve	nom_upgd	npais_proce	ndep_proce	nmun_proce
npais_resi	ndep_resi	nmun_resi	ndep_notif	nmun_notif	nreg	Seguimiento Inmediato	resumen acciones realizadas	LEUC	LINF
NEUTRO	HG	periodo inter	imc	Embarazo multiple	antecedente p	antecedente fam	TA	TAM	proteinuria/24
creatinina	BUN nitrogeno	TGP piruvica	TGO oxalo	DHL desidrogenaza	Hemoglobina	Hematocrito	Pqtas	Leuco blancos	Neut
cefalea	fosfenos	tinitus	epigastralgia						

Fuente: Investigación propia

- Se descartaron las columnas que solo poseían una sola variable puesto que estas no son de relevancia para la investigación, como resultado se

eliminaron 4 columnas dejando 78 columnas y 118 filas para un total de 9.204 datos.

En la siguiente ilustración se visualiza en color amarillo las columnas que fueron excluidas del repositorio una vez realizado el proceso anteriormente descrito.

Ilustración 10. Variables homogéneas

num_ide	edad	area	ocupacion	tip_ss	per_etn	nom_grupo	estrato	sem_ges	gp_indigen
gp_pobicbf	gp_mad_com	gp_desmovi	gp_psiquia	gp_vic_vio	gp_otros	fuentes	pac_hos	tiem_remis	num_gestac
num_parvag	num_cesare	num_aborto	num_molas	num_ectopi	num_muerto	num_vivos	fec_ul_ges	no_con_pre	sem_c_pren
term_gesta	noc_rel_tg	falla_card	falla_rena	falla_hepa	falla_cere	falla_resp	falla_coag	eclampsia	preclamsi
choq_septi	hemorragia_obs	rupt_uteri	cir_adicio	tll_criter	caus_princ	caus_agrup	caus_asoc1	caus_asoc2	caus_asoc3
unds_trans	dias_c_int	ndep_notif	nreg	Seguimiento Inmediato	resumen acciones realizadas	LEUC	LINF	NEUTRO	HG
periodo intergir	imc	Embarazo multi	antecedente p	antecedente fam	TA	TAM	proteinuria/24	creatitina	BUN nitrogeno u
TGP piruvica	TGO oxalo	DHL desidrogen	Hemoglobina	Hematocrito	Pqtas	Leuco blancos	Neut	cefalea	fosfenos
tinitus	epigastralgia								

Fuente: Investigación propia

Se visualiza la imagen del resultado una vez finalizada la primera fase correspondiente al procesamiento de datos.

Ilustración 11. Resultado depuración primera fase

num_ide	edad	area	ocupacion	tip_ss	per_etn	estrato	sem_ges	gp_mad_com	gp_desmovi
gp_psiquia	gp_otros	fuentes	pac_hos	tiem_remis	num_gestac	num_parvag	num_cesare	num_aborto	num_molas
num_ectopi	num_muerto	num_vivos	fec_ul_ges	no_con_pre	sem_c_pren	term_gesta	noc_rel_tg	falla_card	falla_rena
falla_hepa	falla_cere	falla_resp	falla_coag	eclampsia	preclamsi	choq_septi	hemorragia_obs	rupt_uteri	cir_adicio
tll_criter	caus_princ	caus_agrup	caus_asoc1	caus_asoc2	caus_asoc3	unds_trans	dias_c_int	ndep_notif	nreg
Seguimiento Inmediato	resumen acciones realizadas	LEUC	LINF	NEUTRO	HG	periodo intergir	imc	Embarazo multi	antecedente p
antecedente	TA	TAM	proteinuria/24	creatitina	BUN nitrogeno	TGP piruvica	TGO oxalo	DHL desidrogena	Hemoglobina
Hematocrito	Pqtas	Leuco blancos	Neut	cefalea	fosfenos	tinitus	epigastralgia		

Fuente: Investigación propia

Segunda fase

- En segunda fase se procedió hacer una revisión más a fondo de las variables resultantes de la primera fase dentro de la etapa de procesamiento y limpieza. Se eliminaron un total de 9 columnas para un total de 69 columnas y 118 filas para un total de 8.142 datos.

En la siguiente imagen se evidencian en color amarillo las variables que se descartan de la investigación puesto que no tienen importancia dentro de la misma.

Ilustración 12. Eliminación de variables segunda fase

num_ide_	edad_	area_	ocupacion_	tip_ss_	per_etn_	estrato	sem_ges_	gp_mad_com	gp_desmovi
gp_psiquia	gp_otros	fuelle	pac_hos_	tiem_remis	num_gestac	num_parvag	num_cesare	num_aborto	num_molas
num_ectopi	num_muerto	num_vivos	fec_ul_ges	no_con_pre	sem_c_pren	term_gesta	moc_rel_tg	falla_card	falla_rena
falla_hepa	falla_cere	falla_resp	falla_coag	eclampsia	preclampsi	choq_septi	hemorragia_obstrupt_uteri	cir_adicio	
tll_criter	caus_princ	caus_agrup	caus_asoc1	caus_asoc2	caus_asoc3	unds_trans	dias_c_int	ndep_notif	nreg
Seguimiento Inmediato	resumen acciones realizadas	LEUC	LINF	NEUTRO	HG	periodo intergir	imc	Embarazo multip	antecedente p
antecedente	TA	TAM	proteinuria/24	creatinina	BUN nitrogeno	TGP piruvica	TGO oxalo	DHL desidrogena	Hemoglobina
Hematocrito	Pqtas	Leuco blancos	Neut	cefalea	fosfenos	tinitus	epigastralgia		

Fuente: Investigación propia

- De igual manera se eliminaron las columnas que presentan datos homogéneos, ya que estos datos debido a que no tienen variación no permiten tener precisión dentro del modelo matemático. Se eliminaron un total de 21 columnas para un total de 48 columnas y 118 filas para un total de 5.664 datos.

En la ilustración 13 se muestran las 21 columnas eliminadas, ya que estas presentaban dos variables (1 y 2) y no permiten tener precisión dentro de la simulación que se realiza mediante el modelo matemático.

Ilustración 13. Eliminación datos homogéneas segunda fase

num_ide_	edad_	area_	ocupacion_	tip_ss_	per_etn_	sem_ges_	gp_otros	fuelle	pac_hos_
tiem_remis	num_gestac	num_parvag	num_cesare	num_aborto	num_molas	num_ectopi	num_muerto	num_vivos	fec_ul_ges
no_con_pre	sem_c_pren	term_gesta	moc_rel_tg	falla_card	falla_rena	falla_hepa	falla_cere	falla_resp	falla_coag
eclampsia	preclampsi	choq_septi	hemorragia_obstrupt_uteri	cir_adicio	tll_criter	caus_princ	caus_agrup	caus_asoc1	
caus_asoc2	caus_asoc3	ndep_notif	LEUC	LINF	NEUTRO	HG	periodo intergin	imc	Embarazo multip
antecedente	antecedente fami	TA	TAM	proteinuria/24	creatinina	BUN nitrogeno	TGP piruvica	TGO oxalo	DHL desidrogena
Hemoglobina	Hematocrito	Pqtas	Leuco blancos	Neut	cefalea	fosfenos	tinitus	epigastralgia	

Fuente: Investigación propia

- Por último, se procedió a eliminar las maternas correspondientes a otros departamentos ya que, dentro de la base de datos también se encontraban registradas maternas procedentes del departamento de Putumayo y del departamento de Huila dando como resultado 48 columnas y 88 filas para un total de 4.224 datos.

Ilustración 14. Filtro maternas departamento Nariño

T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
falla_rena	falla_hep	falla_cere	falla_resp	falla_coag	preclamp	caus_agru	ndep_notif	LEUC	LINF	NEUTRO	HG	perio
2	2	2	2	2				12100	2.6		76	9,1
2	1	2	2	2				11200	3.2		75	10,2
2	1	2	2	2				9500	1.5		57	14,2
2	2	2	2	2				12100	1.8		86	10,3
2	2	2	2	2				10110	4.2		76	14,5
2	2	2	2	2				12300	11.2		78	9,1
2	1	2	2	2				8500	9.4		45	9,2
2	2	2	2	2				7450	14.9		47	9,3
2	2	2	2	2				10100	21.2		54	9,4
2	2	2	2	2				12000	12.4		45	9,5
2	2	2	2	2				5620	16.3		67	9,6
2	2	2	2	2				4210	2.6		89	9,7
2	1	2	2	2				11210	3.2		45	9,8
2	2	2	2	2				4120	1.5		47	11,1
2	2	2	2	2				4380	1.8		54	11,2
2	2	2	2	2				12300	4.2		43	9,2
2	2	2	2	2				11000	11.2		67	9,2
2	2	2	2	2				10100	9.4		89	9,3
2	1	1	1	1				7810	14.9		45	9,4
2	1	2	2	2				9100	21.2		60	9,5
2	2	2	2	2				13000	12.4		67	9,3
2	2	2	2	2	2	1	1 NARIÑO	7820	16.3		46	9,2
2	2	2	2	2	2	1	1 HUILA	12000	2.6		57	9,3
2	2	2	2	2	2	2	2 NARIÑO	7500	3.2		45	9,4

Fuente: Investigación propia

En la siguiente ilustración se observa el recuento de datos una vez finalizada la segunda fase de procesamiento de datos.

Ilustración 15. Resultado depuración segunda fase

num_ide	edad	area	ocupacion	tip_ss	per_etn	sem_ges	pac_hos	num_gestac	num_parvag
num_cesare	num_aborto	num_muerto	num_vivos	fec_ul_ges	no_con_pre	sem_c_pren	term_gesta	falla_card	falla_rena
falla_hepa	falla_cere	falla_resp	falla_coag	preclamps	caus_agrup	ndep_notif	LEUC	LINF	NEUTRO
HG	periodo intergines	imc	antecedente p	antecedente fam	TA	TAM	proteinuria/24	creatinina	BUN nitrogeno u
TGP piruvica	TGO oxalo	DHL desidrogen	Hemoglobina	Hematocrito	Pqtas	Leuco blancos	Neut		

Fuente: Investigación propia

Tercera fase

En tercera fase se aplicó métricas de tipo estadístico como media, moda, mínimo y máximo para remplazar datos nulos. Se realizó un chequeo a nivel de filas para verificar que los datos no estén duplicados.

- La columna de periodo intergenésico tenía campos vacíos y se procedió a completarla utilizando la columna que proporciona la fecha de la última gestación de la materna ya que el periodo intergenésico hace referencia al conteo de años desde el último evento hasta el inicio del siguiente embarazo.
- Debido a la situación de pandemia que se está viviendo actualmente por causa de la covid-19 algunas de las EPS encargadas de prestar los servicios médicos no han subido las historias clínicas ni tampoco el historial de los análisis de sangre y de orina de las maternas que fueron atendidas en dichas clínicas u hospitales, debido a esto dichas maternas presentan campos vacíos en el repositorio de datos central por lo que se eliminaron 34 filas teniendo como resultado de 48 columnas y 54 filas para un total de 2.592 datos
- La columna de tensión arterial media (TAM) no tenía ningún valor por lo que se procedió a hacer el cálculo de la misma con la tensión arterial de las maternas, se usó la siguiente formula⁶⁰:

$$T.A Media = T.A Diastólica + ((T.A Siastólica - T.A Diastólica)/3)$$

Se visualiza la imagen del recuento de datos una vez finalizada la tercera fase de procesamiento de datos.

⁶⁰ Vidal Cuauhtémoc, Evangelina Rabling, Gallegos Leticia. Diagnóstico de la hipertensión arterial basado en el cálculo de la tensión arterial media. 2010

Ilustración 16. Resultado depuración tercera fase

NARIÑO	11000	21.2	54	10,4	11	36.89	0	1	110/60	77
NARIÑO	7500	16.3	67	9,2	0	20.7	0	0	100/70	80
NARIÑO	9200	8.3	89	9,3	0	34.96	0	0	145/85	105
NARIÑO	10300	3.2	60	9,5	0	25	1	0	220/147	171
NARIÑO	9700	1.8	54	9,7	19	46.49	0	1	198/140	159
NARIÑO	12100	4.2	43	9,8	17	30	0	0	140/90	107
NARIÑO	12000	12.1	60	10,7	0	29	0	0	120/80	93
NARIÑO	11000	8.6	45	9,2	3	25.6	0	0	110/80	90
NARIÑO	12100	12.2	47	9,4	0	23.4	0	0	117/67	84
NARIÑO	11200	11.2	43	9,5	0	35	0	0	140/102	115
NARIÑO	12100	9.4	89	9,7	0	24	0	0	122/75	91
NARIÑO	10110	21.2	45	9,8	0	49.53	0	1	134/77	96
NARIÑO	8500	15.2	57	9,2	12	34.2	1	1	120/80	93
NARIÑO	7450	5.5	86	9,3	0	26	0	0	175/115	135
NARIÑO	10100	10.2	89	9,3	5	33.53	0	1	190/120	143
NARIÑO	9100	11.8	60	9,5	7	31.80	0	0	120/70	87
NARIÑO	7820	8.5	46	9,7	5	34.76	0	1	150/100	117
NARIÑO	12070	12.2	44	10,9	0	25.45	1	0	120/70	87
NARIÑO	9100	18.9	35	13,5	2	25.2	0	0	110/70	83
NARIÑO	7210	12.3	40	13,6	12	26.90	0	0	145/90	108
NARIÑO	10200	10.3	76	9,2	0	0	0	0	145/94	111
NARIÑO	5300	3.8	42	9,4	3	34.88	0	1	159/99	119
NARIÑO	9210	4.9	47	9,7	0	28.45	0	1	99/60	73

Promedio: 25103548,9 Recuento: 2592 Suma: 50709168783

Fuente: Investigación propia

Etapa de transformación/reducción

En la etapa de transformación/reducción de datos, se buscan características útiles para representar los datos dependiendo de la meta del proceso.

En esta etapa se requirió de la ayuda del asesor médico el cual bajo su experiencia nos ayudó a determinar que atributos dentro de la Morbilidad Materna Extrema son determinantes para el estudio, se eliminaron 25 columnas teniendo como resultado 23 columnas y 54 filas para un total de 1.242 datos.

Se evidencia en la siguiente imagen el resultado de las variables que se van a utilizar teniendo en cuenta los intereses del proyecto, en color amarillo se tienen las variables que se eliminaron como resultado del anterior proceso.

Ilustración 17. Eliminación de variables tercera fase

num_ide_	edad_	area_	ocupacion_	tip_ss_	per_etn_	sem_ges_	pac_hos_	num_gestac	num_parvag
num_cesare	num_aborto	num_muerto	num_vivos	fec_ul_ges	no_con_pre	sem_c_pren	term_gesta	falla_card	falla_rena
falla_hepa	falla_cere	falla_resp	falla_coag	preclamsi	caus_agrup	ndep_notif	LEUC	LINF	NEUTRO
HG	periodo intergines	imc	antecedente p	antecedente fam	TA	TAM	proteinuria/24	creatinina	BUN nitrogeno u
TGP piruvica	TGO oxalo	DHL desidrogen	Hemoglobina	Hematocrito	Pqtas	Leuco blancos	Neut		

Fuente: Investigación propia

Como resultado de la etapa de transformación se obtuvieron 23 variables las cuales van a ser usadas como enfoque en torno a una variable independiente como la preeclampsia para que por medio de ese estudio se pueda obtener el modelo matemático.

Ilustración 18. Resultado depuración tercera fase

edad_	per_etn_	num_gestac	no_con_pre	sem_c_pren	preclamsi
LINF	periodo intergines	imc	antecedente p	antecedente fami	TA
proteinuria/2	creatinina	BUN nitrogeno	TGP piruvica	TGO oxalo	DHL desidrogenaza
Hemoglobina	Hematocrito	Pqtas	Leuco blancos	Neut	

Fuente: Investigación propia

Una vez obtenidas las anteriores variables se hizo un estudio más detallado acerca de cómo las variables pueden influir en torno a una variable independiente y a su vez esta variable independiente puede influir en el nivel de preeclampsia, debido a esto se excluyeron de la investigación 9 variables, también existían algunas maternas las cuales no poseían la totalidad de los campos requeridos, ya que no se le realizaron los procedimientos necesarios tales como proteinuria de 24 horas, creatinina, entre otras, por lo que se llegó a un total de 14 columnas y 22 filas con un total de 308 datos.

Ilustración 19. Eliminación variables etapa de reducción

edad_	per_etn_	num_gestac	no_con_pre	sem_c_pren	preclamsi
LINF	periodo intergines	imc	antecedente p	antecedente fami	TA
proteinuria/2	creatinina	BUN nitrogeno	TGP piruvica	TGO oxalo	DHL desidrogenaza
Hemoglobina	Hematocrito	Pqtas	Leuco blancos	Neut	

Fuente: Investigación propia

Ilustración 20. Variables de estudio

Edad	Linfocitos	Indice_Masa_Corporal	Proteinuria_De_24	Creatitina
Nitrogeno_Ureico	TGP_piruvica	TGO_oxalacetica	DHL_Desidrogenaza_Lactica	Hemoglobina
Hematocrito	Plaquetas	Leococitos	Neutrofilos	

Fuente: Investigación propia

Para aplicarse las técnicas de minería de datos. La descripción de los 14 atributos que forman el repositorio central se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11. Caracterización de variables

Atributo	Descripción
Resultado	Esta variable mide el nivel de preeclampsia siendo 1 preeclampsia leve y 2 preeclampsia severa.
Edad	Edad de la paciente en el momento del diagnóstico.
Índice de masa corporal	Asociación de la masa y la talla de una materna.
Proteinuria de 24 horas	Presencia de proteína en la orina.
Creatinina	Compuesto orgánico utilizado para comprobar el adecuado funcionamiento de los riñones.
Nitrógeno ureico	Cantidad de nitrógeno circulando en el torrente sanguíneo.
TGP Pirúvica	Enzima que se encuentra en el hígado y otros tejidos. Una concentración alta de dicha enzima liberada en la sangre puede ser un signo de daño en el hígado.
TGO Oxalacética	Enzima que se encuentra en el hígado, corazón y otros tejidos. Una concentración alta de dicha enzima liberada en la sangre puede ser un signo de daño en el corazón o hígado.
Deshidrogenasa láctica	Es una proteína que ayuda a producir energía en el cuerpo. El examen de DHL mide la cantidad de DHL presente en la sangre, sirve para averiguar si se ha sufrido daño en un tejido del cuerpo.

Hemoglobina	Es una proteína en los glóbulos rojos que transporta oxígeno. La prueba de hemoglobina mide la cantidad de hemoglobina en la sangre.
Hematocrito	Es un examen de sangre que mide la cantidad de sangre de una persona que está compuesta por glóbulos rojos. Esta medición depende del número de glóbulos rojos.
Plaquetas	Es un examen que verifica el número total de plaquetas en una muestra.
Leucocitos	Es un examen de sangre que mide la cantidad de glóbulos blancos en la sangre.
Neutrófilos	Tipo de glóbulo blanco y ayudan al cuerpo a combatir infecciones. Su examen mide el número anormalmente bajo de neutrófilos (un tipo de glóbulos blancos) en la sangre.
Linfocitos	Es una prueba de laboratorio para determinar la cantidad de células T y B (linfocitos) en la sangre.

Fuente: Investigación propia

De igual manera se realizó una categorización de datos distribuidos en diferentes macros que son:

- Datos clínicos
- Examen de sangre
- Examen de orina

4.2.4 Modelado de datos

En el modelaje se usan los datos preparados para extraer patrones, reglas y predicciones sobre estos (modelos de minería de datos).

Una vez obtenido el repositorio central totalmente depurado se realizó distintos procesos estadísticos como son las correlaciones entre la variable dependiente e independientes y de igual manera se realizó el proceso de regresión lineal, dichos procesos se desarrollaron en SPSS.

Proceso estadístico preparación de variables y correlaciones(R²) en cada una de las estructuras del repositorio final con SPSS

Se importó el repositorio de datos final de Excel a SPSS y una vez dentro de este se transformaron las variables a una medida de escala para poder realizar los procesos estadísticos, ya que algunas de dichas variables se encontraban en tipo nominal.

Una vez realizado el proceso de correlación bivariada la cual se enfoca en el coeficiente de correlación de Pearson y también una prueba de significancia bilateral se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 12. Correlación de Pearson SPSS

Variable	Coeficiente de correlación	Resultado
Resultado	Correlación de Pearson	1
Proteinuria de 24 horas	Correlación de Pearson	,444*
Creatinina	Correlación de Pearson	0,371
Deshidrogenasa láctica (DHL)	Correlación de Pearson	0,362
Oxalo (TGO)	Correlación de Pearson	0,215
Plaquetas	Correlación de Pearson	0,194
Tensión arterial media	Correlación de Pearson	0,184
Linfocitos	Correlación de Pearson	0,165
Neutrófilos	Correlación de Pearson	0,123
Nitrógeno ureico (BUN)	Correlación de Pearson	-0,127
Edad	Correlación de Pearson	0,115
Pirúvica (TGP)	Correlación de Pearson	0,090
Hemoglobina	Correlación de Pearson	-0,067
Hematocrito	Correlación de Pearson	-0,059
Leucocitos	Correlación de Pearson	0,025

Fuente: Investigación propia

Generación del modelo matemático en base a cada una de las estructuras en el proceso investigativo del repositorio final con SPSS

Una vez generada las distintas correlaciones se procedió a realizar una regresión con un modelado lineal automatizado donde la variable independiente (destino) denominada como resultado y las variables predictoras (entradas) son los demás sobrantes. En la preparación automática de los datos se realizó una preparación automática de los datos con el objetivo de mejorar la capacidad predictiva de este procedimiento, los pasos de la preparación de datos automática incluyen lo siguiente:

- Manejo de fecha y hora
- Ajuste del nivel de medición
- Gestión de valores atípicos y perdidos
- Fusión supervisada
- Nivel de confianza (99%)

En el método de selección del modelo se utilizó escalonado hacia adelante para que el sistema determine las variables más significativas dentro del modelo, una vez realizado este proceso se obtuvieron los siguientes resultados:

Ilustración 21. Tabla de coeficientes

Término del modelo	Coeficiente ▼	Error estándar	t	Sig.	Intervalo de confianza 99%		Importancia
					Inferior	Superior	
Interceptación	-4,771	0,716	-6,668	,000	-6,902	-2,641	
DHLdesidrogenazalactica_transformed	0,003	0,000	7,992	,000	0,002	0,004	0,361
Neut_transformed	0,034	0,006	6,070	,000	0,017	0,050	0,208
edad_transformed	0,056	0,009	6,047	,000	0,028	0,084	0,207
creatinina_transformed	1,094	0,277	3,949	,001	0,269	1,919	0,088
proteinuria24_transformed	0,001	0,000	3,295	,005	0,000	0,001	0,061
HEMATOCRITO_transformed	-0,029	0,010	-3,031	,009	-0,058	-0,001	0,052
TGPpiruvica_transformed	0,003	0,001	2,012	,064	-0,001	0,006	0,023

Fuente: Investigación propia

De igual manera que se realizó el anterior proceso tanto de correlación como regresión lineal se realizaron dos modelos más uno de ellos con regresión lineal incluyendo todos los predictores y el otro con regresión logarítmica siendo el anterior modelo expuesto el más preciso con un 91,7% de precisión.

4.2.5 Evaluación

En esta etapa se observa cuál de los patrones, reglas y predicciones son útiles para resolver el problema basándose en métricas que los modelos de datos entregan.

Se procedió a realizar de manera manual un proceso de verificación del modelo matemático generado, en el cual de manera manual se le asignaron valores tomados del repositorio central de datos a cada una de las distintas variables que se tienen en cuenta dentro de dicho modelo.

Ilustración 22. Prueba manual modelo matemático

Error estandar:		1,009				
Desidrogenaza lactica	Neutrofilos	Edad	Creatinina	Proteinuria	Hematorito	TGP
166	87,9	24	0,5	0,6	36,3	133
Resultado del modelo:		0,9625				

Fuente: Investigación propia

A continuación, se muestra la ecuación del modelo utilizado el cual matemáticamente se escribe como:

Ecuación 1. Modelo matemático

$$Y = B_0 + B_1 * (X_1) + B_2 * (X_2) + B_3 * (X_3) + B_4 * (X_4) + B_5 * (X_5) + B_6 * (X_6) + B_7 * (X_7) + E$$

Fuente: Investigación propia

Donde:

$Y =$ Variable dependiente o variable de respuesta

$X_1, X_2, \dots, X_7 =$ Cualquier valor seleccionado de la variable independiente

$B_0, B_1, \dots, B_7 =$ Parametros o coeficientes del modelo matematico

$E =$ Error estandar

4.2.6 Implementación

En la implementación se busca exponer los resultados usando técnicas visuales y así discernir si los resultados obtenidos están apalancados con los objetivos del negocio.

En la siguiente imagen se visualizan las variables que se tienen en cuenta dentro del modelo matemático, así como también el resultado real obtenido mediante la investigación y por último el resultado de la aplicación del modelo matemático el cual se debe aproximar al resultado real, de esta forma probamos su validez y su precisión.

Ilustración 23. Comparación de resultados del modelo matemático

Edad	Proteinuria	Creatitina	TGP piruvica	DHL desidro	Hematocrito	Neutrofilos	resultado	Primer modelo
34	70,1	0,7	120	245	39,6	71,4	1	1,3521
24	69,2	0,77	11	371	21	69,7	1	1,40038
30	0	0,6	49	231	44,5	86,2	1	1,0547
26	300	1,1	12	365	34,9	86	2	2,2403
39	0,64	0,72	15	177	30,7	60	1	0,93602
23	90	0,75	10	2440	28,9	65,1	2	7,1618
26	30	0,5	336	691	35,5	71,1	2	2,7399
20	45,17	0,7	22	480	39,4	75,8	1	1,10957
30	100	0,79	14	399	38,8	68,8	1	1,33526
26	1,72	0,85	21	329	34,3	77	1	1,29892
41	440	0,8	9	326	38,8	76	2	2,313
31	42	0,8	23	490	31	67	2	1,8092
24	0,6	0,5	133	166	36,3	87,9	1	0,9625
24	608	1	12	284	34,6	93	2	2,3306
22	0,37	1,08	11	391	27,4	58,5	1	1,05229
27	175	0,46	11	185	31,1	91,4	1	1,22194
36	0,64	1	35	264	37,7	80,8	2	1,89954
23	2253	0,8	20	616	38,3	70	2	3,8315
22	25,89	0,71	13	345	36	72,3	1	0,76083
29	196	0,8	63	426	40,6	60	1	1,2628
31	820	0,8	29	374	35	70	2	2,2432
33	234,21	0,5	49	371	43,1	70	1	1,25731

Fuente: Investigación propia

En la investigación se tienen en cuenta dos niveles de preeclampsia a los cuales va a aproximarse el modelo matemático por lo que fue necesario establecer rangos para la clasificación de cada uno de los niveles como se muestra en la siguiente tabla:

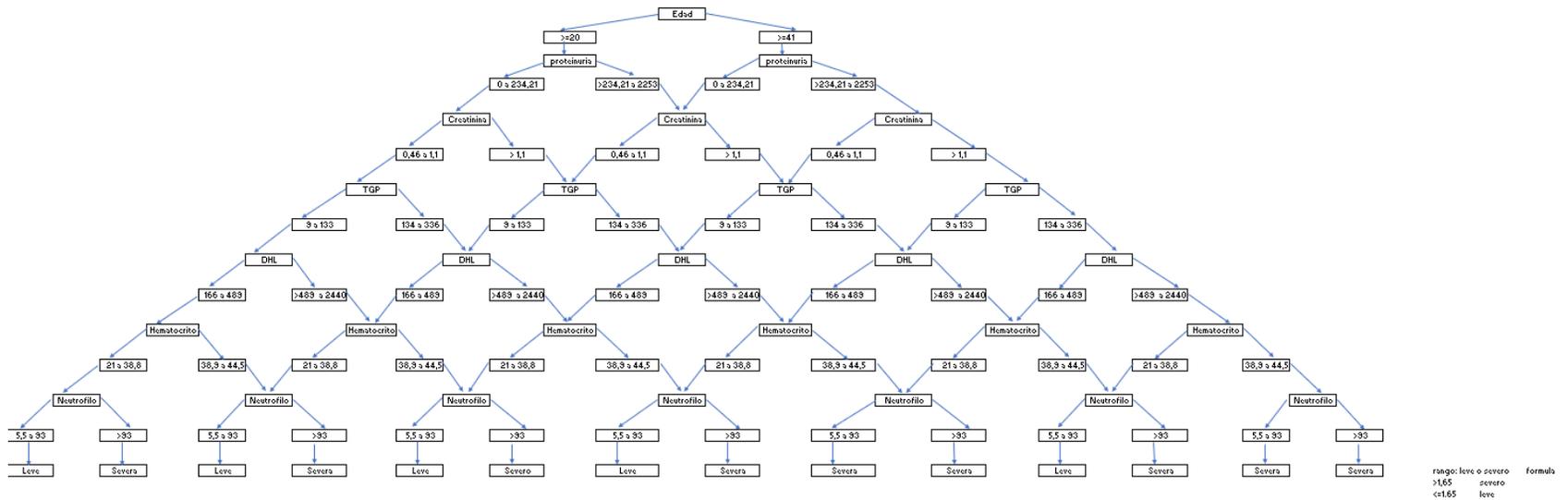
Tabla 13. Rangos modelo matemático

Nivel de preeclampsia	Rango
Leve	-2.0 a 1.65
Severa	Mayor e igual a 1.66

Fuente: Investigación propia

Por último, se realizó el entrenamiento y prueba de un árbol de decisiones ...Ver Ilustración 24 ... creado con una profundidad de 8 niveles, 28 nodos de decisión, así como 14 nodos terminales o de incertidumbre mediante el cual se calculó la precisión y el grado de error de la escala estudiada como método predictor del nivel de preeclampsia en maternas.

Ilustración 24. Árbol de decisiones



Fuente: Investigación propia

4.3 Metodología de desarrollo

Se tuvo en cuenta para el desarrollo de la aplicación la metodología de desarrollo ágil XP (Xtreme Programming) debido a su flexibilidad en el ámbito de desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles, de igual manera se realizó la debida documentación del proceso de dicha metodología en la cual se tienen en cuenta cinco iteraciones correspondientes a cada uno de los módulos que posee la aplicación.

En cada una de las iteraciones se encuentran las historias de usuario correspondientes a cada uno de los módulos las cuales permiten tener una visión más amplia de las funciones del aplicativo móvil describiéndolo de forma breve y ordenada, también se encuentran las tarjetas CRC las cuales resumen las responsabilidades de cada clase, de igual forma encontramos el diseño de la interfaz del aplicativo en el cual se anexan imágenes de la interfaz de usuario que maneja el aplicativo móvil y por último se encuentra la documentación correspondiente al desarrollo de las pruebas de caja negra necesarias para validar el comportamiento de la aplicación y también las pruebas de aceptación para determinar si el aplicativo móvil cumple con las necesidades o requerimientos de los usuarios.

En la siguiente tabla se encuentra el resumen de iteraciones del aplicativo por cada uno de los módulos que se tienen en cuenta dentro de la metodología de desarrollo ágil XP.

Tabla 14. Resumen de iteraciones

Iteración	Historia de usuario	Tarea	Tiempo (Días)
1ra iteración	Visualizar información acerca del objetivo del proyecto	Diseñar la interfaz de inicio.	8 días
		Validar de que inicie el activity.	
	Menú desplegable	Diseñar la interfaz de menú de opciones.	
		Validar funcionalidades del menú.	
2da iteración	Visualizar información acerca de Morbilidad materna extrema	Diseñar la interfaz de información.	8 días
		Validar de que inicie el activity información.	
3ra iteración	Realizar simulación	Diseñar la interfaz de simulación.	20 días
		Validar de que inicie el activity simulación.	
4ta iteración	Visualización de resultados	Diseñar la interfaz de visualización de resultados.	20 días
	Enviar resultados y cuidados de la materna vía correo electrónico	Diseñar la interfaz de envío resultados vía correo electrónico.	
	Enviar resultados y cuidados de la materna vía mensaje de texto	Diseñar la interfaz de envío de resultados vía mensaje de texto.	
5ta iteración	Visualización de ayuda	Diseñar la interfaz de ayuda.	5 días
		Validar de que inicie el activity ayuda.	

Fuente: Investigación propia

4.3.1 Iteración número 1: Módulo inicio

En este módulo se visualiza la información correspondiente al objetivo del proyecto, de igual manera se encuentra el menú desplegable de la aplicación móvil el cual contiene el acceso a los demás módulos (Información, Simulación, ayuda).

A continuación, se observa la historia de usuario correspondiente al primer módulo de inicio del aplicativo seguido de la historia de usuario correspondiente al menú principal del aplicativo.

Tabla 15. Historia de usuario UH01

HISTORIA DE USUARIO			
NUMERO: HU01		Médico y otros usuarios	
NOMBRE HISTORIA: Ver información acerca del objetivo del proyecto			
PRIORIDAD EN EL NEGOCIO	Medio	RIESGO EN DESARROLLO	Bajo
PROGRAMADOR RESPONSABLE: Juan Nicolás Benavides, Santiago Nicolás Rosero			
DESCRIPCIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe permitir a los usuarios visualizar la información correspondiente al proyecto 			
INFORMACIÓN ENTRADA		CONCEPTO	
No aplica		No aplica	
INFORMACIÓN SALIDA		CONCEPTO	
Información		El sistema muestra información correspondiente al proyecto	
CRITERIOS DE VALIDACIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> Al ingresar al aplicativo se visualizará el activity correspondiente al módulo de inicio 			
OBSERVACIONES: Ninguna			

Fuente: Investigación propia

Tabla 16. Historia de usuario UH02

HISTORIA DE USUARIO			
NUMERO: HU02		Médico y otros usuarios	
NOMBRE HISTORIA: Menú desplegable			
PRIORIDAD EN EL NEGOCIO	Alto	RIESGO EN DESARROLLO	Medio
PROGRAMADOR RESPONSABLE: Juan Nicolás Benavides, Santiago Nicolás Rosero			
DESCRIPCIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe poseer un menú desplegable en el cual se encuentre disponible el acceso a de los demás módulos del aplicativo 			
INFORMACIÓN ENTRADA		CONCEPTO	
Menú de opciones		Ordena al sistema desplegar el menú de opciones	
Seleccionar modulo		Ordena al sistema dirigirse al módulo seleccionado por el usuario	
INFORMACIÓN SALIDA		CONCEPTO	
Menú desplegado		El sistema mostrara la interfaz del menú desplegable con los diferentes módulos	
CRITERIOS DE VALIDACIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> Al seleccionar el icono de menú el sistema deberá mostrar el menú con las diferentes opciones para seleccionar. 			
OBSERVACIONES: Ninguna			

Fuente: Investigación propia

Tarjeta C.R.C (Clase, Responsabilidad, Colaboradores).

Se implementa en el desarrollo de la metodología las tarjetas C.R.C las cuales designan las responsabilidades de cada clase

Tabla 17. Tarjeta C.R.C clase inicio

Clase: Inicio	
Atributos	
Sesión	
Responsabilidades	Colaboradores
OnCreate	MenúPrincipal

Fuente: Investigación propia

Tabla 18. Tarjeta C.R.C clase MenuPrincipal

Clase: MenuPrincipal	
Atributos	
Inicio Información Simulación Acerca de	
Responsabilidades	Colaboradores
onCreate onCreateOptionsMenu onOptionsItemSelected	Inicio

Fuente: Investigación propia

Desarrollo interfaz

A continuación, se encuentran imágenes correspondientes al diseño de la interfaz del módulo de inicio, así como también el diseño de la interfaz del menú desplegable por medio del cual se tiene acceso a los demás módulos.

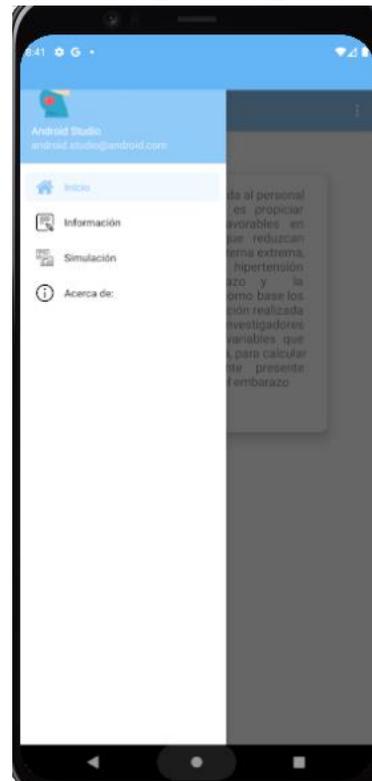
En la ilustración 25 se observa la interfaz de inicio que es la que se muestra una vez ejecutada la aplicación, dentro de esta se encuentra el objetivo del proyecto, además tiene la opción para desplegar el menú principal de la aplicación en el cual están contenidos los demás módulos ...ver ilustración 26...

Ilustración 25. Interfaz inicio



Fuente: Investigación propia

Ilustración 26. Interfaz menú



Fuente: Investigación propia

Pruebas de caja negra

Se realizaron las pruebas de caja negra correspondiente al primer módulo de la aplicación denominado inicio el cual está enfocado netamente a visualización de la información acerca del proyecto, a continuación, se anexa el formato de pruebas de caja negra correspondiente a la primera iteración: prueba ingresar módulo inicio.

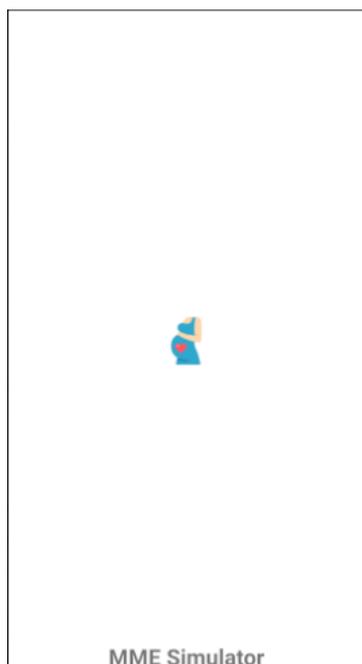
Tabla 19. Prueba de caja negra PCN – 01

FORMATO DE PRUEBA: CAJA NEGRA			
ID PRUEBA:	PCN - 01	FECHA PRUEBA	10/04/2021
MODULO:	1	VERSION SW	1.0
OBJETIVO DE LA PRUEBA:	Ingresar módulo inicio		
REALIZADO POR:	Santiago Rosero Juan Benavides	REVISADO POR:	Mg. Carlos Fernando Gonzales Guzmán
HISTORIA DE USUARIO RELACIONADA	HU01		
DESARROLLO DE LA PRUEBA			
PASOS	<ul style="list-style-type: none"> Ingresar a la aplicación denominada MME desde el menú de aplicaciones en el dispositivo Android. 		
COMPORTAMIENTO ESPERADO	El sistema deberá mostrar el módulo inicial del aplicativo		
DESARROLLO DE LA PRUEBA			
OBSERVACIONES TECNICAS	El sistema muestra el módulo inicio correctamente después de ejecutar la aplicación		
OBSERVACIONES DE USABILIDAD	El sistema funciona correctamente		

Fuente: Investigación propia

Al ejecutar el aplicativo móvil se observa la transición del Splash screen ...ver ilustración 27... a la interfaz de inicio la cual tiene una duración de 1 segundo aproximadamente, se concluye que el sistema funciona correctamente en esta prueba.

Ilustración 27. Splash Screen



Fuente: Investigación propia

Ilustración 28. Interfaz de inicio



Fuente: Investigación propia

A continuación, se anexa el formato de prueba de caja negra correspondiente al menú desplegable en el cual se encuentra los accesos a los demás módulos.

Tabla 20. Prueba de caja negra PCN – 02

FORMATO DE PRUEBA: CAJA NEGRA			
ID PRUEBA:	PCN - 02	FECHA PRUEBA	10/04/2021
MODULO:	1	VERSION SW	1.0
OBJETIVO DE LA PRUEBA:	Menú desplegable		
REALIZADO POR:	Santiago Rosero Juan Benavides	REVISADO POR:	Mg. Carlos Fernando Gonzales Guzmán
HISTORIA DE USUARIO RELACIONADA		HU02	
DESARROLLO DE LA PRUEBA			
PASOS	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la aplicación denominada MME desde el menú de aplicaciones en el dispositivo Android. • Se da clic el icono en la parte izquierda superior del dispositivo. 		

COMPORTAMIENTO ESPERADO	El sistema deberá desplegar el menú de opciones
DESARROLLO DE LA PRUEBA	
OBSERVACIONES TECNICAS	El sistema muestra el menú desplegable funcional con sus opciones.
OBSERVACIONES DE USABILIDAD	El menú funciona correctamente

Fuente: Investigación propia

Se anexa Screenshot de la interfaz del menú desplegable en el cual se encuentra el acceso a todos los módulos restantes de la aplicación ...ver ilustración 29... para corroborar el correcto funcionamiento estipulado en el anterior formato de prueba PCN – 02.

Ilustración 29. Interfaz menú principal



Fuente: Investigación propia

Pruebas de aceptación

Se realizó la prueba de aceptación a un usuario para medir su nivel de satisfacción teniendo en cuenta una serie de preguntas y una determinada escala que se presenta a continuación:

4 muy de acuerdo, 3: de acuerdo, 2: Poco de acuerdo, 1: Nada de acuerdo

Tabla 21. Prueba de aceptación No. 1

PREGUNTAS	1	2	3	4
¿Su uso es simple?			x	
¿La información se presenta de manera clara y entendible?				x
¿La organización de los menús es lógica?				x
¿La interfaz es amigable e intuitiva?				x

Fuente: Investigación propia

Se puede concluir por medio del anterior formato que el primer módulo la información que se presenta es entendible para el usuario, el menú se encuentra bien estructurado, tiene una interfaz cómoda para el usuario y por último es fácil de usar.

4.3.2 Iteración número 2: Módulo información

En este módulo se visualiza lo correspondiente a información en donde se encuentra la clasificación arterial, definiciones y exámenes recomendados hacia la materna que son datos que se deben tener en cuenta dentro de la Morbilidad Materna Extrema.

A continuación, se observa la historia de usuario correspondiente al segundo módulo de información del aplicativo el cual es netamente de visualización.

Tabla 22. Historia de usuario 3

HISTORIA DE USUARIO			
NUMERO: HU03		Médico y otros usuarios	
NOMBRE HISTORIA: Ver información de Morbilidad materna extrema			
PRIORIDAD EN EL NEGOCIO	Medio	RIESGO EN DESARROLLO	Bajo
PROGRAMADOR RESPONSABLE: Juan Nicolás Benavides, Santiago Nicolás Rosero			
DESCRIPCIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe permitir a los usuarios visualizar la información correspondiente a clasificaciones arteriales, definiciones sobre la morbilidad materna extrema y exámenes paraclínicos recomendados. 			
INFORMACIÓN ENTRADA		CONCEPTO	
No aplica		No aplica	
INFORMACIÓN SALIDA		CONCEPTO	
<ul style="list-style-type: none"> Clasificaciones arteriales 		El sistema muestra información correspondiente a la clasificación de la presión arterial	
<ul style="list-style-type: none"> Definiciones Morbilidad materna extrema 		El sistema muestra definiciones sobre la patología de morbilidad materna extrema	
<ul style="list-style-type: none"> Exámenes paraclínicos recomendados 		El sistema muestra exámenes paraclínicos recomendados necesarios para el cuidado de la materna	
CRITERIOS DE VALIDACIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> Al desplegar el menú se visualizará la opción de información Al ingresar a la opción de información se visualizará el activity correspondiente al módulo de información 			
OBSERVACIONES: Ninguna			

Fuente: Investigación propia

Tarjeta C.R.C (Clase, Responsabilidad, Colaboradores).

Se implementa en el desarrollo de la metodología las tarjetas C.R.C las cuales designan las responsabilidades de cada clase.

Tabla 23. Tarjeta C.R.C clase Información

Clase: Información	
Atributos	
Sesión	
Responsabilidades	Colaboradores
OnCreate OnRestart OnResume FragmentPagerAdapter onCreateOptionsMenu onOptionsItemSelected onSupportNavigateUp onClick	Inicio MenúPrincipal

Fuente: Investigación propia

Desarrollo interfaz

A continuación, se encuentran imágenes correspondientes al diseño de la interfaz del módulo de información ...ver ilustración 30... donde se puede observar los ítems en los que se divide este módulo los cuales son:

- Clasificación arterial: dentro de esta interfaz encontramos una tabla en que se muestran los niveles de presión arterial ...ver ilustración 31...
- Definiciones: se muestra los conceptos relacionados con la morbilidad materna extrema ...ver ilustración 32...
- Exámenes paraclínicos recomendados: se muestran los distintos exámenes paraclínicos que permiten determinar un diagnóstico que contribuya a la toma de decisiones y evaluación de resultados por parte del médico ...ver ilustración 33...

Ilustración 30. Interfaz información



Fuente: Investigación propia

Ilustración 31. Interfaz clasificación presión arterial



La presión arterial es una medición de la fuerza ejercida contra las paredes de las arterias a medida que el corazón bombea sangre a su cuerpo.

Si se deja sin tratamiento, la presión arterial puede llevar a muchas afecciones médicas. Estas incluyen enfermedades del corazón, accidente cerebrovascular, insuficiencia renal, problemas en los ojos y otros problemas de salud.

Fuente: Investigación propia

Ilustración 32. Interfaz conceptos MME



Fuente: Investigación propia

Ilustración 33. Interfaz paraclínicos



Fuente: Investigación propia

Pruebas de caja negra

Se realizó la prueba de caja negra correspondiente al segundo módulo de la aplicación denominado información el cual está enfocado netamente a visualización de la información acerca de la patología correspondiente a la morbilidad materna extrema, a continuación, se anexa el formato de prueba de caja negra correspondiente a la segunda iteración: prueba ingresar módulo información.

Tabla 24. Prueba de caja negra PCN – 03

FORMATO DE PRUEBA: CAJA NEGRA			
ID PRUEBA:	PCN - 03	FECHA PRUEBA	15/04/2021
MODULO:	2	VERSION SW	1.0
OBJETIVO DE LA PRUEBA:	Módulo información		
REALIZADO POR:	Santiago Rosero Juan Benavides	REVISADO POR:	Mg. Carlos Fernando Gonzales Guzmán
HISTORIA DE USUARIO RELACIONADA	HU03		
DESARROLLO DE LA PRUEBA			
PASOS	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la aplicación denominada MME desde el menú de aplicaciones en el dispositivo Android. • Se da clic el icono en la parte izquierda superior del dispositivo. • Se selecciona la opción información. • Se ingresa a las diferentes interfaces de este módulo. 		
COMPORTAMIENTO ESPERADO	El sistema deberá cargar la interfaz del módulo información en el cual se tendrá acceso a las demás interfaces.		
DESARROLLO DE LA PRUEBA			
OBSERVACIONES TECNICAS	El sistema muestra el módulo información, así como también los botones de acceso (Clasificación arterial, Definiciones, Exámenes paraclínicos recomendados).		
OBSERVACIONES DE USABILIDAD	El módulo se visualiza correctamente.		

Fuente: Investigación propia

Pruebas de aceptación

Se realizó la prueba de aceptación a un usuario para medir su nivel de satisfacción teniendo en cuenta una serie de preguntas y una determinada escala que se presenta a continuación:

4: muy de acuerdo, 3: de acuerdo, 2: Poco de acuerdo, 1: Nada de acuerdo

Tabla 25. Prueba de aceptación No. 2

PREGUNTAS	1	2	3	4
¿Su uso es simple?				x
¿La información se presenta de manera clara y entendible?				x
¿La organización del módulo información es lógica?				x
¿La interfaz es amigable e intuitiva?				x

Fuente: Investigación propia

Se puede concluir por medio del anterior formato que el segundo módulo la información que se presenta es entendible para el usuario, el módulo se encuentra bien estructurado, tiene una interfaz cómoda para el usuario y por último es fácil de usar.

4.3.3 Iteración número 3: Módulo simulación

En este módulo se visualiza una interfaz en la que están contenidas las distintas variables que el usuario debe ingresar para llevar a cabo el proceso de simulación...

A continuación, se observa la historia de usuario correspondiente al tercer módulo denominado simulación en el cual el sistema desarrollara el cálculo del nivel de morbilidad materna extrema de la materna teniendo en cuenta las variables que ingreso.

Tabla 26. Historia de usuario HU04

HISTORIA DE USUARIO			
NUMERO: HU04		Médico	
NOMBRE HISTORIA: Simulación			
PRIORIDAD EN EL NEGOCIO	Muy alta	RIESGO EN DESARROLLO	Medio
PROGRAMADOR RESPONSABLE: Juan Nicolás Benavides, Santiago Nicolás Rosero			
DESCRIPCIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> • El sistema debe permitir a los usuarios iniciar una simulación ingresando un número determinado de variables. • Al terminar de ingresar las variables deberá mostrar los resultados de la simulación 			
INFORMACIÓN ENTRADA		CONCEPTO	
Iniciar nueva simulación		Ordena al sistema mostrar las variables que el usuario debe ingresar	
Variables elegidas		El medico ingresará las variables dependiendo del estado de la paciente	
INFORMACIÓN SALIDA		CONCEPTO	
Variables		Al inicio y durante la simulación deberán aparecer las variables que el medico deberá ir marcando dependiendo del estado de la paciente	
Mensaje de finalización de simulación		En caso de que el médico ingrese todas las variables el sistema mostrará un mensaje "Generando resultados"	
Resultados de simulación		Al terminar la simulación el sistema debe mostrar los resultados de la simulación realizada	
CRITERIOS DE VALIDACIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> • Una simulación es exitosa cuando el medico ingresa la totalidad de las variables. • Una simulación es exitosa cuando se visualiza en una nueva ventana los resultados de dicha simulación. 			
OBSERVACIONES: Ninguna			

Fuente: Investigación propia

Tarjeta C.R.C (Clase, Responsabilidad, Colaboradores).

Tabla 27. Tarjeta CRC clase simulación

Clase: Simulación	
Atributos	
Sesión	
Responsabilidades	Colaboradores
OnCreate OnRestart OnResume FragmentPagerAdapter onCreateOptionsMenu onOptionsItemSelected onSupportNavigateUp onClick	Inicio MenuPrincipal Informacion

Fuente: Investigación propia

Desarrollo de interfaz

A continuación, se encuentran imágenes correspondientes al diseño de la interfaz del módulo de simulación en la cual se muestran todas las variables tenidas en cuenta dentro de la investigación ...ver ilustración 34... una vez ingresadas estas variables mediante el módulo matemático se puede generar una simulación para determinar el nivel de preeclampsia de la paciente.

Ilustración 34. Interfaz modulo simulación

Simulación

Por favor digite todos los campos que estan marcados con un * ya que son necesarios para poder generar la simulación

Datos clínicos

Edad* (Años)

Examen de sangre

Hematocrito* (%)

Neutrofilo* (%)

alanina-aminotransferasa (TGP) (U/L)*

lactato deshidrogenasa (DHL)* (U/L)

Creatinina* (mg/dl)

Exámenes de orina

Proteinuria de 24 horas*

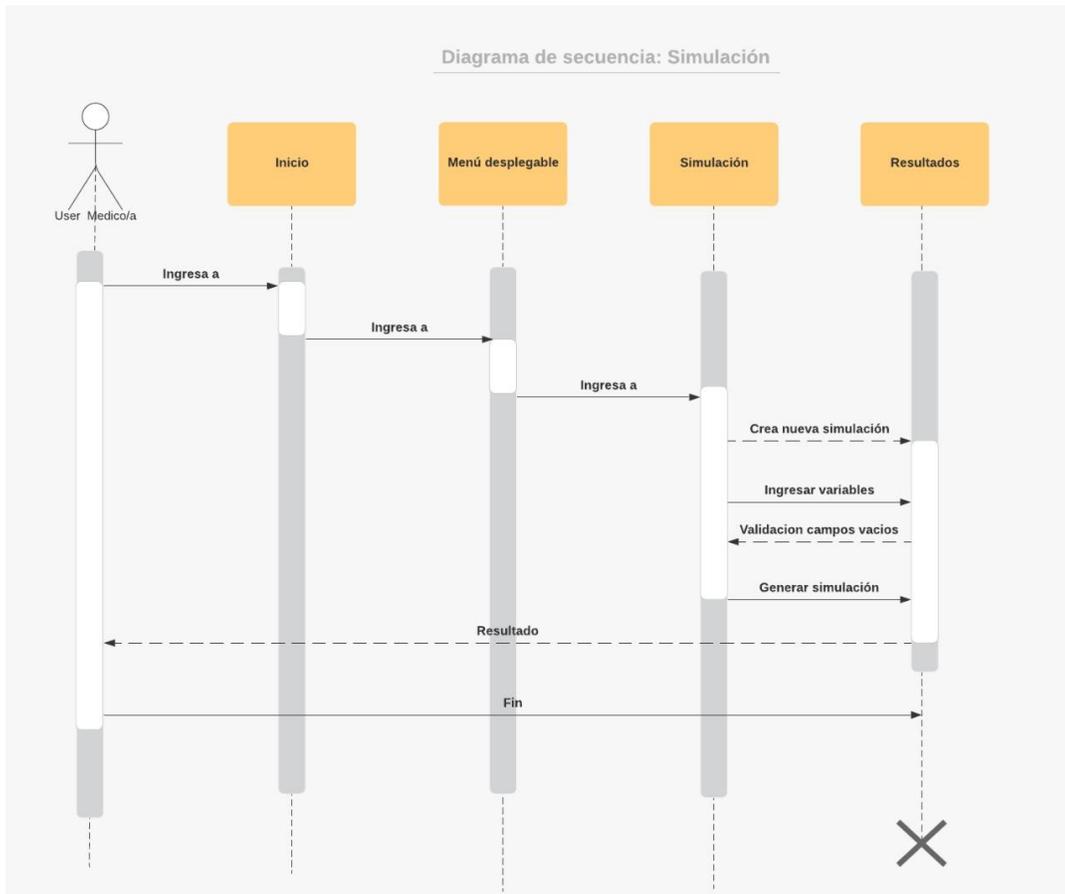
REALIZAR SIMULACIÓN

Fuente: Investigación propia

Diagrama de secuencia modulo simulación

Se realizó el diagrama de secuencia ...ver ilustración 35... el cual describe el proceso que se lleva a cabo para realizar una simulación teniendo en cuenta el conjunto de objetos asociados y como interactúan entre sí para completar el proceso de simulación exitoso.

Ilustración 35. Diagrama de secuencia: simulación



Fuente: Investigación propia

Pruebas de caja negra

Se realizó la prueba de caja negra correspondiente al tercer módulo de la aplicación denominado simulación el cual está enfocado al ingreso de variables para su respectivo cálculo. A continuación, se anexa el formato de prueba de caja negra correspondiente a la tercera iteración: prueba ingreso módulo simulación.

Tabla 28. Prueba de caja negra PCN – 04

FORMATO DE PRUEBA: CAJA NEGRA			
ID PRUEBA:	PCN - 04	FECHA PRUEBA	16/05/2021
MÓDULO:	3	VERSION SW	1.0
OBJETIVO DE LA PRUEBA:	Módulo simulación		
REALIZADO POR:	Santiago Rosero Juan Benavides	REVISADO POR:	Mg. Carlos Fernando Gonzales Guzmán
HISTORIA DE USUARIO RELACIONADA	HU04		
DESARROLLO DE LA PRUEBA			
PASOS	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la aplicación denominada MME desde el menú de aplicaciones en el dispositivo Android. • Se da clic el icono en la parte izquierda superior del dispositivo. • Se selecciona la opción simulación. • Se ingresa las diferentes variables estipuladas. • Una vez ingresada todas las variables se hace click en el botón “Realizar simulación”. 		
COMPORTAMIENTO ESPERADO	Al hacer click en el botón el sistema deberá mostrar la interfaz del módulo resultado con el resultado de dicha simulación.		
DESARROLLO DE LA PRUEBA			
OBSERVACIONES TECNICAS	El sistema muestra el módulo de simulación y de igual manera carga la interfaz del módulo de resultados una vez realizada la simulación.		
OBSERVACIONES DE USABILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema realiza la simulación correctamente. • El sistema carga el siguiente módulo de visualización de resultados una vez realizado la simulación. 		

Fuente: Investigación propia

Pruebas de aceptación

Se realizó la prueba de aceptación a un usuario para medir su nivel de satisfacción teniendo en cuenta una serie de preguntas y una determinada escala que se presenta a continuación:

4: Muy de acuerdo, 3: De acuerdo, 2: Poco de acuerdo, 1: Nada de acuerdo

Tabla 29. Prueba de aceptación No. 3

PREGUNTAS	1	2	3	4
¿Su uso es simple?				X
¿La información que se presenta con respecto a las variables está organizada de manera clara y entendible?				X
¿La organización del módulo simulación es lógica?				X
¿La interfaz es amigable e intuitiva?				X

Fuente: Investigación propia

4.3.4 Iteración número 4: Módulo resultados

En esta iteración se visualiza la interfaz de resultados en la cual se muestra el resultado obtenido de la simulación.

A continuación, se observa la historia de usuario correspondiente al cuarto módulo denominado visualización de resultados el cual el sistema muestra el resultado de la simulación, así como también las opciones del envío de resultados.

Tabla 30. Historia de usuario HU05

HISTORIA DE USUARIO			
NUMERO: HU05		Médico	
NOMBRE HISTORIA: Visualización de resultados.			
PRIORIDAD EN EL NEGOCIO	Alta	RIESGO EN DESARROLLO	Alto
PROGRAMADOR RESPONSABLE: Juan Nicolás Benavides, Santiago Nicolás Rosero			
DESCRIPCIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe permitir visualizar el resultado de la simulación previamente realizada 			
INFORMACIÓN ENTRADA		CONCEPTO	
No aplica.		No aplica.	
INFORMACIÓN SALIDA		CONCEPTO	
Visualización de resultados.		Una vez realizada la simulación previamente se muestra el nivel de preeclampsia.	
CRITERIOS DE VALIDACIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> La visualización de resultados es exitosa cuando se muestra el resultado de la simulación previamente realizada. 			
OBSERVACIONES: Ninguna			

Fuente: Investigación propia

Tabla 31. Historia de usuario HU06

HISTORIA DE USUARIO			
NUMERO: HU06		Médico	
NOMBRE HISTORIA: Enviar resultados y cuidados de la materna vía correo electrónico			
PRIORIDAD EN EL NEGOCIO	Media	RIESGO EN DESARROLLO	Medio
PROGRAMADOR RESPONSABLE: Juan Nicolás Benavides, Santiago Nicolás Rosero			
DESCRIPCIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe permitir a los usuarios enviar los resultados de la simulación y consejos maternos vía correo electrónico 			
INFORMACIÓN ENTRADA		CONCEPTO	
Resultados de simulación		Ordena al sistema mostrar los resultados obtenidos de la simulación realizada previamente	
Correo electrónico		El medico ingresará el correo electrónico de la paciente para enviar los resultados	
INFORMACIÓN SALIDA		CONCEPTO	
Enviar correo electrónico		Una vez terminada la simulación el médico deberá ingresar el correo electrónico de la paciente y el asunto del email.	
Finalización de envío de correo electrónico		El sistema redireccionará al correo electrónico (Gmail) notificando el correo enviado.	
CRITERIOS DE VALIDACIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> Un envío de correo electrónico es exitoso cuando se muestra el mensaje de "Mensaje enviado" 			
OBSERVACIONES: Ninguna			

Fuente: Investigación propia

Tabla 32. Historia de usuario HU07

HISTORIA DE USUARIO			
NUMERO: HU07		Médico	
NOMBRE HISTORIA: Enviar resultados y cuidados de la materna vía mensaje de texto			
PRIORIDAD EN EL NEGOCIO	Media	RIESGO EN DESARROLLO	Medio
PROGRAMADOR RESPONSABLE: Juan Nicolás Benavides, Santiago Nicolás Rosero			
DESCRIPCIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe permitir a los usuarios enviar los resultados de la simulación y consejos maternos vía mensaje de texto 			
INFORMACIÓN ENTRADA		CONCEPTO	
Resultados de simulación		Ordena al sistema mostrar los resultados obtenidos de la simulación realizada previamente	
Mensaje de texto		El medico ingresará el número de celular de la paciente para enviar los resultados	

INFORMACIÓN SALIDA	CONCEPTO
Enviar mensaje de texto	Una vez terminada la simulación el médico deberá ingresar el número de celular de la paciente y el mensaje de texto que desea enviar.
Finalización de envío de mensaje de texto	El sistema mostrara una alerta indicando que el mensaje de texto ha sido enviado.
CRITERIOS DE VALIDACIÓN:	
<ul style="list-style-type: none"> Un envío de mensaje de texto es exitoso cuando se muestra el mensaje de "Mensaje enviado" 	
OBSERVACIONES: Ninguna	

Fuente: Investigación propia

Tarjeta C.R.C (Clase, Responsabilidad, Colaboradores).

Tabla 33. Tarjeta CRC clase simulación

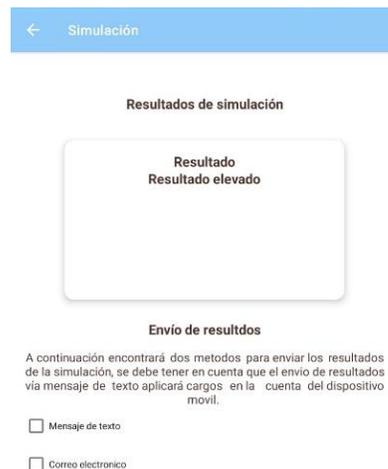
Clase: Simulación	
Atributos	
Simulación	
Resultados	
Responsabilidades	Colaboradores
OnCreate	Inicio
OnRestart	MenúPrincipal
OnResume	Informacion
FragmentPagerAdapter	Simulación
onCreateOptionsMenu	Calcular
onOptionsItemSelected	
onSupportNavigateUp	
onClick	
enviarMensajeTxt	
sendEmail	

Fuente: Investigación propia

Desarrollo de interfaz

A continuación, se muestra la interfaz correspondiente al módulo de resultados en la que se visualiza el resultado de la simulación realizada previamente, además cuenta con la opción de envío de cuidados especiales para la materna ...ver ilustración 35...

Ilustración 36. Interfaz modulo resultados



Fuente: Investigación propia

Pruebas de caja negra

Se realizó la prueba de caja negra correspondiente al cuarto módulo de la aplicación denominado resultados de la simulación el cual muestra los resultados de la simulación previamente realizado como también las opciones del envío de resultados.

Tabla 34. Prueba de caja negra PCN – 05

FORMATO DE PRUEBA: CAJA NEGRA			
ID PRUEBA:	PCN - 05	FECHA PRUEBA	22/05/2021
MÓDULO:	4	VERSION SW	1.0
OBJETIVO DE LA PRUEBA:	Módulo resultados		
REALIZADO POR:	Santiago Rosero Juan Benavides	REVISADO POR:	Mg. Carlos Fernando Gonzales Guzmán
HISTORIA DE USUARIO RELACIONADA		HU05, HU06, HU07	
DESARROLLO DE LA PRUEBA			
PASOS	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la aplicación denominada MME desde el menú de aplicaciones en el dispositivo Android. • Se da clic el icono en la parte izquierda superior del dispositivo. • Se selecciona la opción simulación. • Se ingresa las diferentes variables estipuladas. • Una vez ingresada todas las variables se hace click en el botón “Realizar simulación”. • El sistema muestra la interfaz del módulo de resultados. • Se muestra el nivel de preeclampsia. • Se envía resultados de simulación vía correo electrónico o mensaje de texto. 		
COMPORTAMIENTO ESPERADO	Al hacer click en el botón “Realizar simulación” el sistema deberá mostrar la interfaz del módulo resultado con el resultado de dicha simulación y de igual manera deberá permitir el envío de resultados tanto vía correo electrónico, así como también mensaje de texto.		
DESARROLLO DE LA PRUEBA			
OBSERVACIONES TECNICAS	El sistema muestra el módulo de resultados con el resultado de la simulación y de igual manera permite el envío de resultados por ambos métodos.		
OBSERVACIONES DE USABILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema realiza la simulación correctamente. • El sistema carga el siguiente módulo de resultados una vez realizada la simulación. • El sistema permite el envío de resultados vía correo electrónico o vía mensaje de texto. • El sistema notifica el envío de resultados. 		

Fuente: Investigación propia

Pruebas de aceptación

Se realizó la prueba de aceptación a un usuario para medir su nivel de satisfacción teniendo en cuenta una serie de preguntas y una determinada escala que se presenta a continuación:

4: Muy de acuerdo, 3: De acuerdo, 2: Poco de acuerdo, 1: Nada de acuerdo

Tabla 35. Prueba de aceptación No. 4

PREGUNTAS	1	2	3	4
¿Su uso es simple?				x
¿La información que se presenta con respecto a las variables está organizada de manera clara y entendible?				x
¿La organización del módulo resultados es lógica?				x
¿La interfaz es amigable e intuitiva?				x
¿Se muestran los resultados de la simulación de manera correcta y entendible?				x
¿La aplicación notifica acerca de los costos que puede generar el envío de resultados vía mensaje de texto?				x
¿La aplicación notifica el envío exitoso de los resultados de la simulación?				x

Fuente: Investigación propia

4.3.5 Iteración número 5: Módulo ayuda

En este módulo se visualiza lo correspondiente a información del sistema en donde se encuentra contenido el manual de usuario.

A continuación, se observa la historia de usuario correspondiente al quinto módulo de ayuda del aplicativo.

Tabla 36. Historia de usuario HU08

HISTORIA DE USUARIO			
NUMERO: HU08		Médico	
NOMBRE HISTORIA: Ayuda			
PRIORIDAD EN EL NEGOCIO	Medio	RIESGO EN DESARROLLO	Baja
PROGRAMADOR RESPONSABLE: Juan Nicolás Benavides, Santiago Nicolás Rosero			
DESCRIPCIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> El sistema deberá carga la interfaz del módulo ayudan, así como también deberá permitir la descarga directa del manual de usuario. 			
INFORMACIÓN ENTRADA		CONCEPTO	
Descarga de manual de usuario		Ordena al sistema descargar el manual de usuario mediante el link de descarga directo.	
INFORMACIÓN SALIDA		CONCEPTO	
Visualización de manual de usuario		Una vez terminada la descarga del manual de usuario se podrá abrir el archivo PDF anteriormente descargado y visualizarlo en pantalla	
CRITERIOS DE VALIDACIÓN:			
<ul style="list-style-type: none"> La descarga del manual de usuario es exitosa cuando se puede visualizar el mismo en pantalla 			
OBSERVACIONES: Ninguna			

Fuente: Investigación propia

Tarjeta C.R.C (Clase, Responsabilidad, Colaboradores).

Tabla 37. Tarjeta CRC clase ayuda

Clase: Ayuda	
Atributos	
Sesión	
Responsabilidades	Colaboradores
OnCreate	Inicio
OnRestart	MenúPrincipal
OnResume	Informacion
FragmentPagerAdapter	Simulación
onCreateOptionsMenu	
onOptionsItemSelected	

onSupportNavigateUp onClick enviarMensajeTxt sendEmail gotoUrl	
--	--

Fuente: Investigación propia

Desarrollo de interfaz

A continuación, se encuentra la imagen correspondiente al diseño de la interfaz del módulo de ayuda en la cual está contenido el botón que permite la descarga directa del manual de usuario ...ver ilustración 36...

Ilustración 37. interfaz modulo ayuda



Fuente: Investigación propia

Pruebas de caja negra

Se realizó la prueba de caja negra correspondiente al quinto módulo de la aplicación denominado ayuda el cual está dirigido a ayudar al usuario a comprender las funciones del aplicativo.

A continuación, se anexa el formato de prueba de caja negra correspondiente a la quinta iteración: prueba ingresar módulo ayuda.

Tabla 38. Prueba de caja negra PAF – 06

FORMATO DE PRUEBA: CAJA NEGRA			
ID PRUEBA:	PCN - 06	FECHA PRUEBA	30/04/2021
MÓDULO:	5	VERSION SW	1.0
OBJETIVO DE LA PRUEBA:	Módulo ayuda		
REALIZADO POR:	Santiago Rosero Juan Benavides	REVISADO POR:	Mg. Carlos Fernando Gonzales Guzmán
HISTORIA DE USUARIO RELACIONADA	HU08		
DESARROLLO DE LA PRUEBA			
PASOS	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la aplicación denominada MME desde el menú de aplicaciones en el dispositivo Android. • Se da clic el icono en la parte izquierda superior del dispositivo. • Se selecciona la opción ayuda. • Se visualiza la interfaz del módulo de ayuda. • Se descarga el manual de usuario en formato PDF 		
COMPORTAMIENTO ESPERADO	El sistema deberá cargar la interfaz del módulo ayudan, así como también deberá permitir la descarga directa del manual de usuario.		
DESARROLLO DE LA PRUEBA			
OBSERVACIONES TECNICAS	El sistema muestra el módulo ayuda, así como también el botón de descarga directa del Manuel de usuario.		
OBSERVACIONES DE USABILIDAD	El módulo se visualiza correctamente y funciona correctamente		

Fuente: Investigación propia

Pruebas de aceptación

Se realizó la prueba de aceptación a un usuario para medir su nivel de satisfacción teniendo en cuenta una serie de preguntas y una determinada escala que se presenta a continuación:

4: muy de acuerdo, 3: de acuerdo, 2: Poco de acuerdo, 1: Nada de acuerdo

Tabla 39. Prueba de aceptación No. 5

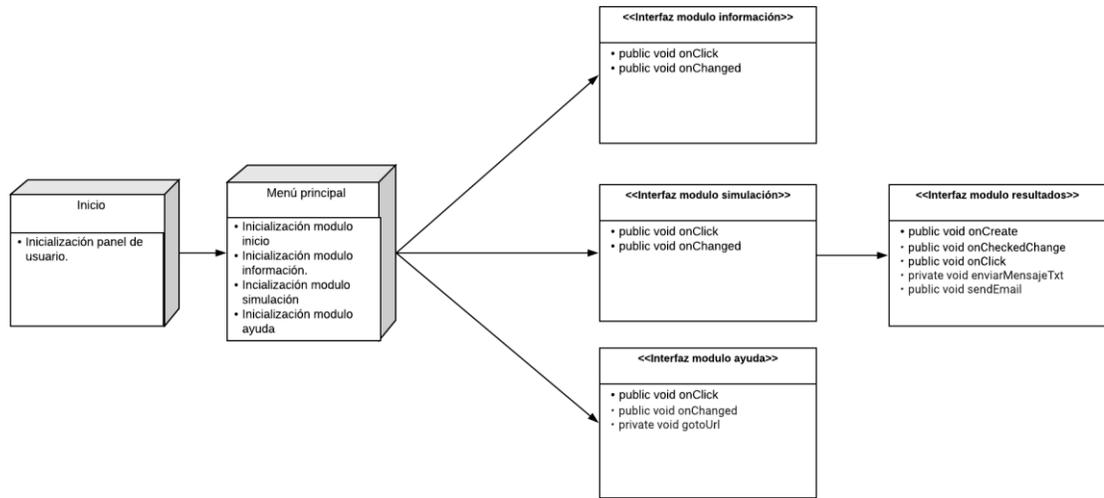
PREGUNTAS	1	2	3	4
¿Su uso es simple?				x
¿La información se presenta de manera clara y entendible?				x
¿La organización del módulo ayuda es lógica?				x
¿La interfaz es amigable e intuitiva?				x
¿El sistema permite la descarga directa del manual del usuario?				x
¿El manual de usuario se presenta de manera clara y entendible?				x

Fuente: Investigación propia

Diagrama de despliegue aplicación móvil

En la ilustración ...ver ilustración 38... se visualiza el diagrama de despliegue el cual muestra la arquitectura de ejecución del sistema teniendo en cuenta cada uno de los módulos de la aplicación.

Ilustración 38. Diagrama de despliegue aplicación móvil



Fuente: Investigación propia

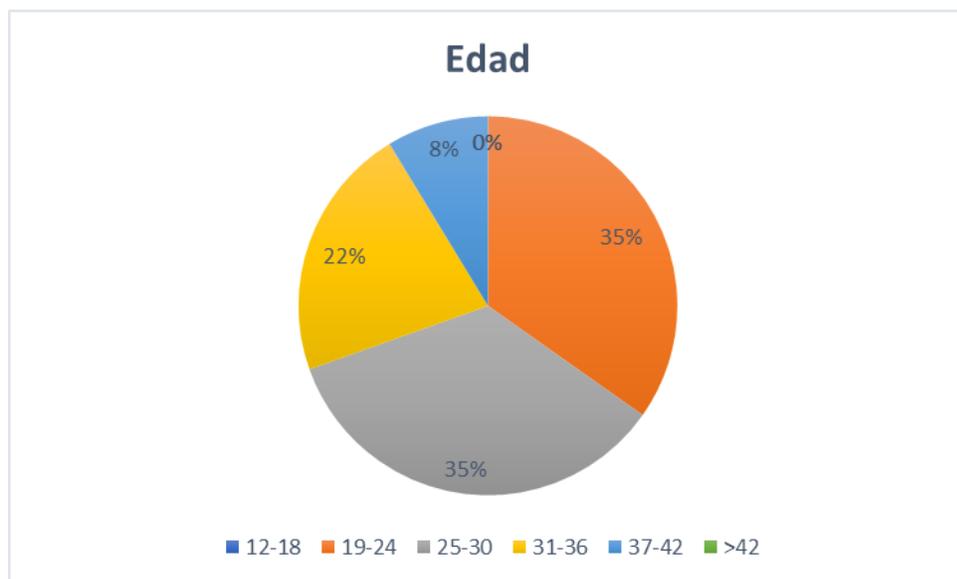
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN

A continuación, se muestra la caracterización de las variables de repositorio central en la cual se trabajó con 23 maternas procedentes de los diferentes municipios del departamento de Nariño que confluyen en Pasto, con diagnóstico de hipertensión inducida por el embarazo y preeclampsia del régimen subsidiado asociadas a Emssanar.

En la ilustración 39 se tiene que en el repositorio central de datos los rangos de edad de las maternas de 12 a 18 años equivalen a un 0%, seguido de 19 a 24 años con un 35%, luego se encuentra el rango de edades de 25 a 30 años con un 35%, las edades entre 31 a 36 con un 22%, también encontramos el rango entre 37 a 42 años con un 8% y por último no se cuenta con maternas con una edad igual o superior a 42 años.

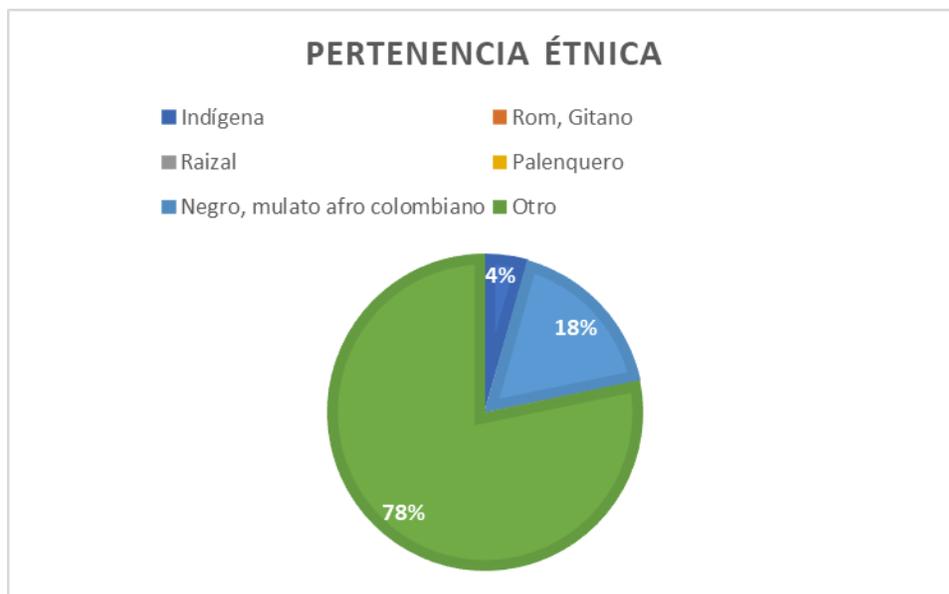
Ilustración 39. Análisis de edad



Fuente: Investigación propia

En la ilustración 40 con respecto a la pertenencia étnica tenemos que la etnia indígena equivale al 4%, seguido de la etnia negro, mulato afrocolombiano con un 18%, y en gran mayoría se encuentra “otros” con un 78%. No se encontraron maternas de pertenencia étnica como Raizal, Rom, Gitano y palenquero estos con un 0%

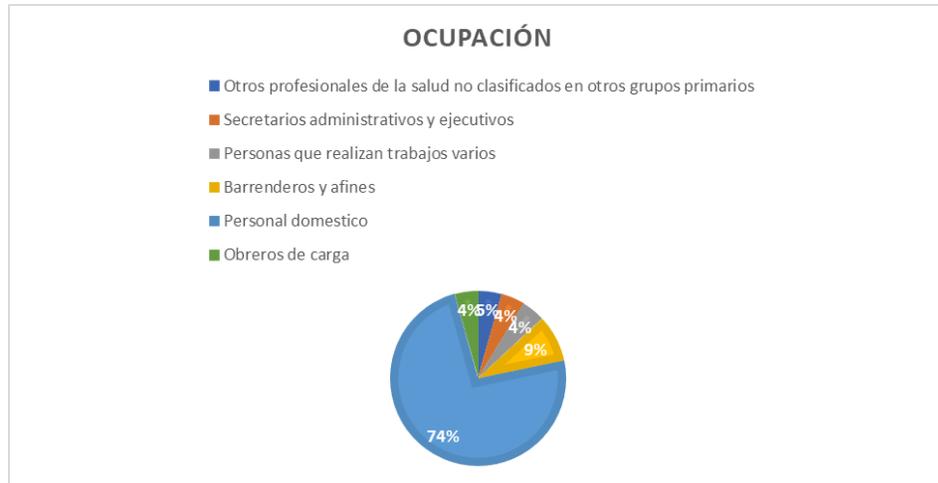
Ilustración 40. Análisis pertenencia étnica



Fuente: Investigación propia

En la siguiente gráfica ...ver ilustración 41... se encuentra las diferentes ocupaciones de las maternas siendo personal doméstico el que más prevalece con un 74% seguido de obreros de carga con un 4%, personas que realizan trabajos varios con un 4%, ocupaciones como barrendero y afines con un 9% y las ocupaciones como lo es otras profesiones de la salud y secretarios con un 4%.

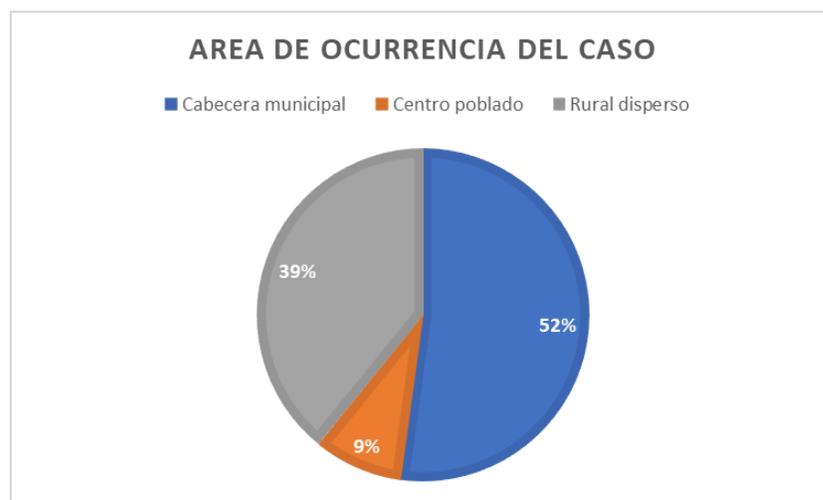
Ilustración 41. Análisis ocupación



Fuente: Investigación propia

En la ilustración 42 se visualiza el área de ocurrencia del caso el cual está dividido en cabecera municipal, centro poblado y rural siendo la cabecera municipal la más alta con un 52% seguida del área rural disperso con un 39% y por último el centro poblado con un 9%.

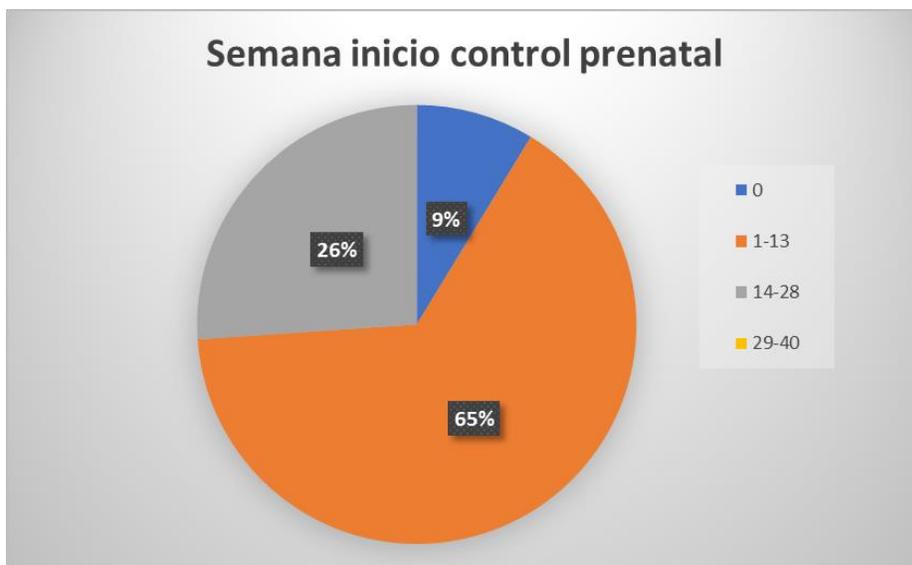
Ilustración 42. Análisis área de ocurrencia del caso



Fuente: Investigación propia

A continuación, se visualiza la gráfica semana de inicio de control prenatal ...ver ilustración 43... en la cual se puede concluir que el 9 % de las maternas no se tienen datos de la semana de inicio de control prenatal, el 65% de maternas llegaron entre la semana 1 y la semana 13 teniendo en cuenta su inicio de control prenatal, entre la semana 14 y 28 un 26% de maternas iniciaron sus controles prenatales y después de la semana 29 no hubo maternas porque llegaron en semanas anteriores.

Ilustración 43. Análisis número de mortinatos



Fuente: Investigación propia

5.2 ANÁLISIS DE LA POSTPRUEBA

A continuación, se presentarán los resultados de la encuesta de usabilidad dirigido a un médico especialista en el área de salud el cual interactuó con la aplicación MME Simulator y posteriormente calificó dicha aplicación.

La muestra se integró con un médico de Emmsanar E.P.S el cual de manera virtual por medio de Google Forms se le realizó la prueba de usabilidad.

El médico aceptó de manera voluntaria participar en la prueba de usabilidad del aplicativo ...Ver Anexo 1... Esta se realizó con el fin de medir el nivel de usabilidad

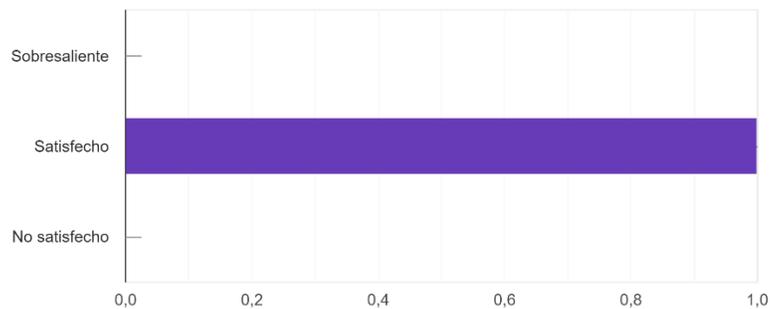
del aplicativo móvil teniendo en cuenta el punto de vista del médico y la aprobación del uso de las tecnologías de la información para reducir riesgos de hipertensión y preeclampsia en maternas.

A continuación, se visualiza el resultado de la prueba de usabilidad realizada:

Ilustración 44. Encuesta usabilidad pregunta 1

1. ¿Esta satisfecho con lo fácil que es utilizar esta App?

1 respuesta



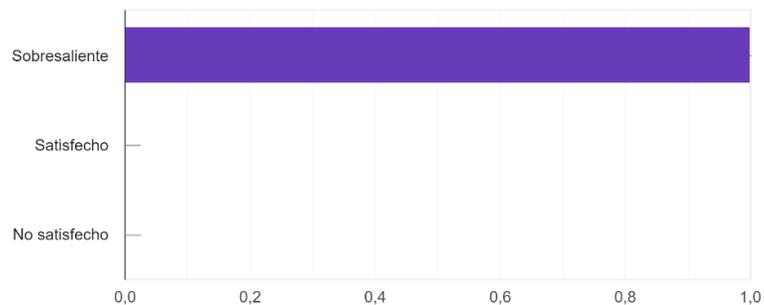
Fuente: Investigación propia

Teniendo en cuenta la gráfica anterior el experto de salud encuestado se encuentra satisfecho con la facilidad de uso de la aplicación ...ver ilustración 44...

Ilustración 45. Encuesta usabilidad pregunta 2

2. ¿Es simple de usar la App?

1 respuesta



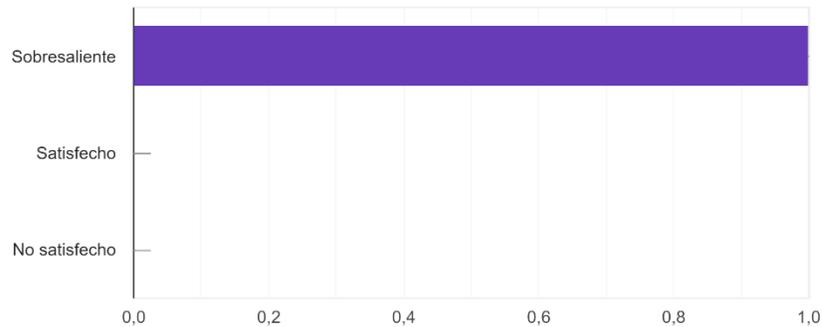
Fuente: Investigación propia

En la gráfica anterior ...ver ilustración 45... se concluye que el médico encuestado no tuvo inconvenientes al usar el aplicativo.

Ilustración 46. Encuesta usabilidad pregunta 3

3. ¿Se siente cómodo utilizando la App?

1 respuesta



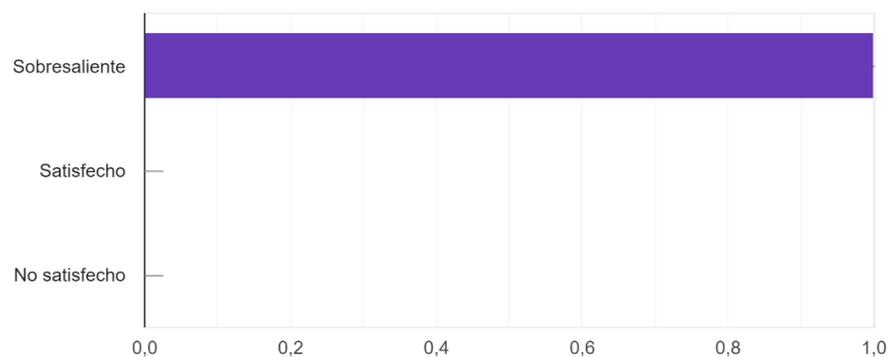
Fuente: Investigación propia

Se concluye que es sobresaliente la comodidad del usuario con la aplicación ...ver ilustración 46...

Ilustración 47. Encuesta usabilidad pregunta 4

4. ¿Es fácil aprender a utilizar la App?

1 respuesta

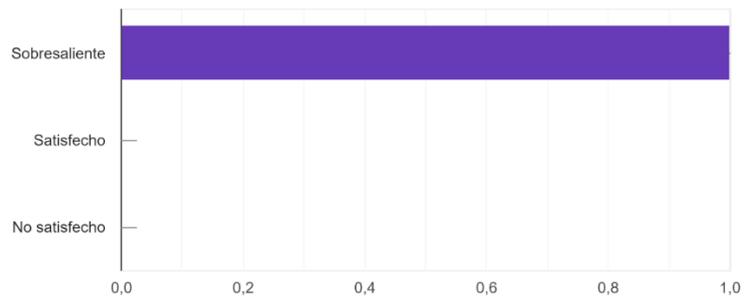


Fuente: Investigación propia

Debido a la existencia de un manual de usuario detallado dentro del aplicativo se puede observar que el médico teniendo en cuenta la gráfica anterior ...ver ilustración 47... considera que es fácil de aprender.

Ilustración 48. Encuesta usabilidad pregunta 5

5. ¿La App muestra mensajes de error que le dicen claramente cómo resolver los problemas?
1 respuesta

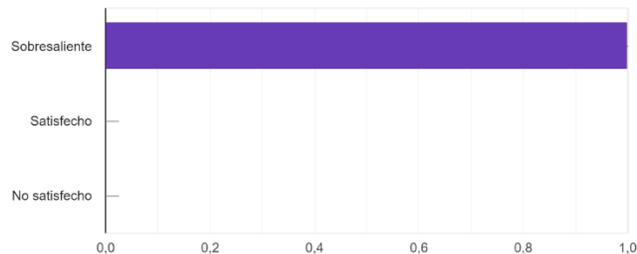


Fuente: Investigación propia

Como resultado de la gráfica anterior ...ver ilustración 48... se concluye que el aplicativo muestra los mensajes de error correspondientes en caso de ser necesarios para su correcto funcionamiento.

Ilustración 49. Encuesta usabilidad pregunta 6

6. ¿Cada vez que comete un error utilizando la app, lo resuelve fácil y rápidamente?
1 respuesta

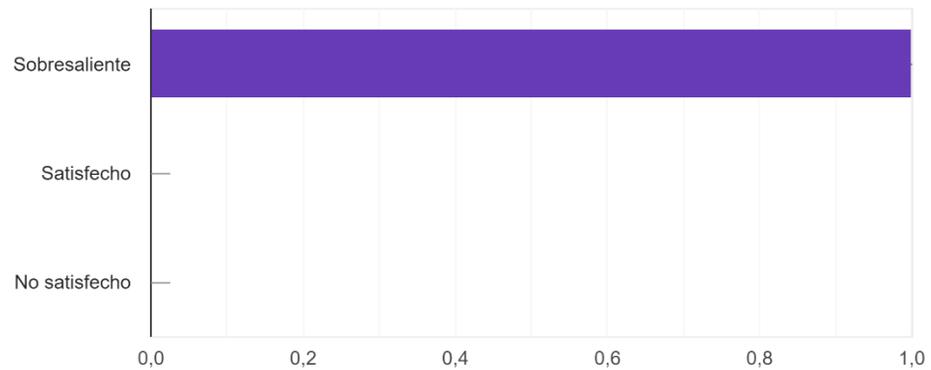


Fuente: Investigación propia

Se concluye que la aplicación es sobresaliente en el momento de resolver un error de manera fácil y rápida ...ver ilustración 49...

Ilustración 50. Encuesta usabilidad pregunta 7

7. ¿La información como mensajes en pantalla y otra documentación que provee la App es clara?
1 respuesta

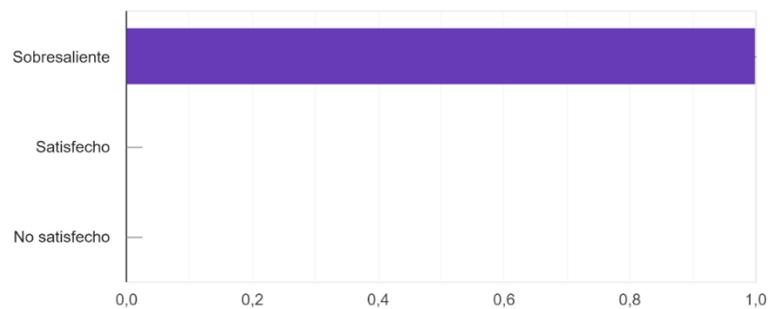


Fuente: Investigación propia

Debido a los resultados expuestos en la anterior gráfica ...ver ilustración 50... se puede concluir que la información que provee la aplicación y otra documentación se expone de manera clara y precisa.

Ilustración 51. Encuesta usabilidad pregunta 8

8. ¿Es fácil encontrar en la App la información que necesita?
1 respuesta



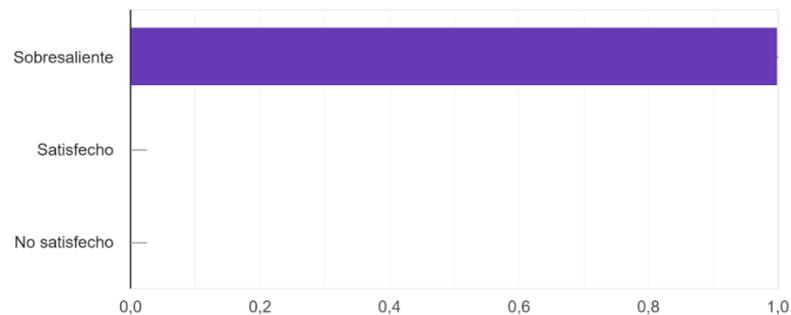
Fuente: Investigación propia

Debido a la existencia de un menú dentro del aplicativo y teniendo en cuenta la perspectiva del encuestado se puede concluir que la información que dicho aplicativo provee se puede encontrar de manera sencilla ...ver ilustración 51...

Ilustración 52. Encuesta usabilidad pregunta 9

9. ¿La organización de la información de la App es clara?

1 respuesta



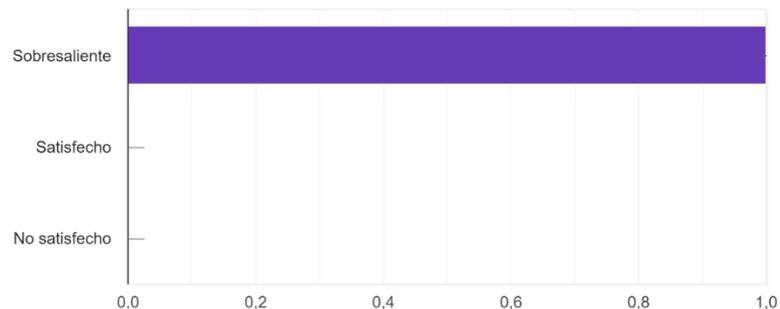
Fuente: Investigación propia

De la anterior gráfica ...ver ilustración 52... se puede inferir teniendo en cuenta la calificación que la información está de manera organizada dentro del aplicativo.

Ilustración 53. Encuesta usabilidad pregunta 10

10. ¿La interfaz de la App es placentera?

1 respuesta

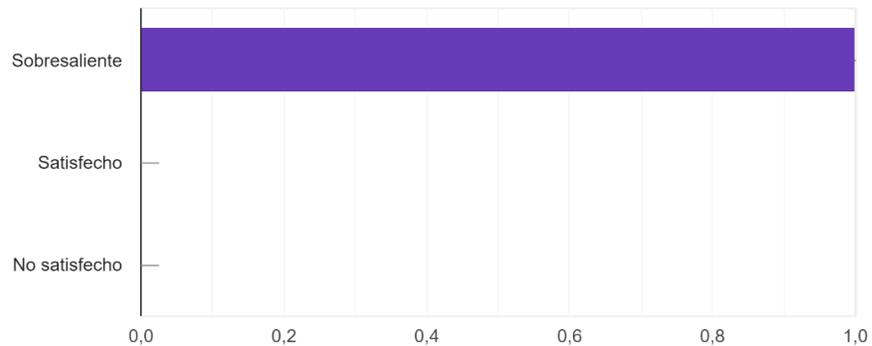


Fuente: Investigación propia

De la anterior pregunta se deduce que la interfaz de la App se encuentra en una escala sobresaliente en cuanto a su interfaz ...ver ilustración 53...

Ilustración 54. Encuesta usabilidad pregunta 11

11. ¿Le gustó utilizar la App?
1 respuesta

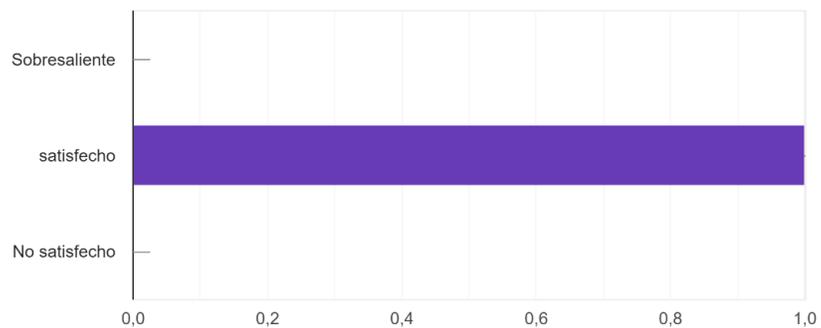


Fuente: Investigación propia

Se concluye que debido a las funcionalidades que el aplicativo ofrece al médico encuestado genero una calificación sobresaliente indicando que le gustó usar MME simulator ...ver ilustración 54...

Ilustración 55. Encuesta usabilidad pregunta 12

12. ¿La App tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera?
1 respuesta

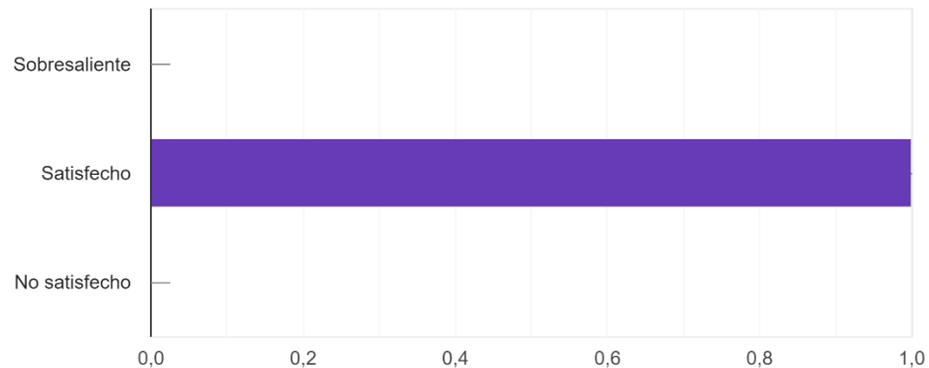


Fuente: Investigación propia

Teniendo en cuenta la gráfica anterior ...ver ilustración 55... el encuestado se encuentra satisfecho con las herramientas que ofrece el aplicativo.

Ilustración 56. Encuesta usabilidad pregunta 13

13. ¿En general, Estuve satisfecho con la App?
1 respuesta



Fuente: Investigación propia

Y por último se puede concluir que el usuario se encuentra satisfecho con el uso del aplicativo, así como también con las herramientas que este ofrece ...ver ilustración 56...

5.2.1 Ponderación de resultados

La ponderación tiene como fin determinar la medida de usabilidad del aplicativo.

A continuación, se muestra la ponderación de resultados de teniendo en cuenta la encuesta de usabilidad realizada.

Tabla 40. ponderación resultados

Definición	Calificación	Ponderado
Usabilidad	Sobresaliente	3
	Satisfecho	2
	No satisfecho	1

Fuente: Investigación propia

Para la medición de los resultados obtenidos de la encuesta de usabilidad se tienen en cuenta que esta tiene una calificación total de 39 puntos equivalentes al 100% del total de los puntos, de los cuales bajo el punto de vista del experto en salud se obtuvieron 36 puntos equivalentes al 92.30% de facilidad de uso.

Para la obtención de los anteriores porcentajes se realizó una regla de tres la cual consiste en resolver problemas de proporcionalidad entre tres valores conocidos y una incógnita de la siguiente manera:

Ecuación 2. Regla de tres - encuesta de satisfacción

$$39 \text{ puntos posibles} = 100\%$$

$$36 \text{ puntos obtenidos} = ?$$

Fuente: Investigación propia

5.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La incorporación de tecnologías móviles ha sido fundamental en los procesos clínicos especialmente en las maternas de los distintos municipios de Nariño que confluyen a la ciudad de Pasto y se establece que esta aplicación si proporciona una alternativa ante la carencia de este tipo de aplicativos la cual ayude a maternas a reducir los riesgos de preeclampsia.

Después de una activa y ardua investigación realizada por el equipo, se puede determinar que los resultados obtenidos son positivos ...ver ecuación 2... ya que se demostró el nivel de satisfacción del usuario con la aplicación.

Teniendo en cuenta lo anterior, se desarrolló una encuesta de usabilidad cuyo propósito es diseñar, desarrollar y medir la usabilidad del aplicativo denominado "MME simulator" para reducir riesgos de hipertensión y preeclampsia en maternas.

Los resultados preliminares obtenidos de la encuesta de usabilidad muestran que la aplicación tiene un 92.30% de facilidad de uso siendo este un porcentaje de

calificación muy satisfactorio teniendo en cuenta la valoración de un experto en el área de salud.

Debido a lo anterior los hallazgos coinciden con Mena, Ostos y Gonzales (2016) donde se expone que el impacto de la salud móvil es evidente, muchos médicos y sus pacientes mantienen el control de su salud por medio de aplicaciones móviles, uno de sus tantos beneficios es el poder tener un monitoreo oportuno, haciendo conocer al médico los detalles de su salud permitiendo ser atendido oportunamente.

De igual manera, dentro de esta investigación fue de suma importancia la aplicación de técnicas de minería de datos, ya que teniendo en cuenta el repositorio central de datos obtenido y el proceso de minería de datos que se le realizó, se obtuvo un modelo matemático ...Ver ecuación No. 1... el cual está orientado a la detección temprana del nivel de preeclampsia en gestantes, siendo estos niveles preeclampsia leve y preeclampsia severa. Una vez conocido el nivel de preeclampsia de la materna por medio de la aplicación móvil desarrollada por los investigadores, se tiene la opción de envío de cuidados especiales a la materna orientados a reducir los riesgos que supone para la paciente esta patología.

De este modo, los hallazgos coinciden con González y Pérez (2014) donde se expone la importancia la aplicación de técnicas de minería de datos para la extracción de nuevos conocimientos que asistan en la toma de decisiones en el área de salud y epidemiologías, donde se diseñen estrategias diferenciadas en la prevención y control.

CONCLUSIONES

El aplicativo MME Simulator, realiza la detección de pacientes en condición de preeclampsia leve y severa, derivado del estudio realizado mediante la analítica de datos, permitiendo un tratamiento oportuno y eficaz que conlleve a la resolutivez de la paciente dentro de la entidad hospitalaria, permitiendo así la disminución de la tasa de morbilidad ocasionada por la hipertensión en maternas.

Continuando con la investigación se encontró mediante una caracterización que la edad es un factor significativo para adquirir este tipo de trastornos durante el embarazo, además se determinó que las maternas mayores a 37 años son las que más incidencia tienen hacia la preeclampsia, seguido de maternas con un rango de edad entre 31 a 36 años, las cuales presentan una disminución por lo que se catalogan con un rango medio de incidencia y por último se encuentran las maternas con un rango de edad entre 12 a 18 años siendo estas las que menor tendencia tienen hacia la preeclampsia.

De igual manera se encontró que las maternas multigestantes tienen una mayor influencia de adquirir hipertensión inducida por el embarazo y tener complicaciones entorno a la preeclampsia.

Los resultados obtenidos del proceso de minería de datos realizado al repositorio de datos central, permitieron alcanzar el objetivo propuesto de buscar patrones de comportamiento que indiquen la tendencia de los datos hacia nivel de preeclampsia de la materna.

Las metodologías ágiles en el caso de XP permitieron el desarrollo del aplicativo móvil dentro de los tiempos previstos para la investigación debido a su eficacia, flexibilidad y control en la gestión de proyectos, obteniendo como resultado la aplicación denominada "MME Simulator" la cual detecta el nivel de preeclampsia de las pacientes y además permite el envío de cuidados especiales hacia las

maternas reduciendo de esta forma los riesgos de preeclampsia durante el embarazo.

Finalizando la investigación, se procedió a evaluar los resultados obtenidos de la aplicación móvil teniendo en cuenta el juicio de un experto en salud, el cual dio su punto de vista mediante una encuesta de usabilidad ...Ver anexo 1... concluyendo que los resultados obtenidos son favorables con 92.30% de facilidad de uso teniendo en cuenta factores como la facilidad de aprendizaje, eficiencia, facilidad de resolución de errores y la impresión del usuario con la aplicación.

RECOMENDACIONES

Extender los estudios expuestos en este trabajo de grado con el fin de ampliar la investigación sobre la morbilidad materna extrema no solo teniendo en cuenta la preeclampsia, sino que también esté enfocada en detectar alteraciones en la etapa preconcepcional disminuyendo la incidencia de las complicaciones de la madre gestante, evitando la morbimortalidad (Medición de fallecimientos realizada sobre un segmento población en un periodo específico, como dato informativo global o a partir de la identificación de un agente o circunstancia fatal) en las usuarias que se encuentren en etapa de gestación.

Complementar la investigación desarrollada teniendo en cuenta un grupo focal de pacientes mucho más amplio y generalizado, ya que los datos utilizados dentro de la investigación fueron provenientes de una sola entidad prestadora de salud.

Para el uso adecuado de MME Simulator es recomendable capacitar al usuario a cerca de las funcionalidades que este ofrece apoyado en el uso del manual de usuario.

Para el desarrollo de aplicaciones móviles se recomienda el uso de metodologías ágiles debido a su eficacia y flexibilidad en los proyectos de desarrollo, ya que esto genera responsabilidad y disciplina por parte de los programadores, facilitando la creación de nuevas aplicaciones con altos estándares de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

ABAT, Hernan. «Slideshare.» 2013. <https://es.slideshare.net/mgcomodoro/hipertension-inducida-por-el-embarazo>.

ÁLVAREZ Vivian, ALONSO Rosa, MUÑIZ Milagros, MARTÍNEZ Josefina. «Caracterización de la hipertensión inducida por el embarazo.» *Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología*, 2014.

ANGUIANO, J. *IBM International Business Machines*. 2018. https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/logo/logo_5.html.

ARACIBIA Gallardo, ALBERTO José. «Archivo digital UPM.» *Biblioteca universitaria politécnica*. 2009. <http://oa.upm.es/1946/>.

ARTICA, Navarro. «Repositorio institucional digital UNAP.» 2014. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/4515>.

ASSOCIATION, COMPUTER & COMMUNICATIONS INDUSTRY. *Desarrollo de Aplicaciones para*. 2014.

BAUTISTA, Luis. «Uso de minería de datos en la detección temprana y prevención de complicaciones de enfermedades en el sistema de salud colombiano.» 2010.

BELTRAN, Jorge. «Aplicación de inteligencia de negocios a la gestión educativa.» 2014.

BOUZA, Carlos. «LA MINERÍA DE DATOS: ARBOLES DE DECISIÓN Y SU APLICACIÓN EN ESTUDIOS MÉDICOS.» *64 MODELACIÓN MATEMÁTICA DE FENÓMENOS DEL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD*, 2012.

BRYCE Alfonso, ALEGRÍA Edmundo, VALENZUELA German, LARRAURI César. «Hipertensión en el embarazo.» *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, 2018.

BUSTAMANTE Dayana, RODRIGUEZ Jean. «UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS OCCIDENTALES EZEQUIEL ZAMORA.» Marzo de 2014. <https://www.coursehero.com/file/26806101/Metodologia-XPpdf/>.

CABALLERO Diago, RAMOS Guilarte. «Factores de riesgo en la hipertensión inducida por el embarazo.» *Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología*, 2011.

CARARACH Ramoneda, MUSSONS Botet. «Preeclampsia. Eclampsia y síndrome HELLP.» *AEP Asociación Española de Pediatría*, 2008.

CARRILLO Aneth, GARCÍA César. «COMPORTAMIENTO DE LA MORBILIDAD MATERNA EXTREMA EN EL DEPARTAMENTO DEL META.» 2014.

CASTAÑEDA, Maria. *Procesamiento de datos y análisis estadístico utilizando SPSS*. EdiPUCRS, 2010.

CHAPMAN Pete, CLINTON Julian, KERBER Randy. *CRISP-DM 1.0 Step-by-step data mining guide*. USA and Denmark: CRISP-DM, 2000.

COLCIENCIAS, MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. «Guía de práctica clínica.» 2013.

DÍAZ Marycarmen, COLLAZO Antonio. «ResearchGate.» Noviembre de 2013. https://www.researchgate.net/publication/318211906_La_programacion_extrema.

ECHEVERRY Luis, DELGADO Luz. «Repositorio universidad tecnologica de Pereira.» 2007. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/794/0053E18cp.pdf>.

EPS, Emssanar. «Emssanar S.A.S.» 2015. <https://www.emssanar.org.co/>.

GALÁN, Víctor. «Universidad Carlos III de Madrid.» *Biblioteca*. 2015. https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/22198/PFC_Victor_Galan_Cortina.pdf.

GALLEGO Julián, NAVARRO Luisa, CASTILLO Luis. «Aplicación de técnicas de minería de datos en atención primaria en salud (aps) para el análisis de riesgos en mujeres gestantes de la población manizaleña atendida por assbasalud.» *scielo.org.co*. 2015. <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v14n2/v14n2a07.pdf>.

GONZALES LD, GÓMEZ D, VÉLEZ A, AGUDELO M, GÓMEZ J, WYLIE J. «Características de la atención hospitalaria y su relación con la morbilidad materna extrema en Medellín, Colombia.Pa.» *Rev Panam Salud Publica*, 2014.

GONZALES Liset, PEREZ Yadian. «La minería de datos espaciales y su aplicación en estudios de salud y epidemiologías.» 2014: 38-41.

GONZALES, Irene. «Fisterra.» 2017. <https://www.fisterra.com/guias-clinicas/estados-hipertensivos-embarazo/index.asp?avisologin=Identificacion%20realizada%20correctamente>.

IBM CORPORATION. *IBM Cloud Free Tier*. s.f. <https://www.ibm.com/cloud/free/>. —. *Manual CRISP-DM*. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. «BES Boletín Epidemiológico Semanal.» Semana epidemiológica 23. 2 al 8 de junio de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. «Protocolo de vigilancia en salud pública-Morbilidad materna extrema.» *Ministerio Nacional de Salud*, 2017.

—. «www.ins.gov.co.» Diciembre de 2017. <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Lineamientos/PRO%20Morbilidad%20materna%20extrema.pdf>.

JOSKOWICZ, José. «Universidad de la república-facultad de ingeniería-instituto de ingeniería eléctrica.» 10 de Febrero de 2008. <https://ie.fing.edu.uy/~josej/docs/XP%20-%20Jose%20Joskowicz.pdf>.

MARIÑO Sonia, ALFONSO Pedro. «Implementación de SCRUM en el diseño del proyecto del Trabajo Final de Aplicación.» 2014.

MARTÍNEZ, Beatrice. *Minería de datos*. Universidad Autonoma de Puebla, 2016.

MELENDEZ, Cinthya. «Repositorio Institucional UNAN-Managua.» 2016. <http://repositorio.unan.edu.ni/1365/1/62161.pdf>.

MENA Luis, OSTOS Rodolfo, GOZALES Eduardo. «Aplicaciones móviles en el sector salud.» <https://www.researchgate.net/>. Octubre de 2016. https://www.researchgate.net/publication/323933795_Aplicaciones_moviles_en_el_sector_salud.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. *Ministerio de educacion Nacional*. s.f. https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-387771.html?_noredirect=1.

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCION SOCIAL. *Modelo Integral de Atención en Salud – MIAS*. 2015.

MOLINA, Gabriel. «Estadística descriptiva en Psicología.» En *Estadística descriptiva en Psicología*, de Gabriel Molina y María F. Rodrigo. Valencia, 2010.

MONSERRAT Sergio, CHIOTTI Omar. «www.conaiisi.unsl.edu.ar/.» 2016. <http://conaiisi.unsl.edu.ar/2013/132-505-1-DR.pdf>.

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS. Universidad CESMAG. «Documento líneas de investigación.» 2017. <https://ingenieria.iucesmag.edu.co/index.php/ingenieria-en-sistemas/>.

QUIJANO, Vodniza. *Guía de investigación cuantitativa*. Pasto: Tecnographic, 2009.

RANGEL Yesica, MARTÍNEZ Alexia. «LA INVESTIGACIÓN EN MORBILIDAD MATERNA EXTREMA “NEAR MISS” EN AMÉRICA LATINA.» 2016: 24-35.

RIVERA Gil, Ma. del Carmen. «La base de datos. Importancia y aplicación en educación: Perfiles educativos.» 1994.

SECRETARÍA DISTRITAL DE SALUD DE BOGOTÁ, D. C. ASOCIACIÓN BOGOTANA DE OBSTETRICIA Y GINECOLOGÍA (ASBOG). *Secretaria de salud de Bogota*. s.f. <http://www.saludcapital.gov.co/DDS/Publicaciones/GUIA%201.%20%20CONTROL%20PR ENATAL%20Y%20FACTORES%20DE%20RIESGO.pdf>.

SENADO DUMOY, Justo. «Los factores de riesgo en el proceso salud-enfermedad.» 1999. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-21251999000400019&lng=es&nrm=iso.

SILBERSHATZ, A. *Fundamentos de base de datos 4ta edición*. 2002.

SISTEMAS, PROGRAMA DE INGENIERÍA DE. *PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS*. SAN JUAN DE PASTO: UNICESMAG, 2015.

SOMERVILLE, Ian. *ingeniería del software 7ma edición*. 2005.

TIMARÁN Pereira, R & YÉPEZ Chamorro. «Caracterización de la supervivencia de mujeres con cáncer invasivo.» *Rev.investig.desarro.innov*, 2016.

TIMARAN Ricardo, CALDERÓN Andrés, HIDALGO Arsenio. «Aplicación de los árboles de decisión en la identificación de patrones de lesiones fatales por causa externa en el municipio de Pasto.» 2017.

TUNCALP O1, HINDIN MJ, SOUZA JP. «The Prevalence of Maternal Near Miss. An In Obstet Gynaecol.» *PubMed*, 2015: 132-137.

VILLAR Carlos, GRANADOS Eduardo, TORRES Fernando. *Ministerio de salud y protección social*. 2013. https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IETS/GPC_Ptes_HTA.pdf.

ZURIQUE, Marina. «Prevalencia de hipertensión arterial en colombia.» *Acta medica Colombiana*, 2019.

ANEXOS

Anexo 1 Encuesta Post-Prueba

Medida de usabilidad MME Simulator

Proyecto de investigación “PREVENCIÓN EN MORBILIDAD MATERNA EXTREMA MEDIANTE ANALÍTICA DE DATOS Y GESTIÓN APP” Encuesta dirigida a personal médico.

El objetivo del proyecto es propiciar condiciones de salud favorables en mujeres gestantes que reduzcan riesgos de morbilidad materna extrema a partir de analítica de datos mediante una aplicación móvil.

Consentimiento informado

A continuación, se presenta una lista de chequeo con 13 preguntas, esto para medir el nivel de usabilidad del médico y la aprobación del uso de las tecnologías de la información para reducir riesgos de hipertensión y preeclampsia en maternas.

Esta información es de absoluta reserva y solo es utilizada con fines de mejora educativa. Su participación es muy importante para la investigación que se está llevando a cabo denominada “PREVENCIÓN EN MORBILIDAD MATERNA EXTREMA MEDIANTE ANALÍTICA DE DATOS Y GESTIÓN APP”. De antemano le agradecemos su oportuna colaboración. ([Medida de usabilidad MME Simulator \(google.com\)](#))

1. ¿Está satisfecho con lo fácil que es utilizar esta App?
 - Sobresaliente
 - Satisfecho
 - No satisfecho

2. ¿Es simple de usar la App?

- Sobresaliente
- Satisfecho
- No satisfecho

3. ¿Se siente cómodo utilizando la App?

- Sobresaliente
- Satisfecho
- No satisfecho

4. ¿Es fácil aprender a utilizar la App?

- Sobresaliente
- Satisfecho
- No satisfecho

5. ¿La App muestra mensajes de error que le dicen claramente cómo resolver los problemas?

- Sobresaliente
- Satisfecho
- No satisfecho

6. ¿Cada vez que comete un error utilizando la app, lo resuelve fácil y rápidamente?

- Sobresaliente
- Satisfecho
- No satisfecho

7. ¿La información como mensajes en pantalla y otra documentación que provee la App es clara?

- Sobresaliente
- Satisfecho
- No satisfecho

8. ¿Es fácil encontrar en la App la información que necesita?

- Sobresaliente
- Satisfecho
- No satisfecho

9. ¿La organización de la información de la App es clara?

- Sobresaliente
- Satisfecho
- No satisfecho

10. ¿La interfaz de la App es placentera?

- Sobresaliente
- Satisfecho
- No satisfecho

11. ¿Le gustó utilizar la App?

- Sobresaliente
- Satisfecho
- No satisfecho

12. ¿La App tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera?

- Sobresaliente
- Satisfecho
- No satisfecho

13. ¿En general, Estuve satisfecho con la App?

- Sobresaliente
- Satisfecho
- No satisfecho