

Trabajo de grado
Opción Seminario

Implementación de Big Data para Optimizar la Calidad de Atención en Salud del Municipio
de Caucasia, Antioquia

Corporación Universitaria Remington.

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de Sistemas

Mauricio Arcila Cano

Davinson Palacios Sánchez

Levis Lucia Lozano Montiel

Tutor:

Juan Pablo Vélez Uribe

Opción de trabajo de grado Seminario

2025

TABLA DE CONTENIDO

1.0 Dedicatoria.....	3
2.0 Agradecimientos	4
3.0 Resumen	5
4.0 Palabras clave	6
5.0 Marco Conceptual.....	6
5.1 Definición	6
5.2 Big Data en salud	7
5.3 Big Data y normatividad en Colombia	9
5.4 Relevancia del uso del Big Data en el sector salud	10
6.0 Marco contextual	11
6.1 Big Data y su aplicación en el sistema de salud	11
6.2 Problemáticas específicas del sistema de salud de Caucasia.....	11
7.0 Objetivo general	14
8.0 Objetivos específicos	14
9.0 Desarrollo e implementación del modelo Big Data en el municipio de Caucasia.....	15
9.1 Contexto del sistema de salud del municipio de Caucasia	15
9.2 Herramientas Big Data aplicables al sistema de salud en Caucasia	17
9.3 Indicadores de calidad en salud.....	19
9.4 Resultados esperados	20
9.5 Beneficios	21
9.6 Limitaciones	21
9.7 Resultados esperados del modelo Big Data para Caucasia	22
10. Conclusiones.....	23
11. Recomendaciones	25
12. Bibliografía.....	27

1.0 Dedicatoria

Deseamos dedicar este trabajo a quienes nos han acompañado a lo largo de este trayecto y nos han proporcionado su respaldo, comprensión y palabras de ánimo. Agradecemos a nuestros padres por su esfuerzo incesante, por enseñarnos la importancia de persistir y por mantener la fe en nosotros, incluso cuando nosotros mismos dudábamos.

Su presencia y confianza nos ha permitido perseguir esta meta. Nos sentimos agradecidos con aquellos que, mediante pequeños gestos y una presencia genuina, nos brindaron tranquilidad y aliento durante los prolongados días de trabajo y estudio. Su apoyo facilitó nuestras tareas y nos recordó la relevancia de avanzar progresivamente.

2.0 Agradecimientos

A todos nosotros, por todas nuestras familias que han estado a nuestro lado y nos han ayudado a lo largo de este difícil camino. Su aliento y motivación fueron lo que nos impulsó a seguir adelante.

A la **Corporación Universitaria Remington**, por brindarme recursos académicos, experiencias de aprendizaje y un entorno muy formativo que contribuyó a mi crecimiento profesional y a la finalización de esta tesis.

3.0 Resumen

A causa de la considerable necesidad de servicios, los prolongados periodos de espera en los departamentos de urgencias, la dispersión de la información clínica, la recurrente falta de medicamentos y la ausencia de interoperabilidad entre el Hospital César Uribe Piedrahita (CUP) y los proveedores de atención médica de la región, el municipio de Caucasia, ubicado en Antioquia, está enfrentando una presión significativa en su sistema de salud. Estas dificultades están amenazando la continuidad de la atención médica, intensificando la saturación hospitalaria y limitando la capacidad de respuesta ante eventos epidemiológicos y enfermedades de gran magnitud en la localidad.

El Big Data aparece como un cambio de juego para una transformación en el sistema de salud. Raghupathi y Raghupathi (2014) sostienen que el Big Data es un recurso clave en la atención médica. Se pueden utilizar modelos analíticos para detectar patrones que predicen un pico de demanda, automatizar alertas y contribuir al aumento de la eficiencia operativa del hospital y de las EPS más prominentes en Caucasia, como Savia Salud, Nueva EPS, Sura, Coosalud y Mutual Ser. En este documento, discutimos las formas en que se puede aprovechar el Big Data para mejorar el servicio, la seguridad del paciente y la continuidad de la atención en Caucasia.

Con este fin, se propone un marco que es tanto nuevo como actualizado, un diagnóstico del contexto para el municipio, una investigación sobre los problemas únicos del Hospital César Uribe Piedrahita y un modelo metodológico que integra herramientas de análisis, paneles de control, proyecciones estadísticas y técnicas de pronóstico sobre la situación local. Los resultados esperados de nuestro trabajo incluyen la reducción de los tiempos de espera, flujos de emergencia optimizados, mejor gestión del triaje, reducción de escasez, detección

temprana de riesgos epidemiológicos y mejora de la interoperabilidad entre las EPS en el municipio. El proyecto contribuye a la transformación digital del sistema de salud de Caucasia: es más eficiente, transparente, conectado y centrado en el paciente.

4.0 Palabras clave

Big Data, Salud pública, Caucasia, Calidad de atención, Hospital César Uribe Piedrahita, EPS, Analítica predictiva, Transformación digital, Sistemas de información, Gestión clínica.

5.0 Marco Conceptual

5.1 Definición

Big Data se refiere a la idea de almacenar y analizar conjuntos de datos enormes que son difíciles de manejar eficazmente con herramientas estándar. Big Data se consolida, así como un habilitador fundamental en la reconfiguración de los procesos de atención y administración. Según McAfee y Brynjolfsson (2012), el valor de Big Data no reside únicamente en la cantidad de dichos datos, sino en interpretarlos y convertirlos en decisiones basadas en conocimiento utilizable.

Esto es particularmente relevante en Caucasia porque la toma de decisiones clínicas y administrativas aquí depende de registros fragmentados, sistemas desconectados y procesos manuales que generan reprocesos y retrasos. Según Davenport y Harris (2017), las organizaciones que realizan la toma de decisiones basada en datos superan a sus competidores en términos de eficiencia, precisión y rendimiento operativo.

Esto implica que la CUP y las EPS locales deben pasar a un modelo de gestión basado en datos confiables analizados en tiempo real. Según Cuenca y Olivan (2018), los registros fragmentados son esenciales para entender la realidad de la atención, ya que cuando

se contextualizan, se convierten en conocimiento utilizable para las instituciones y el sistema de salud.

5.2 Big Data en salud

El Big Data en el ámbito de la salud se refiere a la gestión y análisis de enormes volúmenes de datos médicos y sanitarios. Alfonso (2017) señala que el Big Data ha adquirido un papel central en la evolución de la práctica médica, al proporcionar herramientas para administrar y analizar grandes volúmenes de datos diversos. Estos datos son complejos, variados y se generan a gran velocidad, todo con el fin de mejorar la atención al paciente, facilitar la toma de decisiones clínicas, impulsar la investigación y optimizar la gestión de los sistemas de salud. Estos datos pueden provenir de diversas fuentes, tales como:

- Historias clínicas electrónicas
- Resultados de laboratorio e imágenes médicas
- Dispositivos médicos y wearables
- Registros administrativos y de aseguradoras
- Estudios clínicos y datos genómicos

Raghupathi y Raghupathi (2014) explican que el análisis de datos masivos permite descubrir patrones invisibles para los métodos tradicionales, lo que facilita intervenciones clínicas más tempranas y efectivas. Esta afirmación es aplicable al CUP, donde los patrones de congestión de urgencias, variabilidad de tiempos de espera, fluctuaciones de desabastecimiento y picos epidemiológicos no son actualmente analizados mediante técnicas avanzadas.

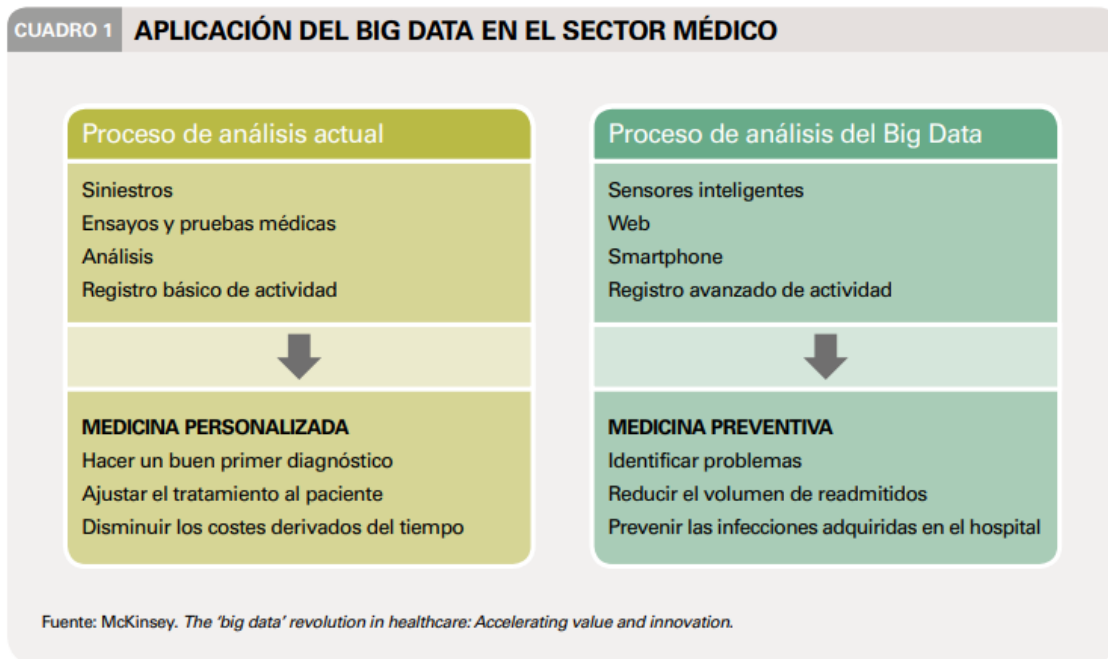
La Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2020) enfatiza que el análisis avanzado de datos es indispensable para mejorar la gestión hospitalaria en regiones con

recursos limitados o alta presión asistencial, situación que describe fielmente la realidad de Cauca.

Tabla 1. Componentes del Big Data en salud

Componente	Descripción aplicada al territorio
Volumen	Varios registros clínicos y administrativos generados diariamente en el cup y EPS locales.
Velocidad	Flujo continuo de datos provenientes de urgencias, consulta externa, laboratorio y siviigila.
Variedad	Datos estructurados (cie-10, cups), semiestructurados (formularios EPS) y no estructurados (notas médicas).
Veracidad	Problemas derivados de registros incompletos, ilegibles o duplicados; necesidad de depuración.
Valor	Potencial para anticipar congestión, optimizar triaje, reducir costos y mejorar la seguridad del paciente.

Ilustración 1 Aplicación del Big Data en el sector médico



Maroto (2017) indica que los proyectos de Big Data ofrecen un enfoque innovador al basarse en datos reales de los usuarios, en lugar de depender únicamente de encuestas.

Fuente: Big Data y su impacto en el sector público

5.3 Big Data y normatividad en Colombia

La operación del sistema de salud caucasiense está enmarcada en las siguientes normativas:

- **Ley 1751 de 2015:** Derecho fundamental a la salud.
- **Decreto 1011 de 2006:** Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad.
- **Ley 1581 de 2012:** Protección de Datos Personales.
- **Resolución 866 de 2021:** Historia Clínica Electrónica Interoperable (HCEI).
- **Decreto 1008 de 2018:** Política de Gobierno Digital.
- **Resolución 3100 de 2019:** Habilitación de Servicios de Salud.

El marco normativo colombiano no solo se limita a leyes y resoluciones, sino que también incorpora políticas estratégicas que buscan consolidar la transformación digital en el sector salud. El **CONPES 3975 de 2019** establece que la analítica de datos y la inteligencia artificial son pilares fundamentales para impulsar la productividad y el bienestar social, incluyendo la gestión sanitaria. De manera complementaria, el **Ministerio de Salud y Protección Social (2022)**, a través del Plan Decenal de Salud Pública, plantea la necesidad de fortalecer la salud digital mediante la interoperabilidad de sistemas, el desarrollo de la telemedicina y el uso de Big Data como herramienta para garantizar el derecho a la salud y mejorar la calidad de vida de la población. Estas disposiciones reflejan un esfuerzo por alinear la política nacional con las tendencias internacionales en materia de transformación digital y protección de datos, aunque su implementación enfrenta retos significativos en territorios como Cauca, donde la conectividad y la infraestructura tecnológica aún son limitadas.

5.4 Relevancia del uso del Big Data en el sector salud

De Montalvo y Jääskeläinen (2019) sostienen que la explotación de datos de salud, incluso combinados con fuentes no tradicionales, permitirá avances sin precedentes en prevención y predicción de enfermedades

La interrelación y explotación de los datos de salud, incluso, correlacionándolos con los no tradicionales, va a permitir avanzar en la lucha contra las enfermedades y a favor de la prevención y predicción en unos términos que seguramente no van a encontrar parangón en la Historia de la Medicina y de la humanidad.

Referente a ello, la salud presenta mundo de posibilidades con la implementación del Big Data en los centros de salud para agilizar procesos y prevenir posibles enfermedades.

6.0 Marco contextual

6.1 Big data y su aplicación en el sistema de salud

En Colombia, el uso del Big Data en el sistema de salud forma parte de un emocionante proceso de transformación digital que busca mejorar la calidad, eficiencia y sostenibilidad del Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS). Este sistema, que es bastante complejo, reúne a diversos actores como el Ministerio de Salud y Protección Social, las EPS, entidades territoriales y organismos de control, todos generando a diario enormes volúmenes de información sanitaria. El área de salud en particular es uno de los dominios en los cuales la explosión de datos digitales disponibles ha sido notoria, especialmente desde el advenimiento de la historia clínica electrónica y los dispositivos inteligentes que registran distintos parámetros del usuario relacionados con la salud. Blanco (2015) explica que la digitalización en salud, especialmente con la historia clínica electrónica y los dispositivos inteligentes, ha generado una explosión de datos que requieren análisis para mejorar la gestión del sistema. Copete y Gómez (2023) afirman que la implementación de Big Data en salud pública facilita la detección temprana de condiciones clínicas y patrones de comportamiento de pacientes, aportando beneficios a ministerios y organizaciones.

6.2 Problemáticas específicas del sistema de salud de Cauca

Las dificultades del sistema sanitario de Cauca derivan de una combinación de factores estructurales, operativos y tecnológicos. La Superintendencia Nacional de Salud (2023) advierte que las demoras, la congestión hospitalaria y la falta de interoperabilidad representan riesgos directos para la seguridad de los pacientes en contextos vulnerables.

1. Sobrecarga del servicio de urgencias

- Tiempos de espera entre 5 y 7 horas en picos altos.
- Alta llegada de pacientes por patologías respiratorias, infecciosas y accidentes.
- Saturación de sala de observación y camillas.

2. Desabastecimiento de medicamentos e insumos

- Periodos de escasez de analgésicos, antibióticos y material quirúrgico.
- Interrupción en tratamientos crónicos (hipertensión, diabetes, VIH).

3. Déficit de especialistas

- Intermittencias en pediatría, ginecobstetricia, medicina interna y cirugía.
- Dependencia de remisiones a Montería y Medellín.

4. Barreras administrativas de las EPS

- Autorizaciones tardías (entre 24 y 72 horas).
- Retrasos en exámenes prioritarios.
- Incremento de pacientes represados.

5. Fragmentación de la información clínica

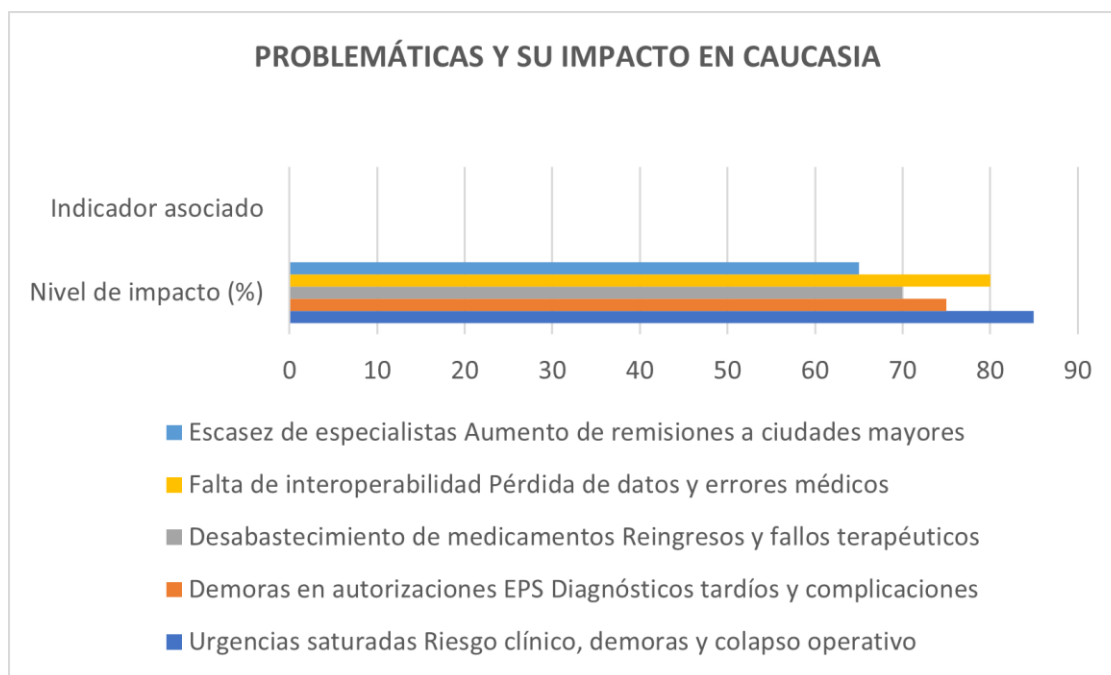
- No existe una historia clínica digital unificada.
- Registros mixtos: papel + software no integrado.
- Duplicación de exámenes y errores de registro.

6. Limitaciones tecnológicas en áreas rurales

- Mala conectividad.

- Registros manuales sin estandarización.
- Reportes epidemiológicos tardíos.

Ilustración 2. Problemáticas y su impacto en Caucasia



Descripción: La gráfica muestra el nivel de impacto (%) de las principales problemáticas del sistema de salud en el municipio de Caucasia. Se evidencia que la saturación del servicio de urgencias presenta el mayor impacto, reflejando un alto riesgo clínico, demoras prolongadas y colapso operativo. La falta de interoperabilidad también alcanza un nivel crítico, asociada a la pérdida de información y al aumento de errores médicos.

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, las demoras en las autorizaciones por parte de las EPS y el desabastecimiento de medicamentos generan diagnósticos tardíos, complicaciones clínicas y reingresos frecuentes, Fuertes (2024) explica que los problemas en la adquisición y almacenamiento de medicamentos de baja rotación generan pérdidas económicas y

vencimientos, situación que puede mitigarse con modelos de Big Data para gestionar inventarios. Con esto podemos decir que la aplicación de un modelo Big Data puede ayudar a mitigar la pérdida de medicamentos por fechas de caducidad y controlar los costos de las entidades, ya que, permite manejar los stock e información cuales medicamentos están próximos a acabar o sobrar.

7.0 Objetivo general

- Diseñar e implementar un modelo basado en Big Data que permita optimizar la calidad de la atención en salud en el municipio de Caucasia, Antioquia mediante la integración, análisis y uso estratégico de datos clínicos, administrativos y epidemiológicos generados por el Hospital César Uribe Piedrahita y las EPS que operan en el territorio.

8.0 Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual del sistema de salud de Caucasia, identificando problemáticas relacionadas con oportunidad, calidad, interoperabilidad, desabastecimiento y gestión del riesgo.
- Analizar la capacidad tecnológica e informacional del hospital y las EPS, evaluando infraestructura, sistemas de información, conectividad, talento humano y nivel de digitalización.
- Diseñar un modelo de Big Data aplicable a Caucasia, incorporando herramientas de integración de datos, analítica predictiva, paneles de control y sistemas de alertas tempranas.
- Proponer indicadores de calidad y eficiencia que puedan ser monitoreados mediante Big Data, enfocados en tiempos de espera, triaje, desabastecimientos, demanda asistencial y seguridad del paciente.

- Simular los resultados esperados del modelo mediante proyecciones gráficas y análisis comparativos, evidenciando mejoras potenciales en atención y gestión hospitalaria.
- Identificar las limitaciones y riesgos de la implementación en el contexto local, incluyendo condiciones tecnológicas, organizacionales, económicas y de formación del personal.

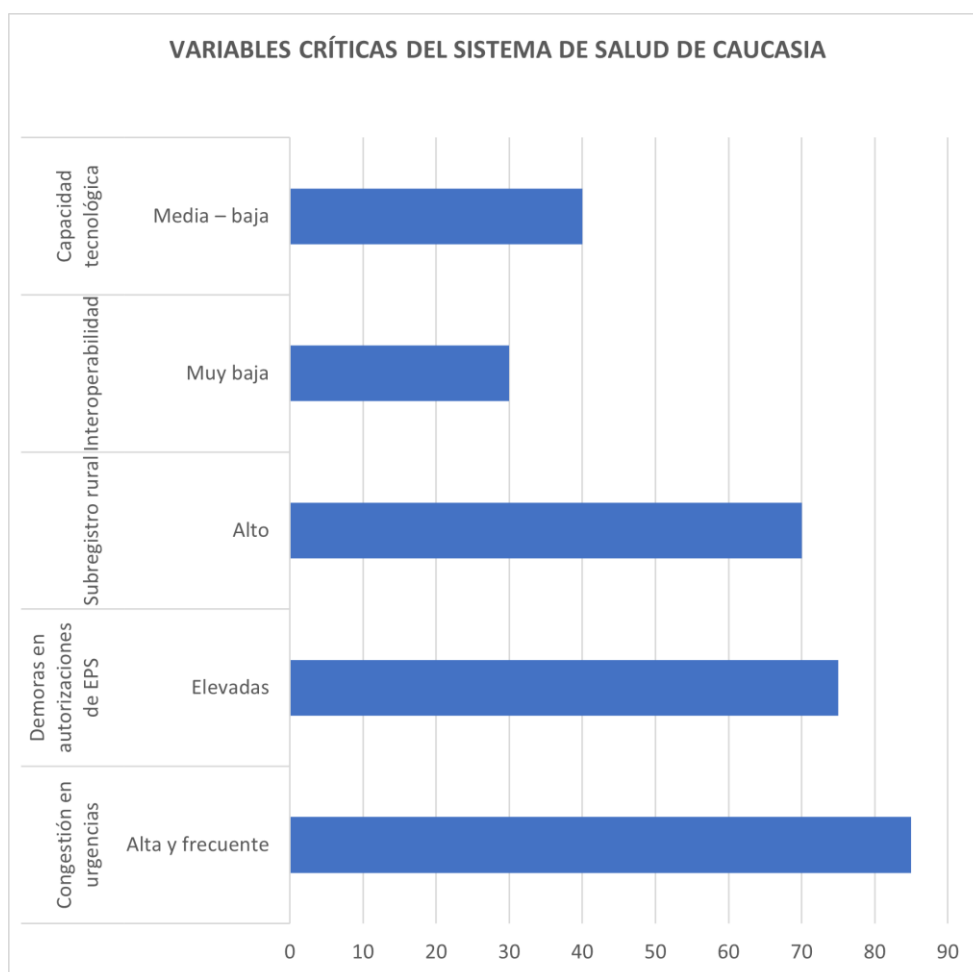
9.0 Desarrollo e implementación del modelo Big Data en el municipio de Cauca

9.1 Contexto del sistema de salud del municipio de Cauca

El sistema de salud del municipio de Cauca se caracteriza por una alta demanda de servicios concentrada en el hospital público de nivel II, el cual atiende tanto a la población urbana como rural. Esta situación genera presión constante sobre los servicios de urgencias, hospitalización y consulta externa, evidenciando la necesidad de herramientas tecnológicas que permitan optimizar la gestión y mejorar la calidad.

La limitada interoperabilidad de los sistemas de información y la fragmentación de los datos clínicos dificultan la toma de decisiones oportunas en el sistema de salud colombiano. La **Resolución 866 de 2021** establece la obligatoriedad de implementar la Historia Clínica Electrónica Interoperable (HCEI), como mecanismo para garantizar la continuidad y seguridad en la atención de los pacientes (Ministerio de Salud y Protección Social, 2021).

Ilustración 3 variables críticas del sistema de salud de Caucasia



Descripción: La gráfica presenta las variables críticas del sistema de salud del municipio de Caucasia, evidenciando que la congestión en urgencias y las demoras en las autorizaciones de las EPS constituyen los problemas más relevantes, con niveles altos y persistentes. Asimismo, el subregistro rural muestra un impacto elevado, lo que limita la toma de decisiones basada en información confiable. En contraste, la interoperabilidad del sistema se identifica como muy baja y la capacidad tecnológica como media-baja, reflejando debilidades estructurales que afectan la eficiencia y calidad de la atención en salud.

Fuente: Elaboración propia

9.2 Herramientas Big data aplicables al sistema de salud en Caucasia

Para el contexto del sistema de salud de Caucasia, se proponen las siguientes herramientas de Big Data:

- Plataformas de integración de datos (ETL).
- Bases de datos clínicas y administrativas centralizadas.
- Analítica predictiva para demanda de servicios.
- Tableros de control (dashboards) en tiempo real.
- Sistemas de interoperabilidad

Estas herramientas permiten consolidar información dispersa, facilitar el análisis de grandes volúmenes de datos y apoyar decisiones clínicas y administrativas basadas en evidencia.

Tabla 2 herramientas tecnológicas del modelo Big Data y su función en Caucasia

Herramienta / Tecnología	Función Principal	Aplicaciones específicas en Caucasia
1.Hadoop distributed file system (HDFS)	Almacenamiento masivo y distribuido de datos heterogéneos.	<ul style="list-style-type: none"> - Integración de datos del CUP, EPS, laboratorios y vigilancia epidemiológica. - Unificación de información del triaje y zonas rurales.

Herramienta / Tecnología	Función Principal	Aplicaciones específicas en Caucasia
2. Apache spark	Motor de procesamiento rápido, analítica avanzada y ejecución en tiempo real.	<ul style="list-style-type: none"> - Predicción de picos de urgencias. - Identificación de patrones epidemiológicos. - Análisis en tiempo real de inventarios. - Modelos de riesgo clínico y operativo.
3. Tableros de control (power bi, tableau, metabase)	Visualización dinámica y monitoreo continuo para la toma de decisiones.	<ul style="list-style-type: none"> - Flujo de urgencias por hora. - Disponibilidad de camas y triaje. - Seguimiento a pacientes crónicos. - Indicadores de medicamentos críticos. - Mapas de calor epidemiológicos.
4. Modelos predictivos (machine learning)	Anticipación de eventos clínicos, operativos y epidemiológicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Proyección de demanda hospitalaria. - Predicción de brotes (dengue, malaria, ira, eda).

Herramienta / Tecnología	Función Principal	Aplicaciones específicas en Caucasia
		<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de pacientes de alto riesgo. - Reducción de remisiones innecesarias. - Predicción de desabastecimiento de insumos.
<p>5. Integración mediante estándar fhir (interoperabilidad)</p>	<p>Intercambio seguro y confiable de datos clínicos entre eps</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Historia clínica interoperable. - Autorizaciones en tiempo real. - Integración de laboratorios, terapias y medicamentos formulados. - Acceso a imagenología y otros servicios asistenciales.

Es por ello por lo que, Puelles y Lecuona (2018) señalan que el Big Data permite relacionar información clínica con datos de la vida cotidiana, ofreciendo una visión precisa de la salud y facilitando decisiones clínicas más acertadas

9.3 Indicadores de calidad en salud

Los indicadores de calidad permiten evaluar el desempeño del sistema de salud y medir el impacto de la implementación del modelo Big Data en Caucasia. Entre los principales indicadores se incluyen:

- Tiempo promedio de espera en urgencias.
- Disponibilidad de camas en hospitalización.
- Número de pacientes remitidos por falta de capacidad.
- Nivel de satisfacción del paciente.
- Tasa de reingreso hospitalario en menos de 30 días.

Tabla 3 Indicadores de calidad en salud

Indicador	Descripción	Utilidad del Big Data
Tiempo de espera	Minutos entre llegada y atención	Predicción de congestión
Disponibilidad de camas	Porcentaje de ocupación	Optimización de recursos
Remisiones	Pacientes no atendidos	Planeación de capacidad
Satisfacción del paciente	Encuestas de percepción	Mejora de la experiencia
Reingresos	Retornos en < 30 días	Evaluación de calidad clínica

9.4 Resultados esperados

La implementación del modelo de Big Data en el sistema de salud de Caucasia permitirá:

- Reducción significativa de los tiempos de espera en urgencias.
- Mejora en la gestión de camas hospitalarias.
- Disminución de remisiones innecesarias.

- Mayor continuidad en la atención del paciente.
- Fortalecimiento de la toma de decisiones basada en datos.

Estos resultados contribuirán a una atención más eficiente, oportuna y centrada en el usuario.

9.5 Beneficios

Entre los principales beneficios del modelo Big Data aplicado al contexto de Cauca se destacan:

- Optimización del uso de recursos hospitalarios.
- Mejora en la calidad de atención al paciente.
- Mayor transparencia en la gestión de EPS
- Apoyo a la planificación estratégica del sistema de salud.
- Fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica local.

9.6 Limitaciones

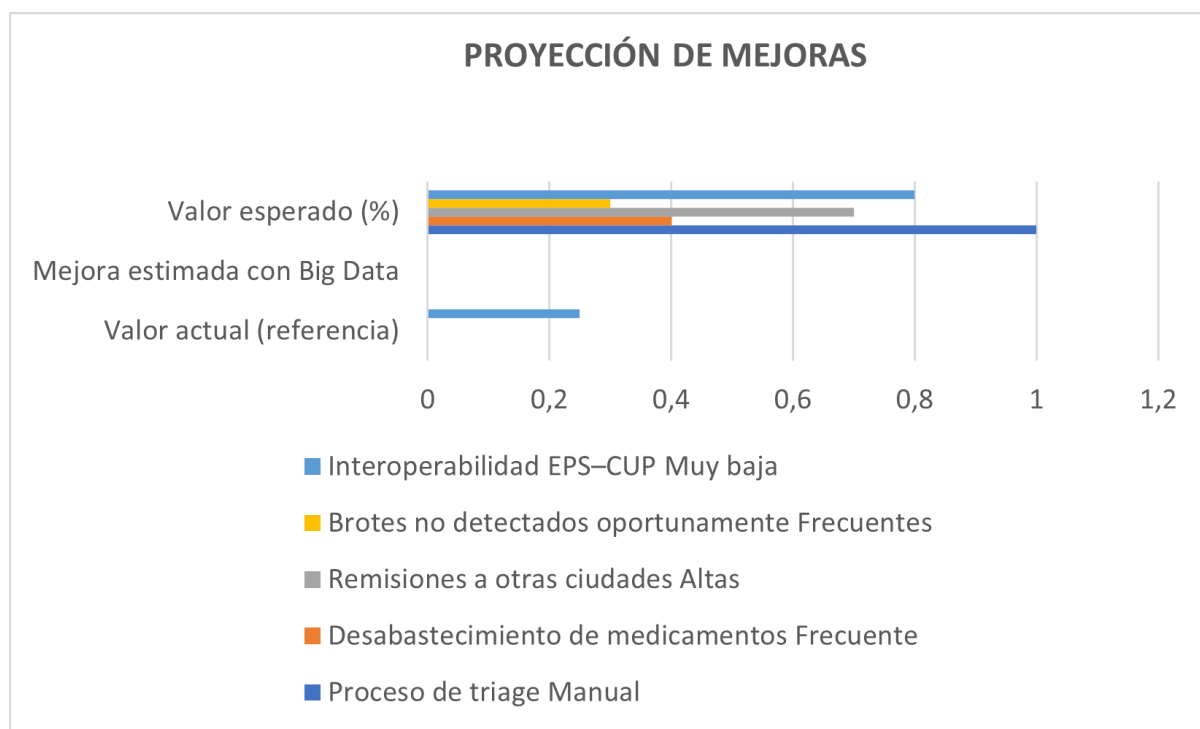
A pesar de sus beneficios, la implementación del modelo presenta algunas limitaciones:

- Infraestructura tecnológica limitada.
- Necesidad de capacitación del personal.
- Conectividad insuficiente en algunas zonas.
- Restricciones presupuestales.
- Resistencia al cambio organizacional.

Estas limitaciones deben ser consideradas para garantizar una implementación progresiva y sostenible. Tarhouchi y Ortiz (2023) reconocen que aún existe poca investigación sobre la estructura del conocimiento en torno al uso de Big Data en el sector sanitario. El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2022) informa que en zonas rurales de Antioquia casi la mitad de los hogares no cuenta con internet de banda ancha, lo que limita la implementación de soluciones digitales en salud

9.7 Resultados esperados del modelo Big Data para Caucasia

Ilustración 4 proyección de mejoras



Descripción: A partir de la implementación de soluciones basadas en Big Data, comparando el valor actual con el valor esperado. Se evidencia una mejora significativa en variables críticas como la interoperabilidad EPS-CUP, la reducción de brotes no detectados oportunamente, la disminución de remisiones a otras ciudades, el mejoramiento en el abastecimiento de medicamentos y la optimización del proceso de triaje, lo que refleja un

impacto positivo en la eficiencia, la capacidad de respuesta y la calidad de la atención en salud.

Sesmero (2015) plantea que el análisis de Big Data abre nuevas posibilidades para crear modelos predictivos, identificar necesidades y reducir riesgos en los sistemas de salud, ofreciendo servicios más personalizados en tiempo real.. La gran mayoría de los agentes que participan en las estructuras de los servicios de salud reconocen que el análisis del Big Data puede ofrecer nuevas posibilidades en la elaboración de modelos predictivos, patrones de comportamiento, el descubrimiento de nuevas necesidades, reducir riesgos, así como proveer servicios más personalizados, todo ello en tiempo real y teniendo en cuenta toda la información relevante.

Fuente: Elaboración propia

El Big Data ofreció un valor incalculable al facilitar la recolección, análisis y procesamiento de grandes volúmenes de información en tiempo real. Esto incluyó datos sobre casos confirmados de enfermedades, factores demográficos y también información cualitativa, como las medidas gubernamentales y sociales implementadas en respuesta a las crisis. Castillo y Hernández (2021) destacan que el Big Data permitió integrar información en tiempo real sobre casos de enfermedades, factores demográficos y medidas sociales, lo que ayudó a prever contagios y planificar recursos de manera más eficiente.

10. Conclusiones

La implementación de un modelo Big Data en el sistema de salud del municipio de Caucaasia constituye una oportunidad estratégica para transformar la prestación de servicios públicos y privados, optimizar la gestión hospitalaria y fortalecer la calidad de la atención brindada a los usuarios. El análisis contextual permitió identificar diversos desafíos

estructurales que afectan la eficiencia del sistema de salud local, entre los que se destacan: la alta congestión del Hospital César Uribe Piedrahita, la falta de interoperabilidad entre EPS, las deficiencias en los procesos de gestión de inventarios, la escasez de especialistas, y las limitaciones tecnológicas persistentes en zonas rurales. En conjunto, estos factores condicionan la oportunidad, seguridad, accesibilidad y continuidad del cuidado.

Los resultados del modelo Big Data demuestran que la analítica avanzada se posiciona como una herramienta potente para abordar estas problemáticas, al permitir mejorar la toma de decisiones clínicas, administrativas y operativas. La integración de herramientas como Hadoop, Spark, paneles de control, machine learning y estándares FHIR posibilita centralizar datos clínicos y administrativos, predecir la demanda de urgencias, anticipar desabastecimientos, automatizar alertas y fortalecer el monitoreo epidemiológico.

El estudio de Chen y colaboradores (2021) destaca que las arquitecturas de Big Data basadas en Hadoop y Apache Spark han ganado relevancia en el sector salud, ya que permiten gestionar de manera eficiente datos clínicos masivos y heterogéneos. Estas plataformas ofrecen ventajas en el procesamiento distribuido y en la analítica en tiempo real, lo que las convierte en herramientas esenciales para aplicaciones médicas que requieren rapidez y precisión en la toma de decisiones

La pertinencia del proyecto para Caucasia se refuerza ante la necesidad urgente de reducir los tiempos de espera, incrementar la eficiencia en la atención, mejorar la vigilancia epidemiológica y consolidar una historia clínica interoperable entre las diferentes EPS que operan en el municipio. Asimismo, la implementación del modelo Big Data permitirá mejorar la capacidad de respuesta ante emergencias, brotes y periodos de alta demanda asistencial, posicionando al municipio como un territorio piloto ideal para la transformación digital del sector salud, con potencial para replicarse a nivel regional.

En conclusión, el modelo Big Data propuesto no solo ofrece soluciones a los desafíos actuales del sistema de salud en Cauca, sino que se erige como un pilar fundamental para avanzar hacia un modelo de atención más eficiente, transparente, preventivo y centrado en el paciente. De esta forma, los proyectos Big Data no sólo se enfocan en el análisis de grandes cantidades de datos, que se generan rápidamente, con unas características muy heterogéneas y que sean correctos, sino que además el análisis de estos datos debe arrojar un beneficio para las entidades implicada. Mensalva y Rodríguez (2017) subrayan que el análisis de datos masivos debe generar beneficios tangibles para las entidades de salud, más allá de la simple acumulación de información heterogénea.

11. Recomendaciones

- A partir del análisis realizado, se formulan las siguientes recomendaciones para garantizar una implementación efectiva del modelo de Big Data en el sistema de salud del municipio de Cauca:
 - Fortalecer la infraestructura tecnológica, mediante la actualización de servidores, redes seguras y plataformas de almacenamiento y analítica de datos que soporten la integración de información clínica y administrativa.
 - Implementar de manera integral la Historia Clínica Electrónica Interoperable (HCEI), adoptando estándares como FHIR para garantizar el intercambio de información en tiempo real entre el Hospital César Uribe Piedrahita y las EPS que operan en el municipio.
 - Capacitar de forma continua al talento humano, especialmente en el uso de herramientas de analítica de datos, gestión de información clínica digital y principios de gobernanza del dato y seguridad de la información.

- Consolidar un sistema municipal de analítica en salud, que permita centralizar datos provenientes del hospital, EPS, vigilancia epidemiológica y gestión de insumos, fortaleciendo la toma de decisiones basada en evidencia.
- Automatizar la gestión de inventarios de medicamentos e insumos, utilizando modelos predictivos que reduzcan el riesgo de desabastecimiento y mejoren la planificación logística.
- Mejorar la conectividad en zonas rurales, con el fin de garantizar el registro oportuno de información clínica, el acceso a servicios de telemedicina y la articulación con el hospital municipal.
- Establecer un sistema permanente de monitoreo y evaluación, basado en indicadores de calidad, que permita realizar ajustes continuos al modelo de Big Data y mejorar de manera progresiva la atención en salud.

Tabla 4 recomendaciones y su impacto esperado

Recomendación	Impacto esperado
HCEI interoperable	Mayor continuidad del cuidado y reducción de errores
Analítica Big Data	Predicción de picos de demanda y mejora en urgencias
Automatización de inventarios	Disminución del desabastecimiento
Capacitación del personal	Uso adecuado de herramientas tecnológicas
Monitoreo continuo	Toma de decisiones más ágil y precisa

12. Bibliografía

- Ahidar-Tarhouchi, B., & Ortiz-de-Urbina-Criado, M. (2023). Temas de investigación sobre Big Data en el sector salud. *ESIC Market*, 54(2), e316-e316.
- Badía, J. G., de Puellas, P. G., & de Lecuona, I. (2018). Big data y seguridad de la información. *Atención primaria*, 50(1), 3-5.
- Blanco, C. P. (2015). marco de trabajo para la implementación de Big Data analytics en el contexto específico del área de salud (doctoral dissertation).
- Castagnino, J. M. (2018). Big Data (Grandes volúmenes de datos). *Acta bioquímica clínica latinoamericana*, 52(3), 279-280.
- Castillo, R., & Hernández, E.. análisis predictivo en el sector salud: investigación sobre la utilización de Big Data para predecir brotes epidémicos y la eficacia de tratamientos médicos. universidad san pablo de guatemala, 92.
- Copete, A. F. L., Martínez, L. R., & Gómez, D. A. R. (2023). Aplicación de Big Data en sistemas de salud pública. *Publicaciones e Investigación*, 17(1).
- Cuenca, G. M., & Oliván, J. A. S. (2018). Del CMBD al Big Data en salud: un sistema de información hospitalaria para el siglo XXI. *Scire: representación y organización del conocimiento*, 77-89.
- Chen, M., Mao, S., & Liu, Y. (2021). Big Data: A survey. *Mobile Networks and Applications*, 25(3), 147–183.
- DANE. (2022). Indicadores básicos de tenencia y uso de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en hogares.

Davenport, T., & Harris, J. (2017). *Competing on analytics: The new science of winning*.
Harvard Business Press.

De Montalvo Jääskeläinen, F. (2019). Una reflexión desde la teoría de los derechos
fundamentales sobre el uso secundario de los datos de salud en el marco del Big
Data. *Revista de Derecho Político*, (106), 43-75.

Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Política nacional para la transformación
digital e inteligencia artificial (CONPES 3975)*. Consejo Nacional de Política
Económica y Social

Fuertes, D. O. (2024). *Diseño de Propuesta Tecnológica Interoperable en los Hospitales
Públicos de las Subredes de Atención de Bogotá para Disminuir el Desabastecimiento
de Medicamentos por Vencimiento (Doctoral dissertation, Facultad de Posgrados,
Universidad ECCI)*.

Góngora Alonso, S. (2017). *Análisis de fuentes y técnicas de Big Data en el sector sanitario*.

Maroto, C. (2017). Big Data y su impacto en el sector público. *Harvard Deusto business
review*, 256, 16-25.

Menasalvas, E., Gonzalo, C., & Rodríguez-González, A. (2017). Big Data en salud: retos y
oportunidades. *Economía industrial*, 405, 87-97.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2021). *Resolución 866 de 2021: Por la cual se
establece la obligatoriedad de la Historia Clínica Electrónica Interoperable*.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2022). *Plan Decenal de Salud Pública 2022–2031*.

McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2012). Big Data: The management revolution. Harvard Business Review, 90(10), 60–68.

Organización Panamericana de la Salud. (2020). Transformación digital en sistemas de salud. OPS.

Raghupathi, W., & Raghupathi, V. (2014). Big Data analytics in healthcare: promise and potential. Health Information Science and Systems, 2(3), 1–10.

Sesmero, J. M. M. (2015). “Big Data”; aplicación y utilidad para el sistema sanitario. *Farmacia Hospitalaria*, 39(2), 69-70.

Superintendencia Nacional de Salud. (2023). Informe anual de calidad y acceso en servicios de salud en Colombia. Supersalud.