

**Desarrollo de un cuadro de mando en Power BI para el cálculo de la suficiencia de red en
una EPS en Colombia**

Andrés Alfonso Fernández Daza

Asesor

Julio Eduardo Mejía Manzano

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI
Especialización en Ciencia de Datos y Analítica

2026

Dedicatoria

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la constancia necesarias para culminar este proceso académico.

Asimismo, lo dedico a mi familia, por su amor, apoyo incondicional y comprensión a lo largo de este camino, siendo un pilar fundamental en mi formación personal y profesional.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por guiar cada etapa de este proceso y permitirme alcanzar una meta más en mi formación académica.

Expreso un especial agradecimiento a mi familia, por su apoyo constante, paciencia y motivación, que fueron fundamentales para superar los retos presentados durante el desarrollo de este proyecto.

De igual manera, agradezco a los docentes que contribuyeron con su orientación, conocimientos y acompañamiento académico, los cuales fueron clave para el fortalecimiento de este trabajo y de mis competencias profesionales.

Resumen

La suficiencia de la red de servicios de salud constituye un elemento fundamental para garantizar el acceso oportuno y equitativo de la población afiliada a las Entidades Promotoras de Salud (EPS). En este contexto, el presente proyecto tuvo como objetivo desarrollar un sistema de análisis basado en datos, mediante un tablero interactivo en Power BI, que permitiera evaluar la suficiencia de la red primaria de servicios de salud de una EPS en los departamentos de Magdalena, La Guajira y Cesar.

El proyecto se desarrolló siguiendo una metodología estructurada por etapas, que incluyó la definición de indicadores clave, la preparación y modelado de datos, el desarrollo de visualizaciones y la validación de resultados. Debido a las restricciones asociadas al uso de información sensible, se implementó una estrategia de generación de datos sintéticos técnicamente plausibles, basada en técnicas de bootstrapping y perturbación controlada, utilizando el lenguaje de programación Python. Este enfoque permitió preservar la confidencialidad de la información sin comprometer la coherencia técnica ni la validez metodológica del análisis.

Como resultado, se desarrolló un tablero interactivo en Power BI que integra variables clave de capacidad instalada, oferta ajustada y demanda real anual, permitiendo calcular y visualizar la suficiencia de la red tanto a nivel global como por tipo de servicio. Los resultados evidencian una suficiencia global satisfactoria en la red primaria, así como diferencias entre servicios, identificando escenarios de sobrecapacidad relativa y niveles de suficiencia aceptables. La herramienta facilita la interpretación de los indicadores y constituye una base para futuros análisis con enfoques geográficos, temporales o prospectivos.

Palabras clave: suficiencia de red, EPS, Power BI, datos sintéticos, business intelligence.

Abstract

Network adequacy in health services is a fundamental element to ensure timely and equitable access to care for the population affiliated with Health Promotion Entities (EPS). In this context, the objective of this project was to develop a data-driven analytical system, through an interactive Power BI dashboard, to evaluate the adequacy of the primary health services network of an EPS in the departments of Magdalena, La Guajira, and Cesar.

The project was developed using a structured, stage-based methodology that included the definition of key indicators, data preparation and modeling, visualization development, and results validation. Due to restrictions related to the use of sensitive information, a strategy for generating technically plausible synthetic data was implemented, based on bootstrapping and controlled perturbation techniques, using the Python programming language. This approach ensured data confidentiality while preserving the technical coherence and methodological validity of the analysis.

As a result, an interactive Power BI dashboard was developed, integrating key variables related to installed capacity, adjusted service supply, and annual real demand, allowing the calculation and visualization of network adequacy at both global and service-specific levels. The results show an overall satisfactory adequacy of the primary care network, as well as differences among services, identifying scenarios of relative overcapacity and acceptable adequacy levels. The tool supports indicator interpretation and provides a foundation for future analyses incorporating geographic, temporal, or prospective approaches.

Keywords: network adequacy, EPS, Power BI, synthetic data, business intelligence.

Tabla de Contenido

| | |
|---|----|
| Introducción | 10 |
| Justificación | 12 |
| Objetivos..... | 14 |
| Objetivo General | 14 |
| Objetivos Específicos..... | 14 |
| Marco Conceptual y Teórico | 15 |
| Marco Conceptual..... | 15 |
| Marco Teórico..... | 17 |
| Introducción a la Visualización de Datos | 17 |
| Power BI como Herramienta de Análisis y Visualización | 17 |
| Aplicaciones de Power BI en Diferentes Contextos..... | 17 |
| Beneficios de Power BI..... | 18 |
| Retos y Oportunidades..... | 19 |
| Metodología | 20 |
| Definición del Alcance y Objetivos del Proyecto..... | 21 |
| Recolección y Preparación de Datos..... | 21 |
| Generación de Datos Sintéticos Mediante Bootstrapping y Perturbación Controlada | 22 |
| Diseño del Modelo de Datos..... | 23 |
| Desarrollo de Indicadores y Visualizaciones | 24 |
| Validación y Pruebas | 24 |
| Implementación y Entrega Final | 24 |
| Resultados..... | 25 |

| | |
|--|----|
| Resultados del Análisis de Suficiencia de la Red Primaria de Servicios de Salud..... | 25 |
| Características y Generación de los Datos Sintéticos Utilizados en el Análisis..... | 25 |
| Comparación Estadística Descriptiva Entre Datos Base y Datos Sintéticos | 28 |
| Resultados Globales de la Suficiencia de la Red | 29 |
| Análisis de Suficiencia por Tipo de Servicio..... | 30 |
| Comparación Entre Oferta Ajustada y Demanda Real Anual..... | 31 |
| Clasificación de la Suficiencia de la Red..... | 32 |
| Uso de Segmentadores y Análisis Interactivo..... | 32 |
| Síntesis de los Resultados | 33 |
| Conclusiones..... | 35 |
| Recomendaciones | 37 |
| Referencias Bibliográficas | 38 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 <i>Parámetros Utilizados en la Generación de Datos Sintéticos Mediante Técnicas de Bootstrapping y Perturbación Controlada</i> | 27 |
| Tabla 2 <i>Comparación Estadística Descriptiva Entre Datos Base y Datos Sintéticos</i> | 29 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 <i>Fragmento del Proceso de Generación de Datos Sintéticos Mediante Bootstrapping y Perturbación Controlada en Python</i> | 27 |
| Figura 2 <i>Indicadores Globales de Suficiencia de la Red Primaria</i> | 30 |
| Figura 3 <i>Suficiencia de la Red por Tipo de Servicio</i> | 30 |
| Figura 4 <i>Comparación de Oferta, Demanda Real Anual y Suficiencia por Servicio</i> | 31 |
| Figura 5 <i>Segmentador Interactivo por Servicio</i> | 33 |
| Figura 6 <i>Tablero de Análisis de Suficiencia de la Red Primaria</i> | 34 |

Introducción

El sistema de salud colombiano enfrenta importantes desafíos en la planeación y gestión de la red de servicios, particularmente en lo relacionado con la suficiencia de la oferta frente a las necesidades reales de la población afiliada. Las Entidades Promotoras de Salud (EPS) deben garantizar el acceso oportuno, continuo y equitativo a los servicios de salud, lo cual exige una adecuada articulación entre la capacidad instalada, la demanda poblacional y la distribución territorial de los servicios, especialmente en departamentos como Magdalena, La Guajira y Cesar, caracterizados por condiciones geográficas y demográficas complejas (Giménez Caballero et al., 2022).

En este contexto, la evaluación de la suficiencia de la red se convierte en un insumo clave para apoyar la toma de decisiones estratégicas orientadas a la optimización de recursos, la planificación de la oferta y la mejora en la cobertura de los servicios de salud. Contar con información estructurada y con herramientas que faciliten su análisis resulta fundamental para comprender el comportamiento de la demanda y su relación con la capacidad disponible de la red de atención, así como para anticipar escenarios de sobrecapacidad o posibles tensiones futuras en la prestación de servicios (Giménez Caballero, Amarilla, Gonzáles De Mestral, & Araújo Quevedo, 2022).

El presente proyecto propone el desarrollo de un sistema de análisis basado en datos, mediante un panel interactivo construido en Power BI, orientado a evaluar la suficiencia de la red primaria de servicios de salud de una EPS en Colombia. La herramienta integra información demográfica, operativa y de oferta de servicios, permitiendo analizar de manera clara e intuitiva la relación entre la oferta ajustada de atención y la demanda real anual de la población afiliada,

con un enfoque orientado a la planificación y al apoyo a la toma de decisiones (Mojica Baltodano, 2020).

El proyecto se fundamenta en un enfoque de inteligencia de negocios y visualización de datos, apoyado en un modelo de datos estructurado y en la implementación de indicadores clave de suficiencia de red. Adicionalmente, se incorpora una metodología de generación de datos sintéticos basada en técnicas de remuestreo (bootstrapping) y perturbación controlada de variables, lo cual permite simular escenarios realistas a partir de datos base sin comprometer información sensible, manteniendo la coherencia técnica, la trazabilidad y el rigor analítico del estudio (Sanap & Syed, 2024).

Finalmente, esta investigación busca aportar una herramienta tecnológica que facilite la toma de decisiones estratégicas en la gestión de la red de atención, contribuyendo al fortalecimiento de la planeación y al uso eficiente de los recursos en el sector salud. Asimismo, el proyecto promueve el desarrollo de capacidades analíticas aplicadas a la evaluación de la suficiencia de redes de servicios de salud, demostrando el potencial de las herramientas de inteligencia de negocios para el análisis prospectivo y la gestión basada en evidencia.

Justificación

El cálculo y monitoreo de la suficiencia de la red de servicios de salud constituye un componente fundamental para garantizar el acceso equitativo, oportuno y continuo a la atención médica, especialmente en contextos donde existen limitaciones geográficas, demográficas y de disponibilidad de recursos. Estudios previos han evidenciado que una inadecuada disponibilidad y distribución de los servicios de salud impacta negativamente la calidad de la atención y la capacidad de respuesta del sistema, particularmente en regiones con alta dispersión poblacional y condiciones socioeconómicas complejas (Giménez Caballero, Amarilla, Gonzáles De Mestral, & Araújo Quevedo, 2022).

Diversas investigaciones han señalado que la ausencia de herramientas analíticas integradas dificulta la evaluación efectiva de la capacidad instalada y la demanda real de los servicios, lo que genera desgaste operativo, aumento en los tiempos de respuesta y una asignación ineficiente de los recursos disponibles. La dependencia de procesos manuales y reportes estáticos incrementa la carga administrativa del personal, limita la capacidad de análisis oportuno y reduce la eficiencia en la toma de decisiones estratégicas (Mojica Baltodano, 2020).

En este contexto, el uso de herramientas de Business Intelligence se ha consolidado como una alternativa eficaz para transformar grandes volúmenes de datos en información útil para la gestión organizacional. Diferentes estudios demuestran que plataformas como Power BI facilitan la visualización interactiva de indicadores clave, mejoran la comprensión de la información y apoyan procesos de planificación y control en distintos sectores, incluyendo el sector salud (Sanap & Syed, 2024). Estas herramientas permiten reducir tiempos de análisis, optimizar procesos operativos y fortalecer la toma de decisiones basada en datos.

Desde una perspectiva institucional y social, la mejora en el acceso y análisis de información estructurada contribuye al fortalecimiento de la planeación en salud y a la formulación de estrategias orientadas a mejorar la cobertura y el uso eficiente de los recursos disponibles. La disponibilidad de información analítica confiable facilita la evaluación del equilibrio entre oferta y demanda, apoya la identificación de posibles brechas operativas y favorece la formulación de decisiones y políticas basadas en evidencia (Barahona-Morales, Prado Carpio, Quezada Campoverde, & Garzón Montealegre, 2023).

Este proyecto se justifica por su aporte académico y aplicado al proponer una metodología que integra visualización de datos, análisis de suficiencia de red y el uso de datos sintéticos generados a partir de técnicas estadísticas reconocidas. Este enfoque permite desarrollar y validar herramientas analíticas sin comprometer información sensible, manteniendo la coherencia técnica y el rigor metodológico. La herramienta desarrollada no solo contribuye a la gestión y planificación de la red de servicios de una EPS, sino que también constituye un modelo replicable para otras instituciones del sector salud interesadas en fortalecer sus procesos de análisis y toma de decisiones mediante el uso de tecnologías de análisis de datos.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un sistema de análisis basado en datos, mediante un panel interactivo en Power BI, para evaluar la suficiencia de la red de servicios de salud de una EPS en Colombia, apoyando la toma de decisiones para la asignación eficiente de recursos en los municipios de Magdalena, La Guajira y Cesar.

Objetivos Específicos

Estructurar un modelo de datos que consolide información geográfica, demográfica y de prestación de servicios de salud de la EPS, garantizando la calidad y coherencia de los datos para el análisis de suficiencia de la red.

Definir indicadores clave de suficiencia de la red de servicios de salud, que permitan evaluar la relación entre la cobertura de atención, la población afiliada y la capacidad instalada en los municipios de estudio.

Desarrollar visualizaciones interactivas en Power BI que permitan analizar espacial y temporalmente la suficiencia de la red de servicios de salud, identificando zonas críticas o desatendidas que orienten la toma de decisiones estratégicas para la asignación de recursos.

Marco Conceptual y Teórico

Marco Conceptual

La suficiencia de la red de servicios de salud se refiere a la capacidad de una red de atención para responder de manera oportuna, eficiente y equitativa a las necesidades de la población afiliada, garantizando la disponibilidad adecuada de servicios en función de la demanda existente. Este concepto implica analizar la relación entre la oferta disponible — infraestructura, talento humano y capacidad instalada— y la demanda generada por la población objeto, considerando criterios de accesibilidad, oportunidad y continuidad en la atención. Una red se considera suficiente cuando logra cubrir las necesidades de salud sin generar barreras de acceso ni sobrecarga en los servicios, contribuyendo al adecuado funcionamiento del sistema de salud (Giménez Caballero, Amarilla, Gonzáles De Mestral, & Araújo Quevedo, 2022).

El acceso a los servicios de salud constituye un componente fundamental en la evaluación de la suficiencia de red y está determinado por factores geográficos, organizacionales y operativos. En el contexto de las Entidades Promotoras de Salud (EPS), garantizar el acceso implica asegurar que la población afiliada pueda recibir atención médica adecuada, independientemente de su ubicación territorial o condición socioeconómica. Las limitaciones en el acceso se reflejan en mayores tiempos de espera, saturación de los servicios y desigualdades entre zonas urbanas y rurales, lo cual impacta negativamente la calidad y oportunidad de la atención en salud (Giménez Caballero, Amarilla, Gonzáles De Mestral, & Araújo Quevedo, 2022).

Para evaluar la suficiencia de la red y el nivel de acceso a los servicios, se emplean indicadores de salud que permiten medir de forma objetiva el desempeño de la red de atención. Entre los indicadores más relevantes se encuentran las tasas de cobertura, la relación entre los

recursos disponibles y la población afiliada, la demanda estimada de servicios y la distribución geográfica de la oferta. Estos indicadores facilitan la identificación de brechas en la atención y constituyen un insumo clave para la toma de decisiones basadas en evidencia, orientadas a mejorar la eficiencia y efectividad del sistema de salud (Mojica Baltodano, 2020).

En este contexto, la gestión basada en datos se consolida como un enfoque estratégico para la planeación y administración de los servicios de salud. Este enfoque permite transformar grandes volúmenes de datos en información útil, favoreciendo la optimización de la asignación de recursos, la mejora de la eficiencia operativa y el fortalecimiento de la planeación estratégica de la red de atención. La disponibilidad de información estructurada y analizable resulta esencial para apoyar procesos de evaluación y toma de decisiones en entornos organizacionales complejos (Sanabia-Lizarraga, Carballo-Mendivil, Arellano-González, & Bueno-Solano, 2024).

La inteligencia de negocios (Business Intelligence) y la visualización de datos desempeñan un papel clave dentro de la gestión basada en datos, al facilitar la interpretación de información compleja mediante representaciones gráficas claras e interactivas. Herramientas como Power BI permiten integrar múltiples fuentes de datos, estructurarlas mediante procesos de modelado y presentar indicadores clave a través de paneles interactivos que apoyan el análisis y la toma de decisiones en distintos contextos organizacionales, incluyendo el sector salud (Uyarra Delgado, 2024).

Finalmente, la planeación estratégica en salud busca optimizar el uso de los recursos disponibles para responder de manera efectiva a las necesidades de la población, alineándose con el marco normativo vigente y contribuyendo a la reducción de desigualdades en el acceso a los servicios. En Colombia, este proceso requiere incorporar herramientas tecnológicas y enfoques analíticos que permitan una gestión más eficiente, transparente y basada en evidencia,

fortaleciendo así la capacidad de las EPS para garantizar la suficiencia de su red de servicios de salud (Barahona-Morales, Prado Carpio, Quezada Campoverde, & Garzón Montealegre, 2023).

Marco Teórico

Introducción a la Visualización de Datos

La visualización de datos es una herramienta fundamental en el análisis y la interpretación de grandes volúmenes de información. En el contexto actual, donde los datos son generados en tiempo real, es crucial contar con plataformas que permitan transformar estos datos en visualizaciones claras y comprensibles. Según (Sanap & Syed, 2024), integrar la visualización de datos en aplicaciones web progresivas (PWA) mediante herramientas como Power BI Embedded ofrece la posibilidad de generar representaciones visuales seguras y precisas con un retraso mínimo en las actualizaciones de datos.

Power BI como Herramienta de Análisis y Visualización

Power BI es una plataforma de análisis de datos que combina capacidades de transformación, modelado y visualización para ayudar a los usuarios a tomar decisiones informadas. Esta herramienta permite conectar datos de diversas fuentes, transformarlos y crear visualizaciones interactivas. (Uyarra Delgado, 2024) destaca que Power BI es especialmente útil en el ámbito de la auditoría, ya que mejora la calidad y confiabilidad de los datos, facilita la colaboración y optimiza los procesos de análisis. Además, su integración con Excel aumenta su versatilidad, permitiendo combinar las fortalezas de ambas herramientas.

Aplicaciones de Power BI en Diferentes Contextos

1. Visualización de Datos en Tiempo Real: (Sanap & Syed, 2024) proponen un enfoque para integrar Power BI Embedded en aplicaciones PWA, aprovechando sus capacidades

para la visualización de datos en tiempo real. Esto permite a los usuarios acceder a información actualizada desde cualquier dispositivo, garantizando escalabilidad y accesibilidad.

2. Inteligencia de Negocios en el Comercio Exterior: (Sanabia-Lizarraga, Carballo-Mendivil, Arellano-González, & Bueno-Solano, 2024) desarrollaron un sistema de inteligencia de negocios con Power BI para analizar las exportaciones agrícolas de México. Este sistema permite a usuarios no técnicos visualizar y comparar datos de exportación e importación mediante un panel interactivo, cerrando la brecha entre la tecnología y la toma de decisiones.

3. Análisis Climático: (Akshara & Latha, 2024) emplearon Power BI para analizar patrones de precipitación histórica, combinándolo con un modelo de aprendizaje automático para predecir lluvias futuras. Este enfoque destaca cómo Power BI puede integrarse con tecnologías avanzadas para mejorar la comprensión de fenómenos complejos.

4. Evaluación del Desempeño Docente (Deshmukh, Rautkar, Agrawal, & Prithviraj, 2023) presentó una plataforma de visualización de datos interactiva desarrollada con Power BI para evaluar el desempeño de los docentes. La interfaz intuitiva permite a los actores educativos acceder a métricas clave en tiempo real, mejorando los procesos de toma de decisiones.

Beneficios de Power BI

Power BI destaca por su capacidad de generar visualizaciones atractivas e interactivas, facilitando la comprensión de datos complejos. Entre sus principales beneficios se encuentran:

- **Accesibilidad:** Información disponible en tiempo real desde cualquier dispositivo.
- **Eficiencia:** Automatización de procesos de transformación y modelado de datos.
- **Colaboración:** Herramientas integradas para compartir visualizaciones y paneles en la nube.

- Versatilidad: Integración con otras herramientas como Excel y capacidades para incluir análisis predictivo.

Retos y Oportunidades

A pesar de sus beneficios, el uso de Power BI también enfrenta retos, como la necesidad de formación en cultura del dato y el manejo de tecnologías complementarias. Sin embargo, la investigación sugiere que estas limitaciones pueden superarse mediante la capacitación y la adopción de metodologías innovadoras (Uyarra Delgado, 2024).

Metodología

La metodología adoptada en este proyecto se fundamenta en enfoques ampliamente utilizados en proyectos de inteligencia de negocios y analítica de datos, los cuales proponen el desarrollo de soluciones analíticas a través de etapas secuenciales que incluyen la definición de objetivos, la preparación de datos, el modelado, la visualización y la validación de resultados. Este enfoque metodológico permite asegurar coherencia entre los objetivos del proyecto, los datos utilizados y los resultados obtenidos, facilitando la trazabilidad y la reproducibilidad del análisis (Kimball & Ross, 2002).

El uso de herramientas de Business Intelligence, como Power BI, responde a metodologías orientadas a la toma de decisiones basadas en datos, en las cuales la visualización interactiva cumple un papel central para la interpretación de información compleja y el apoyo a procesos de planificación estratégica. Diversos estudios han demostrado que este tipo de metodologías mejora la comprensión de los indicadores, reduce los tiempos de análisis y fortalece la gestión organizacional en distintos sectores, incluyendo el sector salud (Mojica Baltodano, 2020); (Uyarra Delgado, 2024).

Adicionalmente, la incorporación de una estrategia de generación de datos sintéticos se justifica metodológicamente en contextos donde el uso de información real se encuentra limitado por consideraciones éticas o de confidencialidad. La literatura reconoce la generación de datos sintéticos basada en técnicas de remuestreo estadístico y perturbación controlada como una práctica válida en investigación aplicada, ya que permite simular escenarios realistas sin comprometer información sensible, manteniendo la validez analítica del modelo y la utilidad de los resultados (Sanap & Syed, 2024).

En este sentido, la metodología empleada permite integrar de manera coherente el análisis de suficiencia de red, la visualización de indicadores y el uso de datos sintéticos, garantizando un enfoque sistemático, replicable y alineado con los objetivos del proyecto.

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo siguiendo una metodología basada en etapas claramente definidas, asegurando un enfoque sistemático y orientado a resultados. Las etapas son las siguientes:

Definición del Alcance y Objetivos del Proyecto

- **Identificación de requerimientos específicos:** Determinar las necesidades funcionales y técnicas de la herramienta de visualización y cálculo de suficiencia de red, en coordinación con los responsables de la EPS.
- **Establecimiento de indicadores clave:** Definir los indicadores de suficiencia de red que permitan evaluar la cobertura en términos de población afiliada, recursos disponibles y distribución geográfica.

Recolección y Preparación de Datos

- **Obtención de datos relevantes:** Recopilar datos geográficos, demográficos y de servicios de salud correspondientes a los municipios de Magdalena, La Guajira y Cesar.
- **Limpieza y transformación:** Realizar un proceso de limpieza y transformación de los datos para garantizar su calidad y adecuación al modelo de análisis.
- **Validación de datos:** Verificar la consistencia, completitud y precisión de los datos recopilados para evitar sesgos en el análisis.

Como parte del proceso de preparación de los datos, se utilizó una hoja de cálculo en Excel como etapa intermedia para la estructuración, estandarización y cálculo inicial de variables operativas. En este entorno se definieron y organizaron los campos necesarios para el análisis,

tales como capacidad instalada, oferta anual, demanda estimada e indicadores base, los cuales posteriormente fueron integrados al modelo de datos en Power BI. Esta estrategia permitió separar claramente la fase de preparación y cálculo de datos de la fase de análisis y visualización, garantizando mayor control y trazabilidad del proceso.

Generación de Datos Sintéticos Mediante Bootstrapping y Perturbación Controlada

Dado que el proyecto no podía emplear información real de carácter sensible perteneciente a una Entidad Promotora de Salud (EPS), se adoptó una metodología de generación de datos sintéticos basada en técnicas de bootstrapping y perturbación controlada (jitter). Este enfoque es ampliamente utilizado en análisis estadístico y ciencia de datos para ampliar conjuntos de datos, preservar la estructura estadística original y simular escenarios realistas sin comprometer la confidencialidad de la información.

La técnica de bootstrapping consistió en realizar muestreo con reemplazo a partir del conjunto de datos base, lo que permitió generar múltiples observaciones sintéticas manteniendo las distribuciones originales de las variables. Posteriormente, se aplicó una perturbación controlada (jitter) sobre variables clave como la capacidad instalada, la población objeto y la frecuencia de uso, introduciendo variaciones porcentuales acotadas que reflejan posibles fluctuaciones operativas reales sin distorsionar el comportamiento general de los datos.

Durante este proceso se establecieron restricciones técnicas para garantizar la coherencia de los datos generados. Las variables discretas, como horas de atención diaria, días hábiles al año y número de atenciones por hora, se mantuvieron dentro de valores permitidos, mientras que las variables continuas fueron truncadas dentro de rangos lógicos para evitar valores extremos no plausibles. Adicionalmente, se recalcularon de manera sistemática las variables derivadas, tales

como la oferta real anual y la demanda real anual, asegurando consistencia matemática entre la oferta de servicios y la demanda estimada.

La generación de datos sintéticos se implementó mediante un enfoque programático reproducible utilizando el lenguaje de programación Python y las librerías pandas y numpy, lo que permitió automatizar el proceso, documentar cada transformación aplicada y garantizar la replicabilidad del análisis. El conjunto de datos sintéticos resultante fue posteriormente exportado a formato Excel e integrado al modelo de datos en Power BI para el desarrollo del análisis visual de suficiencia de red.

La adopción de esta metodología permitió evaluar la suficiencia de la red de servicios de salud bajo un escenario simulado, técnicamente consistente y metodológicamente sustentado, manteniendo el rigor analítico del estudio y asegurando el cumplimiento de principios éticos y de confidencialidad de la información.

Diseño del Modelo de Datos

- Estructuración del modelo: Crear un modelo de datos en Power BI que integre información de diferentes fuentes, optimizando su diseño para facilitar consultas rápidas y precisas.
- Relaciones entre tablas: Configurar las relaciones entre las tablas para asegurar una correcta integración de los datos y minimizar redundancias.
- Optimización del desempeño: Aplicar técnicas como la creación de columnas calculadas, medidas DAX y tablas resumen para mejorar la eficiencia del modelo.

Desarrollo de Indicadores y Visualizaciones

- Implementación de indicadores: Desarrollar indicadores clave como tasas de cobertura, relación de recursos por población y áreas de insuficiencia, asegurando su relevancia para la suficiencia de red.
- Diseño de visualizaciones: Crear tableros interactivos que incluyan mapas geográficos, gráficos dinámicos y resúmenes ejecutivos para facilitar el análisis visual y la toma de decisiones.

Validación y Pruebas

- Pruebas de funcionalidad: Realizar pruebas exhaustivas para garantizar que la herramienta cumple con los requerimientos definidos y que las visualizaciones reflejan los datos correctamente.
- Retroalimentación de usuarios: Involucrar a los responsables de la EPS en sesiones de prueba para identificar posibles mejoras y asegurar que la herramienta sea intuitiva y útil.

Implementación y Entrega Final

- Despliegue de la herramienta: Configurar la herramienta para su uso en el entorno operativo de la EPS, asegurando su accesibilidad desde dispositivos clave.
- Capacitación: Ofrecer sesiones de capacitación a los usuarios finales sobre el uso de los tableros y el análisis de los indicadores generados.

Resultados

Resultados del Análisis de Suficiencia de la Red Primaria de Servicios de Salud

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de suficiencia de la red primaria de servicios de salud, desarrollado mediante un panel interactivo en Power BI. El análisis se realizó utilizando datos sintéticos técnicamente plausibles, generados bajo rangos y supuestos coherentes con la operación real de una Entidad Promotora de Salud (EPS), con el fin de evaluar la relación entre la oferta ajustada de servicios y la demanda real anual de la población afiliada.

El tablero permite analizar la suficiencia de la red tanto a nivel global como desagregada por servicio, facilitando la identificación de posibles escenarios de sobrecapacidad o suficiencia adecuada en los diferentes componentes de la red primaria.

Características y Generación de los Datos Sintéticos Utilizados en el Análisis

Previo al análisis de la suficiencia de la red, se generó un conjunto de datos sintéticos técnicamente plausibles con el propósito de sustituir información real de carácter sensible perteneciente a una Entidad Promotora de Salud (EPS). Este procedimiento permitió preservar la confidencialidad de los datos sin afectar la coherencia interna ni la validez analítica del modelo de suficiencia de red desarrollado.

La generación de los datos sintéticos se realizó mediante un enfoque programático reproducible, utilizando el lenguaje de programación Python en el entorno Visual Studio Code. Como punto de partida, se empleó un conjunto de datos base estructurado en una hoja de cálculo en Excel, el cual contenía información operativa realista asociada a los servicios de la red primaria, incluyendo capacidad instalada, horas de atención, días hábiles, frecuencia de uso y población objeto.

La metodología adoptada combinó técnicas de bootstrapping y perturbación controlada (jitter). El bootstrapping consistió en realizar muestreo con reemplazo sobre el conjunto de datos base, permitiendo generar múltiples observaciones sintéticas que conservan la estructura estadística original de las variables. Posteriormente, se aplicó una perturbación controlada sobre variables clave como la capacidad instalada, la población objeto y la frecuencia de uso, introduciendo variaciones porcentuales acotadas que simulan fluctuaciones operativas plausibles sin distorsionar el comportamiento general de los datos.

Durante este proceso se establecieron restricciones técnicas para garantizar la coherencia y plausibilidad de los datos generados. Las variables discretas, como las horas de atención diaria, los días hábiles al año y el número de atenciones por hora, se mantuvieron dentro de valores permitidos, mientras que las variables continuas fueron truncadas dentro de límites lógicos para evitar valores extremos no realistas. Adicionalmente, se recalcularon de manera sistemática las variables derivadas, tales como la oferta real anual y la demanda real anual, asegurando consistencia matemática entre la oferta de servicios y la demanda estimada.

Con el fin de garantizar la reproducibilidad del proceso, se utilizó una semilla fija en la generación de los datos sintéticos, lo que permite replicar los resultados bajo las mismas condiciones metodológicas. Como resultado, se obtuvo un conjunto de 1.000 registros sintéticos ($n = 1.000$), el cual fue posteriormente exportado a formato Excel e integrado al modelo de datos en Power BI, donde sirvió como base para el análisis visual de la suficiencia de la red primaria de servicios de salud.

Tabla 1

Parámetros Utilizados en la Generación de Datos Sintéticos Mediante Técnicas de Bootstrapping y Perturbación Controlada

| Servicio | Capacidad instalada | Frecuencia de uso | Población objeto |
|----------|---------------------|-------------------|------------------|
|----------|---------------------|-------------------|------------------|

Nota. Parámetros definidos a partir del proceso de generación de datos sintéticos mediante técnicas de bootstrapping y perturbación controlada (jitter).

Figura 1

Fragmento del Proceso de Generación de Datos Sintéticos Mediante Bootstrapping y Perturbación Controlada en Python

```

sintetizacion_bootstrap_jitter.py X
sintetizacion_bootstrap_jitter.py > ...
46 def bootstrap_jitter(df_orig, n_synthetic=1000):
58     syn = boot.copy()
59
60     # Aplicar jitter multiplicativo
61     for col, pct in jitter_cfg.items():
62         ruido = rng.uniform(-pct, pct, size=len(syn))
63         syn[col] = syn[col] * (1 + ruido)
64
65     # Ajustes de tipo
66     syn["Capacidad instalada"] = syn["Capacidad instalada"].round().astype(int)
67     syn["Poblacion objeto"] = syn["Poblacion objeto"].round().astype(int)     "Poblacion": Unkn
68     syn["Frecuencia_uso"] = syn["Frecuencia_uso"].clip(0.0001, 0.9999)
69
70     # Recalcular derivadas     "Recalcular": Unknown word.
71     syn = recalculer_variables(syn)     "recalculer": Unknown word.
72
73     return syn
74
75 # =====
76 # 5. GENERAR DATOS SINTÉTICOS
77 # =====
78 df_sintetico = bootstrap_jitter(df, N_SINTETICOS)     "sintetico": Unknown word.
79
80 # =====
81 # 6. EXPORTAR A EXCEL
82 # =====
83 df_sintetico.to_excel(ARCHIVO_SALIDA, index=False)     "sintetico": Unknown word.
84
85 print("✅ Datos sintéticos generados correctamente")
86 print("Filas originales:", df.shape[0])
87 print("Filas sintéticas:", df_sintetico.shape[0])     "sintetico": Unknown word.
88 print("Archivo creado:", ARCHIVO_SALIDA)
89

```

Posterior a la definición de los rangos y parámetros técnicos, la generación de los datos sintéticos se implementó mediante un script desarrollado en el lenguaje de programación Python. El código permitió realizar un muestreo con reemplazo (bootstrapping) a partir del conjunto de datos base y aplicar una perturbación controlada sobre variables clave como la capacidad instalada, la frecuencia de uso y la población objeto.

Una vez generados los valores sintéticos, se recalcularon de forma automática las variables derivadas, tales como la oferta real anual de actividades y la demanda real anual, garantizando la coherencia matemática entre la oferta y la demanda de servicios. El conjunto de datos resultante fue exportado a formato Excel e integrado posteriormente al modelo de datos en Power BI para el análisis visual de la suficiencia de la red primaria de servicios de salud.

Comparación Estadística Descriptiva Entre Datos Base y Datos Sintéticos

Con el fin de validar la coherencia y consistencia de los datos sintéticos generados mediante la metodología de bootstrapping y perturbación controlada (jitter), se realizó una comparación estadística descriptiva entre el conjunto de datos base y el conjunto final de datos sintetizados. Esta comparación se llevó a cabo utilizando estadísticos resumen, específicamente la media y la desviación estándar, evitando el uso directo de datos sensibles.

El análisis se centró en variables clave para el cálculo de la suficiencia de red, tales como la capacidad instalada, la población objeto y la frecuencia de uso de los servicios. Los resultados evidencian que las medias de los datos sintéticos se mantienen cercanas a las de los datos base, mientras que las desviaciones estándar presentan incrementos controlados, producto del proceso de perturbación aplicada. Este comportamiento es consistente con el objetivo de la síntesis de datos, que busca ampliar el conjunto de observaciones preservando la estructura estadística original.

La similitud entre los estadísticos descriptivos de ambos conjuntos de datos confirma que el proceso de generación de datos sintéticos no introduce distorsiones significativas en las relaciones fundamentales entre variables, garantizando la validez analítica del modelo de suficiencia de red y permitiendo el uso de los datos sintetizados para el análisis visual y la toma de decisiones.

Tabla 2

Comparación Estadística Descriptiva Entre Datos Base y Datos Sintéticos

| Variable | Media (datos base) | Desv. estándar (datos base) | Media (datos sintéticos) | Desv. estándar (datos sintéticos) |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Capacidad instalada | 115,38 | 105,10 | 112,93 | 97,16 |
| Población objeto | 214.267 | 84.925,89 | 212.322,73 | 80.324,15 |
| Frecuencia de uso | 0,0519 | 0,0649 | 0,0501 | 0,0600 |

Nota. Datos base y datos sintéticos generados mediante bootstrapping y perturbación controlada.

En consecuencia, el conjunto de datos sintéticos generado resulta adecuado para el análisis de suficiencia de red desarrollado en este estudio, permitiendo continuar con la evaluación de los resultados globales y por tipo de servicio.

Resultados Globales de la Suficiencia de la Red

A nivel agregado, los resultados muestran que la red primaria presenta una oferta ajustada total de 20.202.513 actividades anuales, frente a una demanda real anual estimada de 10.530.281 actividades, lo que se traduce en un indicador global de suficiencia del 191,85 %.

Este valor indica que, bajo el escenario analizado, la red cuenta con una capacidad ampliamente superior a la demanda estimada, lo que permite clasificar la suficiencia global de la red como “Satisfactoria”, de acuerdo con los umbrales definidos en la metodología (> 90 %).

Figura 2

Indicadores Globales de Suficiencia de la Red Primaria



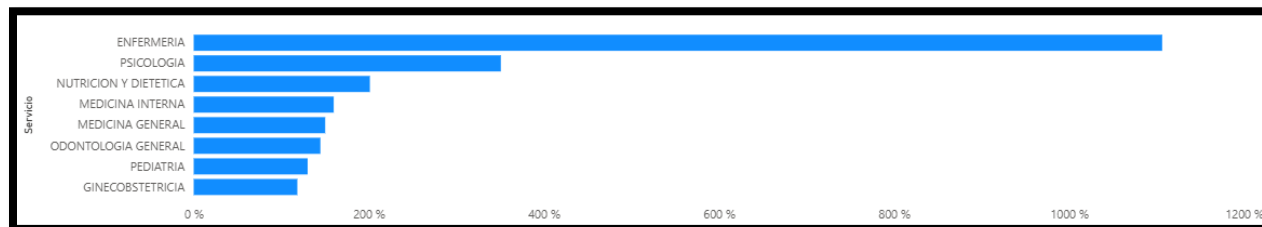
Las tarjetas de indicadores permiten una lectura rápida del estado general de la red, facilitando la interpretación ejecutiva de los resultados y apoyando la toma de decisiones estratégicas.

Análisis de Suficiencia por Tipo de Servicio

El análisis desagregado por servicio evidencia comportamientos diferenciados en los niveles de suficiencia, lo cual resulta fundamental para una adecuada planeación de la red. A través del gráfico de barras horizontales se observa la comparación del indicador de suficiencia (%) entre los distintos servicios de la red primaria.

Figura 3

Suficiencia de la Red por Tipo de Servicio



Los resultados muestran que servicios como Enfermería y Psicología presentan los niveles más altos de suficiencia, con valores significativamente superiores al promedio general, superando incluso el 1.000 % en el caso de Enfermería. Esto sugiere un escenario de sobrecapacidad relativa, en el cual la oferta disponible excede ampliamente la demanda estimada bajo los supuestos del modelo.

Por su parte, servicios como Nutrición y Dietética, Medicina Interna, Medicina General, Odontología General, Pediatría y Ginecobstetricia presentan niveles de suficiencia menores en comparación con los anteriores, pero todos se mantienen por encima del umbral de suficiencia, siendo clasificados como Satisfactorios.

Este comportamiento refleja una red primaria que, en términos generales, cuenta con una capacidad adecuada para responder a la demanda proyectada de la población afiliada dentro del escenario simulado

Comparación Entre Oferta Ajustada y Demanda Real Anual

La tabla resumen incluida en el tablero permite analizar de manera detallada la relación entre la oferta ajustada y la demanda real anual para cada servicio de la red primaria.

Figura 4

Comparación de Oferta, Demanda Real Anual y Suficiencia por Servicio

| Servicio | Oferta Ajustada Total | Suma de Demanda_real_anual | Suficiencia (%) | Clasificacion Red |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|----------------------|
| ENFERMERIA | 3.981.307 | 359.864 | 1106,34 % | Satisfactorio |
| PSICOLOGIA | 1.561.221 | 444.973 | 350,86 % | Satisfactorio |
| NUTRICION Y DIETETICA | 1.411.363 | 701.284 | 201,25 % | Satisfactorio |
| MEDICINA INTERNA | 930.983 | 582.069 | 159,94 % | Satisfactorio |
| MEDICINA GENERAL | 7.718.149 | 5.137.210 | 150,24 % | Satisfactorio |
| ODONTOLOGIA GENERAL | 3.374.236 | 2.331.491 | 144,72 % | Satisfactorio |
| PEDIATRIA | 805.312 | 618.699 | 130,16 % | Satisfactorio |
| GINECOBSTETRICIA | 419.943 | 354.691 | 118,40 % | Satisfactorio |
| Total | 20.202.513 | 10.530.281 | 191,85 % | Satisfactorio |

A partir de esta información se evidencia que:

- La oferta ajustada varía significativamente entre servicios, reflejando diferencias en la capacidad instalada y en los parámetros operativos definidos.
- La demanda real anual, calculada a partir de la población objeto y la frecuencia de uso, permite estimar de manera consistente la carga esperada de atención por servicio.
- El indicador de suficiencia, expresado como porcentaje, facilita la comparación directa entre servicios e identifica aquellos con mayor margen de capacidad disponible.
- Esta visualización integrada resulta clave para el análisis técnico, al permitir contrastar de forma clara la relación oferta–demanda y evaluar el equilibrio operativo de la red.

Clasificación de la Suficiencia de la Red

Con base en los valores del indicador de suficiencia, los servicios fueron clasificados en categorías cualitativas, lo que simplifica la interpretación de los resultados y facilita su comunicación a actores no técnicos.

En el escenario analizado, la totalidad de los servicios evaluados se clasifican como Satisfactorios, lo que sugiere que la red primaria, bajo los supuestos del modelo y los datos sintéticos utilizados, cuenta con una capacidad suficiente para atender la demanda estimada de la población afiliada.

No obstante, la presencia de niveles elevados de suficiencia en algunos servicios resalta la importancia de complementar este análisis con evaluaciones adicionales que permitan identificar posibles oportunidades de optimización en la asignación de recursos.

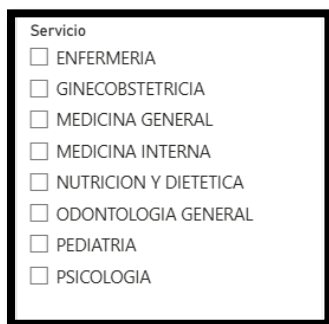
Uso de Segmentadores y Análisis Interactivo

El tablero incorpora un segmentador por tipo de servicio, el cual permite filtrar dinámicamente la información presentada en los indicadores, gráficos y tablas. Esta

funcionalidad facilita el análisis focalizado por servicio, permitiendo a los tomadores de decisiones evaluar escenarios específicos sin perder la visión global de la red.

Figura 5

Segmentador Interactivo por Servicio



La interactividad del tablero refuerza su utilidad como herramienta de apoyo a la toma de decisiones, ya que permite explorar los datos desde múltiples perspectivas y adaptar el análisis a diferentes necesidades operativas y estratégicas.

Síntesis de los Resultados

En conjunto, los resultados obtenidos demuestran que el panel desarrollado en Power BI permite evaluar de manera clara, estructurada y visual la suficiencia de la red primaria de servicios de salud. El uso de datos sintéticos técnicamente plausibles no limita la validez del análisis, dado que el objetivo del proyecto se centra en la metodología, el modelo analítico y la capacidad de la herramienta para representar escenarios de suficiencia de red de forma consistente.

El análisis realizado evidencia la utilidad del tablero para identificar niveles de suficiencia globales y por servicio, apoyar la planificación estratégica y servir como base para

futuros análisis más detallados que incorporen variables geográficas, temporales o escenarios prospectivos.

Figura 6

Tablero de Análisis de Suficiencia de la Red Primaria



Conclusiones

El desarrollo de este proyecto permitió implementar un sistema de análisis y visualización de la suficiencia de la red primaria de servicios de salud, utilizando un enfoque basado en datos y apoyado en herramientas de inteligencia de negocios. A través del uso de Power BI, se logró consolidar, procesar y representar información relevante de manera clara e interactiva, facilitando la evaluación de la relación entre la oferta de servicios y la demanda estimada de la población afiliada.

Uno de los principales aportes del proyecto fue la construcción de un modelo analítico capaz de calcular indicadores clave de suficiencia de red, permitiendo identificar de forma objetiva el estado general de la red y el comportamiento particular de cada servicio. Los resultados obtenidos evidencian que, bajo el escenario analizado, la red primaria presenta un nivel global de suficiencia clasificado como satisfactorio, lo que indica que la capacidad disponible supera la demanda estimada de atención en salud.

El análisis desagregado por tipo de servicio permitió identificar diferencias significativas en los niveles de suficiencia, destacando servicios con escenarios de sobrecapacidad relativa y otros con niveles cercanos al umbral mínimo aceptable. Esta diferenciación demuestra la importancia de evaluar la red no solo desde una perspectiva global, sino también desde un enfoque específico por servicio, lo cual resulta fundamental para una adecuada planeación y asignación de recursos.

Asimismo, las visualizaciones interactivas desarrolladas permiten analizar la información de forma dinámica y segmentada, facilitando la exploración de los resultados por tipo de servicio y apoyando la identificación de posibles escenarios críticos que requieren seguimiento o ajustes estratégicos.

La utilización de datos sintéticos técnicamente plausibles constituyó una estrategia metodológica adecuada para garantizar la confidencialidad de la información sensible de la EPS, sin comprometer la validez del análisis. La generación de estos datos permitió simular escenarios realistas y demostrar la aplicabilidad del modelo de suficiencia de red, así como la funcionalidad del tablero desarrollado.

Se concluye que el tablero interactivo diseñado cumple con los objetivos propuestos, al ofrecer una herramienta útil, flexible y escalable para el análisis de la suficiencia de la red de servicios de salud. Este sistema puede servir como base para futuros desarrollos que incorporen información real, análisis geográfico más detallado o evaluaciones prospectivas orientadas a la toma de decisiones estratégicas en el sector salud.

Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos y en el desarrollo del proyecto, se formulan las siguientes recomendaciones:

Se recomienda que futuras implementaciones del modelo incorporen datos reales de la Entidad Promotora de Salud (EPS), una vez superadas las restricciones de confidencialidad, con el fin de mejorar la precisión del análisis y apoyar decisiones operativas de mayor impacto.

Es aconsejable ampliar el análisis incorporando una dimensión geográfica más detallada, como la visualización por municipio o zonas de influencia, lo cual permitiría identificar desigualdades territoriales en el acceso a los servicios de salud y optimizar la distribución de la red.

Se sugiere integrar un análisis temporal que permita evaluar la evolución de la suficiencia de la red en distintos periodos, facilitando la identificación de tendencias y la anticipación de posibles escenarios de insuficiencia futura.

Para fortalecer la toma de decisiones estratégicas, se recomienda complementar el tablero con escenarios prospectivos o simulaciones, ajustando variables como el crecimiento poblacional, cambios en la frecuencia de uso o modificaciones en la capacidad instalada de los servicios.

Es recomendable capacitar a los usuarios finales en el uso del tablero y en la interpretación de los indicadores, promoviendo una cultura de gestión basada en datos dentro de la EPS y asegurando un aprovechamiento adecuado de la herramienta desarrollada.

Se sugiere considerar el enfoque metodológico utilizado en este proyecto como un modelo replicable para otras entidades del sector salud, especialmente en contextos donde el acceso a información real es limitado y se requiere garantizar la confidencialidad de los datos.

Referencias Bibliográficas

- Akshara, A., & Latha, B. (2024). *Precipitation Climate Data Analysis using Power BI*. 2024 International Conference on Communication, Computing and Internet of Things (IC3IoT), 1-4. <https://doi.org/10.1109/IC3IoT60841.2024.10550277>
- Ameer, M., Rahul, S. P., & Manne, S. (2020). *Human Resource Analytics using Power Bi Visualization Tool*. 2020 4th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS), 1184-1189. <https://doi.org/10.1109/ICICCS48265.2020.9120897>
- Barahona-Morales, P. A., Prado-Carpio, E., Quezada-Campoverde, J., & Garzón-Montealegre, V. J. (2023). *Enfoque eficaz en el análisis y visualización de datos mediante Microsoft Power BI en los agronegocios: Effective approach to data analysis and visualization using Microsoft Power BI in agribusiness*. Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ), 1(2), 17-34. <https://doi.org/10.62131/MLAJ-V1-N2-002>
- Casas, JS (2019). *Diseño de tableros de control de indicadores para el análisis de la información acerca de la situación de los egresados de la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano mediante el uso de Microsoft Power BI*. <https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/1626/Trabajo%20de%20gradoJuanSebastianCasasCasallas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cuadrado, M. (2021). *Reseña Taller Introducción a Power BI*. Comité de Evaluación Institucional UPR Humacao. https://www.upr.edu/humacao/wp-content/uploads/sites/6/2021/08/Resena.taller.Introduccion.Power_.BI_.CAI_.pdf
- Deshmukh, V., Prithviraj, J., Rautkar, A., Agrawal, R., Dhule, C., & Chavhan, N. (2023). *Interactive Data Visualization Platform to Present Effective Teacher Performance with*

- Power BI*. 2023 International Conference on Advances in Computation, Communication and Information Technology (ICAICCIT), 1335-1339.
- <https://doi.org/10.1109/ICAICCIT60255.2023.10466179>
- Gartner (2022). *Reseñas y calificaciones de plataformas de inteligencia empresarial y analítica*. Portal Gartner Peer Insights. <https://www.gartner.com/reviews/market/analytics-business-intelligence-platforms>
- Giménez Caballero, E., Amarilla, M. G., González De Mestral, C., & Araújo Quevedo, J. M. (2022). *Evaluación de disponibilidad y preparación de servicios de salud en el primer nivel de atención de cinco regiones sanitarias del Paraguay durante el 2022*. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, 20(3), 13-26.
- López-Robledo, DM (2023). *Power BI para la Visualización de Datos en Instituciones Educativas*. *Revista en línea HETS* , 13 (2), 6-22.
- <https://doi.org/10.55420/2693.9193.v13.n2.118>
- Méndez, E. & Lugo, J. (2022). *Power BI como estrategia para la prevención y toma de decisiones en pacientes con enfermedad coronaria*. *Polo del Conocimiento*, 7(4), 1169-1190. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8483041>
- Mojica Baltodano, M. A. (2020). *Tableros de impacto de los datos de Coronavirus Covid-19 en América Latina y el mundo utilizando Power BI como herramienta de visualización*. *REICE: Revista Electrónica De Investigación En Ciencias Económicas*, 8(15), 88–103. <https://doi.org/10.5377/reice.v8i15.9946>
- Panchyshyn, T., Mishchuk, N., Mykhailyshyn, R., & Vatslavskyi, O. (2024). *The Use of Power BI in the Analysis and Visualization of the Results of the Admission Campaign at Lviv*

- University*. 2024 14th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), 408-413. <https://doi.org/10.1109/ACIT62333.2024.10712617>
- Power BI (2019). *Transforme datos en oportunidades*. Disponible en:
<http://powerbi.microsoft.com/es-es/>
- Robledo, L., & M., D. (2023). *Power BI para la visualización de datos en instituciones educativas*. HETS Online Journal, 13(2), 6-22.
<https://doi.org/10.55420/2693.9193.v13.n2.118>
- Sainz, I. (2022). *Power BI y el uso de la visualización de datos en el sector educativo*. Portal Integra. <https://www.integratecnologia.es/la-innovacion-necesaria/power-bi-y-el-uso-de-la-visualizacion-de-datos-en-el-sector-educativo/>
- Sanabia-Lizarraga, K. G., Carballo-Mendíute, B., vil, Arellano-Gonzáute, A., lez, & Bueno-Solano, A. (2024). *Business Intelligence for Agricultural Foreign Trade: Design and Application of Power BI Dashboard*. Sustainability, 16(21), NA-NA.
<https://doi.org/10.3390/su16219576>
- Sanap, S., & Syed, K. (2024). *Real-Time Data Visualization in PWAs using Power BI Embedded*. 2024 15th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT), Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT), 2024 15th International Conference on, 1-7.
<https://doi.org/10.1109/ICCCNT61001.2024.10723938>
- Singh, G., Kumar, A., Singh, J., & Kaur, J. (2023). *Data Visualization for Developing Effective Performance Dashboard with Power BI*. 2023 International Conference on Innovative Data Communication Technologies and Application (ICIDCA), 968-973.
<https://doi.org/10.1109/ICIDCA56705.2023.10100169>

Uyarra, D. (2024). *Power BI: Una herramienta ÚTIL para los auditores Cómo aprovechar las ventajas de esta plataforma de análisis de datos en el sector de la auditoría*. *Técnica Contable y Financiera*, 77, 84-91.

Yi, S. (2023). *Walmart Sales Prediction Based on Machine Learning*. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 47, 87-94. <https://doi.org/10.54097/hset.v47i.8170>