



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Diseño de un modelo de información para el Ministerio de Salud Pública basado en
Business Intelligence**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero de Sistemas

AUTOR: Félix Paul Gavilanes Gualpa

TUTOR: Joe Frand Llerena Izquierdo Ing., Msc.

Guayaquil – Ecuador

2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Félix Paul Gavilanes Gualpa con documento de identificación N° 0922837935 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 30 de enero del año 2024

Atentamente,

Felix Gavilanes

Félix Paul Gavilanes Gualpa

0922837935

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Félix Paul Gavilanes Gualpa con documento de identificación N° 0922837935, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Artículo Académico: “Diseño de un modelo de información para el Ministerio de Salud Pública basado en Business Intelligence”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero de Sistemas, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 30 de enero del año 2024

Atentamente,

Felix Gavilanes

Félix Paul Gavilanes Gualpa

0922837935

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Joe Frand Llerena Izquierdo con documento de identificación N° 0914884879, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **Diseño de un modelo de información para el Ministerio de Salud Pública basado en Business Intelligence**, realizado por Félix Paul Gavilanes Gualpa con documento de identificación N° 0922837935, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 30 de enero del año 2024

Atentamente,



Joe Frand Llerena Izquierdo

0914884879

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado, primero a Dios, por permitirme llegar hasta este instante fundamental de toda mi formación profesional y por el milagro de la vida.

De la misma manera le dedico este trabajo a mi señora madre, por ser mi motivación y por siempre mostrarme su amor.

A mi querida esposa por ser mi pilar principal, por el apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias y opiniones, por estar conmigo en lo buenos y malos momentos.

A mi padre que siempre ha sido mi ejemplo a seguir y estar conmigo cuando necesitaba un consejo.

A mis hermanos que estuvieron conmigo cuando necesite ser escuchado, me brindaron su apoyo y me guiaron para culminar mi carrera profesional.

Felix Gavilanes

Félix Paul Gavilanes Gualpa

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento a mi tutor de este trabajo al Ing. Joe Frand Llerena Izquierdo, por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por respetar mis opiniones e ideas, por la dirección para culminar este trabajo.

A los docentes que formaron parte de mi camino universitario, y a todos aquellos quiero darle un sincero agradecimiento por transmitir sus conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí, sin su dedicación nada de esto sería posible.

De la misma manera agradecer a cada uno de mis compañeros, de la cuales algunos de ellos se convirtieron en mis amigos y hermanos. Gracias por tantas horas compartidas, por los talleres realizados en el aula, por aquellos trabajos que realizamos juntos y las historias vividas.

Felix Gavilanes

Félix Paul Gavilanes Gualpa

RESUMEN

La pandemia del año 2020 obligó a las empresas y personas a utilizar tecnologías digitales y esto acelera la digitalización de varios entornos. La utilización de tecnologías digitales genera en cada día, gran cantidad de datos que pueden ser aprovechados por Business Intelligence y tomar decisiones que mejoren la gestión de todo tipo de empresa, y esto es muy relevante en el sector de la salud. El objetivo general es diseñar una arquitectura para almacenar información y presentación de indicadores del Ministerio de Salud Pública. En la metodología, se utiliza la revisión de la literatura en fases; se utiliza la observación y análisis de los artículos; se realiza el análisis de las preguntas de investigación; se utiliza gráficos para presentar las estadísticas. Se adopta de los modelos analizados en los artículos científicos en Business Intelligence; se utiliza la investigación empírica. Para la evaluación del modelo propuesto, se utiliza una tabla comparativa de las características encontradas en los artículos científicos. Como resultado, se propuso el diseño de una arquitectura en cuatro niveles, Fuentes de datos, ETL, Almacenamiento y Visualización. Se seleccionaron 24 artículos y el modelo propuesto en esta investigación, entre estos el 64% de los modelos tienen buenos contenidos en teoría y práctica para el diseño e implementación en BI. Se concluye que la clasificación de indicadores en los artículos se inclina al control de atenciones al público.

Palabras claves: Inteligencia de negocios, área de salud, indicadores de gestión, almacén de datos.

ABSTRACT

The pandemic of 2020 forced companies and individuals to use digital technologies and this accelerates the digitalization of various environments. The use of digital technologies generates a large amount of data every day that can be used by Business Intelligence and make decisions that improve the management of all types of companies, and this is very relevant in the health sector. The general objective is to design an architecture to store information and present indicators of the Ministry of Public Health. In the methodology, the literature review is used in phases; observation and analysis of articles is used; the analysis of the research questions is carried out; graphs are used to present statistics. It is adopted from the models analyzed in scientific articles in Business Intelligence; empirical research is used. For the evaluation of the proposed model, a comparative table of the characteristics found in the scientific articles is used. As a result, the design of a four-level architecture, Data Sources, ETL, Storage, and Visualization was proposed. A total of 24 articles and the model proposed in this research were selected, among which 64% of the models have good content in theory and practice for the design and implementation of BI. It is concluded that the classification of indicators in the articles is inclined to the control of customer service.

Key words: Business Intelligence, Health, Management Indicators, Data Warehouse.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
2.1. Registros de salud.....	12
2.2. Business Intelligence.....	12
2.3. Tecnología BI en salud.....	12
3. METODOLOGÍA	14
4. RESULTADOS.....	16
5. DISCUSIÓN.....	24
6. CONCLUSIÓN	25
REFERENCIAS	26

1. INTRODUCCIÓN

En una sociedad digitalizada, almacenar y proteger los datos de salud es crucial. Los registros médicos almacenan información completa del paciente generada por los profesionales de la salud; los registros médicos se utilizan en múltiples procesos relacionados con el paciente. Dada la interconectividad global, múltiples individuos y organizaciones interactúan con los datos de salud de los pacientes. Por lo tanto, es necesario mantener los datos para tomar decisiones informadas (Melendrez-Caicedo & Llerena-Izquierdo, 2022; Rojo et al., 2023)

Las propuestas que integran datos de diferentes sistemas de salud de forma centrada en el paciente no suelen abordar los problemas de indicadores para tomar decisiones. Se hace necesario saber en todo momento sobre los datos del paciente, o garantizar que no se realicen cambios maliciosos en esos datos (Zerega-Prado & Llerena-Izquierdo, 2022). Esto es especialmente interesante en aquellas propuestas que no integran los datos físicamente en un único medio, sino que están distribuidos en archivos, bases de datos, dispositivos y otros medios e inter-operan entre varios sistemas informáticos (Guzmán García & López Idrovo, 2023). No poder confiar en la integridad de los datos los hace inútiles para el tratamiento del paciente (Burgos Cárdenas, 2023). Aunque surgen varias propuestas para solucionar los problemas de integración o extracción o transformación de los datos de salud; se limitan su aplicación a la implementación de mecanismos de acceso que obligan al usuario a identificarse para interactuar con los datos o soluciones similares pero no ofrecen informes para tomar de decisión (Mirabelli & Solina, 2020; Pérez González, 2021).

La extracción, transformación y carga de los datos en salud a un repositorio estructurado es una preocupación. También están disponibles varias medidas y controles con un costo predeterminado en cualquier entorno. Los datos de registros médicos son una gran inquietud con respecto a los indicadores cuando se almacenan. Además, la demanda es porque esté disponible y sean transparentes para el usuario y manejables por los proveedores de salud (Shaikh, 2022).

Por otra parte, cada decisión tomada u omitida representa el desempeño de una empresa u organización, y no es significativo para una organización en particular sino para todas. No es vital tener una estrategia inteligente; sin tomar las decisiones correctas en el momento adecuado y ejecutarlas de manera efectiva, eso conducirá a perder parte del talento humano, inventarios o dinero. Las empresas se fortalecen a partir de diversas fuerzas: el aumento en inteligencia de las tecnologías, que sientan las bases para el procesamiento y análisis de decisiones comerciales

mediante tecnologías emergentes. El otro es el aumento en inteligencia humana y las capacidades del cerebro humano, el juicio, la comprensión del razonamiento y las decisiones que una mente humana es capaz de tomar en disímiles situaciones (Najdawi & Karan Patkuri, 2021).

La atención médica es el área donde las tecnologías son muy aplicables y útil. Los pacientes no necesitan llevar su historial médico a los hospitales, ya que se puede lograr a través de tecnología. También registra las transacciones y rastrea los activos. Proporciona un mejor control de los registros sanitarios y la atención al paciente. La tecnología entrega a la atención médica un mecanismo seguro para compartir datos de manera más eficiente.

Aquí, el análisis de Business Intelligence BI es método que da enfoques de mejora; utiliza datos históricos y otras formas de datos recopilados por la organización de diversas fuentes y los procesa para encontrar información valiosa que podría convertirse en una decisión (Najdawi & Karan Patkuri, 2021). La acumulación de datos está en continuo crecimiento a la capacidad de las empresas para aprovechar los datos y optimizar la eficiencia financiera y clínica y la calidad de la atención. Se cree que el uso cuidadoso y atento de BI en la atención sanitaria puede transformar los datos en conocimiento que puede mejorar los resultados de los pacientes y la eficiencia operativa (Lewis et al., 2019).

El objetivo general es diseñar una arquitectura para almacenar información y presentación de indicadores del Ministerio de Salud Pública.

Los objetivos específicos son:

- Analizar modelos de datos en tecnología Business Intelligence mediante una revisión de la literatura
- Diseñar una arquitectura para mantener la información y recolección-presentación de los indicadores basados en tecnología Business Intelligence.
- Realizar una evaluación del modelo propuesto y los modelos de la literatura mediante la comparación cualitativa y cuantitativa.

En base a la lectura científica, se propone un modelo para el Ministerio de Salud Pública que tiene a su cargo 56 hospitales públicos del Ecuador y establecimientos de salud, además de información sobre los pacientes que atienden estas dependencias (MSP, 2023).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Registros de salud

Un registro de salud se refiere a un sistema o plataforma de información que integra todos los registros relacionados con datos de salud personal; puede incluir diversas condiciones fisiológicas y registros históricos del usuario, registros médicos, registros de diagnósticos médicos, registros de medicamentos, información de exámenes médicos, registros de diagnóstico y de atención del personal médico y los cuidadores. Su propiedad es un registro persistente de información personal. Los registros médicos personales tienen las siguientes características: Los usuarios tienen derecho a controlar sus propios registros, decidir el objeto autorizado y la duración; los registros contienen la información de atención médica de por vida de los registros; los registros pueden usarse en cualquier momento y lugar; el registro es privado y seguro en el proceso de acceso y transmisión; el registro está permitido como una extensión de los registros médicos personales en instituciones médicas (Lin et al., 2023).

2.2. Business Intelligence

Es un concepto o método para mejorar la calidad de la toma de decisiones empresariales se fundamenta en sistemas basados en datos. Por lo general, se compara la BI con libros informativos, herramientas de consulta e informes y sistemas de información ejecutiva, ya que al utilizar BI, una empresa puede procesar y visualizar los datos con mayor regularidad con la ayuda de herramientas, lo que facilita a las empresas la búsqueda de datos que puedan ser útiles (Ramadhani et al., 2021).

2.3. Tecnología BI en salud

El artículo (Koumpounis & Perry, 2023) describe el proceso de creación de una prueba conceptual que prioriza la sensibilidad de los datos y el diseño e implementación de la gestión de datos centrada en el paciente. El proyecto se adhirió a patrones y prácticas de diseño de seguridad y procesamiento de los datos.

La investigación (Nasreen & Singh, 2022) se centra en almacenar datos de salud utilizando tecnología y luego permitir el almacenamiento seguro de registros electrónicos de los datos de los pacientes; para convertir el historial médico del paciente en un documento digital.

El sistema (Vardhini et al., 2021) resuelve los problemas actuales del sector de la salud y almacena transacciones de registros médicos para crear un ecosistema inteligente, y evita que

terceros accedan a ellos sin permiso. Se almacena de forma segura los registros y mantienen una versión única de la verdad. Las partes interesadas deberán solicitar permiso para acceder al historial de un paciente.

El modelo (Wang et al., 2023) toma de base las tecnologías Nube, se utilizan para gestionar de forma colaborativa los datos de los registros médicos; se propone un método de intercambio entre hospitales regionales y almacenamiento de datos a través de la colaboración en la nube. Los usuarios mantienen los datos en el servidor de la nube con atributos y almacenan la política de acceso para garantizar la seguridad de los datos.

El artículo (Gonçalves et al., 2020) presenta el análisis de la calidad de vida de 227 pacientes que fueron tratados mediante endoscópica médica. El estudio se basó en BI, que permitieron el almacenamiento, el análisis y la presentación de informes de todos los hallazgos relevantes. Para el almacenamiento de datos, se diseñó un data mart que aborda los atributos relevantes. Para el análisis de los datos se utilizaron tecnologías de procesamiento analítico en línea y minería de datos para mostrar la evolución del estado de salud de los pacientes y la incidencia de complicaciones o efectos secundarios como consecuencia de la cirugía.

3. METODOLOGÍA

Para analizar los modelos de artículos científicos, se utiliza la revisión de la literatura de (Swetha et al., 2023) que tiene las fases: Proceso de búsqueda, selección de temas, proceso de selección (criterios de inclusión y exclusión), categorización de temas. Se utiliza la observación y análisis de los artículos. Se realiza el análisis de las preguntas de investigación. Se utiliza gráficos para presentar las estadísticas sobre los hallazgos en los artículos.

Las preguntas de investigación son:

¿Quiénes son los participantes que generan los datos de salud?

¿Qué datos mantienen los registros de salud?

¿Cuáles son los componentes de Business Intelligence en salud?

¿Qué indicadores utiliza Business Intelligence en salud?



Figura 1. Revisión de la Literatura

Para diseñar una arquitectura se adopta de los modelos analizados en los artículos científicos en Business Intelligence; se utiliza la investigación empírica, que analiza la factibilidad de una solución mediante evidencias empíricas. Se utiliza la descripción del modelo y todos sus componentes. Se presenta el modelo de un Data Warehouse y nombre de los indicadores con sus descripciones.

Para la evaluación del modelo propuesto, se utiliza una tabla comparativa de las características encontradas en los artículos científicos, algunas características son: datos mantienen los registros de salud, captura de datos, participantes para generar los datos, componentes de Business Intelligence, indicadores utilizados en Business Intelligence. Todos los datos se

tabulan en una hoja electrónica, se dan puntuaciones a cada artículo. Las puntuaciones de los artículos se comparan con el modelo que se propone en esta investigación. Además, los modelos se comparan en forma cuantitativa, se le da un puntaje a cada característica.

Artículos		Participantes							Datos de salud						Componentes de BI				Indicadores en BI									
Item	Año de publicación	Número de citas																										
	Título del artículo	Pacientes	Laboratorio	Doctores	Centro de Salud	Gobierno	Administrador	Compañía de Seguros	Farmacia	Identificación	Centro de salud	Doctor	Enfermedad	Exámenes médicos	Tipo de atención	Tipos de medicinas	Data Warehouse	Entidades	Hechos	Dimensiones	Cantidad de personas atendidas	Genero	Enfermedades	Especialidad	Cantidad por Centros de salud	Atenciones por edad	Inmunizaciones	Causas de muerte

Figura 2. Datos para comparar

4. RESULTADOS

Analizar modelos de datos en tecnología Business Intelligence

La revisión de la literatura es un metaanálisis, que armoniza en forma estadística los contenidos de diferentes artículos y los evalúa en forma crítica; aquí se examinaron investigaciones previas, pero el metaanálisis se enfoca en la evaluación numérica de los datos disponibles en los artículos que se combinan en una hoja electrónica. Para obtener resultados se disponen resultados cualitativos o cuantitativos, que son similares en algunas características como Pacientes, Datos de salud, Componentes de Business Intelligence e Indicadores en Business Intelligence, con estos datos se llegan a conclusiones significativas. Esta revisión informa los hallazgos en los artículos filtrados del autor en un formato resumido. El método PRISMA ayuda en el filtrado y organización de los artículos seleccionados. Figura 3.

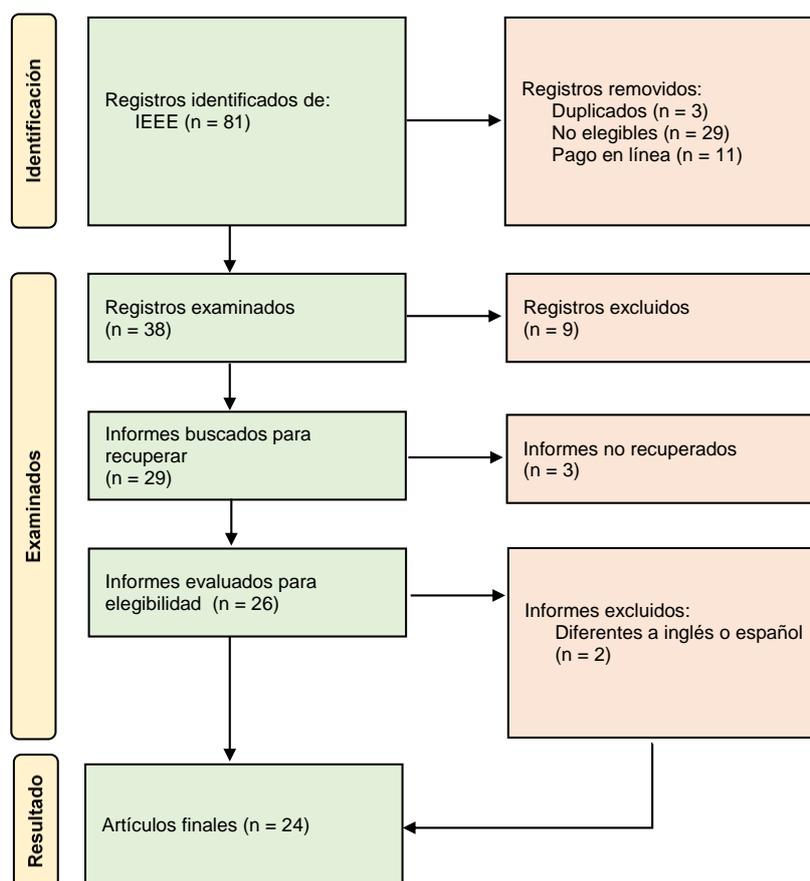


Figura 3. PRISMA aplicado a selección de artículos.

Esta forma de investigación sistemática puede generar un aporte en conocimiento sobre datos hospitalarios en Business Intelligence, se revisa y analizan artículos representativos. Las

preguntas de investigación resumen el estado de conocimiento recopilado, además solo se revisan artículos publicados desde el año 2019.

La tabla 1 muestra los 24 artículos científicos seleccionados luego de aplicar la revisión de la literatura, estos documentos se muestran como un panorama general del estado actual sobre Datos de salud en Business Intelligence. Se revisaron los resultados de cada artículo de BI, y se verifica los conceptos válidos y estructurados, para mantener una integración significativa en este documento de investigación, y obtener mejor informe de esta revisión de la literatura.

Tabla 1. Bibliografía de artículos científicos

No	Referencias
1	(Vardhini et al., 2021)
2	(Gonçalves et al., 2020)
3	(Lewis et al., 2019)
4	(Fraihat et al., 2022)
5	(Ramadhani et al., 2021)
6	(Najdawi & Karan Patkuri, 2021)
7	(El-Gayar & Timsina, 2020)
8	(Tumpa et al., 2020)
9	(Pahlad & Gatsheni, 2019)
10	(Schulz et al., 2020)
11	(Varona-Taborda et al., 2021)
12	(Montenegro, 2020)
13	(Immunology, 2019)
14	(Muñoyerro-Muñiz et al., 2020)
15	(Hurtado & Castellanos, 2019)
16	(Libre, 2023)
17	(Cruz et al., 2021)
18	(Palacios-tapia & Ochoa-crespo, 2020)
19	(Garita et al., 2019)
20	(Aaron et al., 2019)
21	(Basile et al., 2023)
22	(Sechi et al., 2020)
23	(Gastaldi et al., 2019)
24	(Chaubey & Sahoo, 2021)

Fuente: Autor

A continuación, se presentan las preguntas de investigación con su respectivo análisis de acuerdo a los 24 artículos filtrados.

¿Quiénes son los participantes que generan los datos de salud?

El gráfico 4 presenta los datos hallados como: Pacientes 79%, Laboratorio 50%, Doctores 79%, Centro de Salud 75%, Gobierno 29%, Administrador 25%, Compañía de Seguros 25%, y Farmacia 46%. En esta respuesta, los pacientes y doctores son los primeros en generar los datos de salud; alguno de los datos generados son: identificación del paciente/doctor, nombres del

paciente/doctor, datos de exploración física, datos de urgencia, avance clínico, recetas médicas, tratamientos médicos, otras exploraciones médicas, datos de interconsulta, intervenciones quirúrgicas, planificación de cuidados después de operaciones, entre otros.

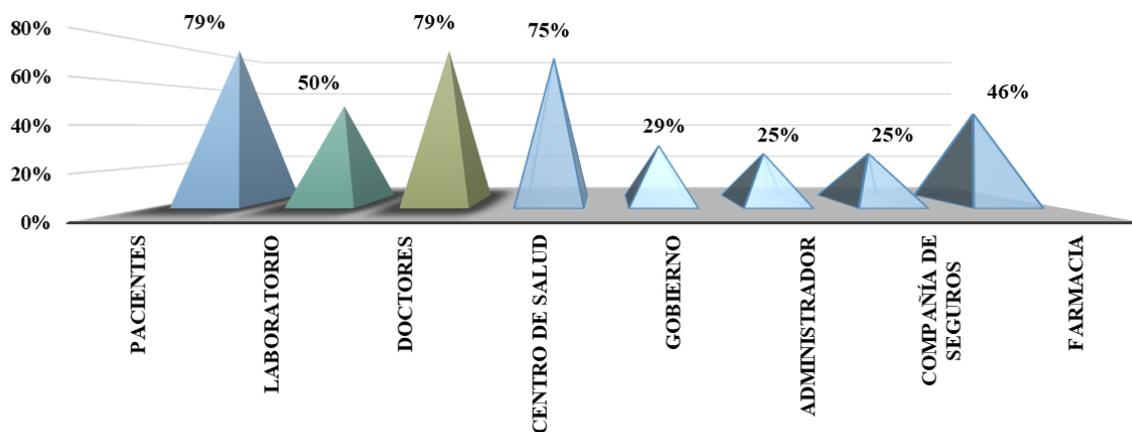


Figura 4. Participantes

¿Qué datos mantienen los registros de salud?

El gráfico 5 presenta los datos hallados como: Identificación 88%, Centro de salud 75%, Doctor 83%, Enfermedad 67%, Exámenes médicos 50%, Tipo de atención 21%, y Tipos de medicinas 17%. En esta respuesta, la identificación de los pacientes es el primer dato que mantienen los registros de salud, le siguen los datos del médico que atendió al paciente, y como tercer dato está el centro de salud. No todos los registros de salud almacenan estos datos primarios: paciente, doctor y centro de salud.

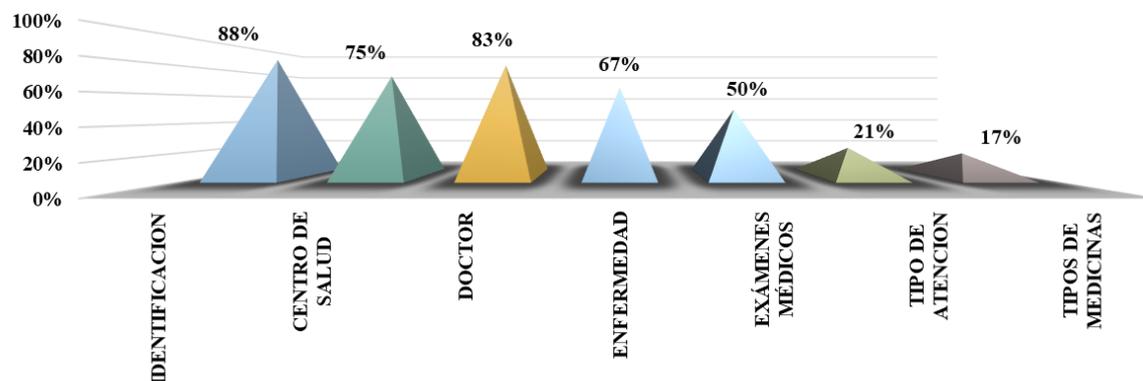


Figura 5. Registro de salud

¿Cuáles son los componentes de Business Intelligence en salud?

El grafico 6 presenta los datos hallados como: Data Warehouse 33%, Entidades 42%, Hechos 33%, y Dimensiones 33%. En esta respuesta, las entidades presentadas en los artículos son: hospital o centro de salud, laboratorios, médicos, pacientes, diagnósticos, recetas, categorías. Le siguen el Data Warehouse, Hechos y Dimensiones en iguales porcentajes. Es decir, existe un 9% de artículos que solo presenta Entidades.

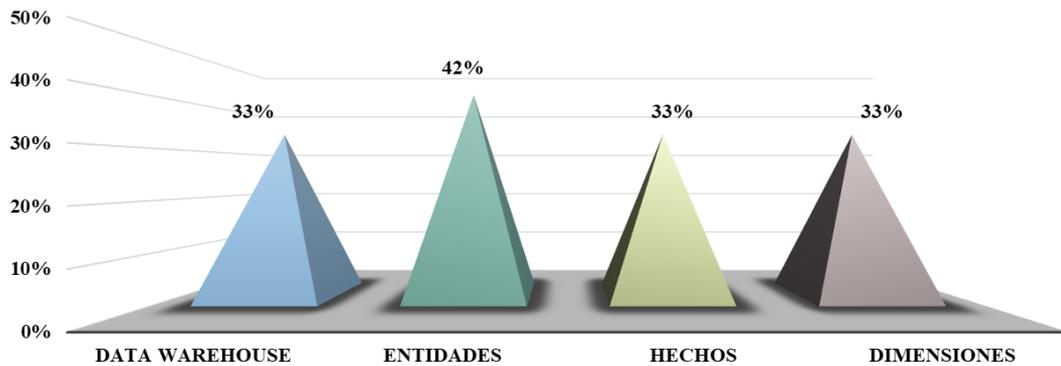


Figura 6. Componentes

¿Qué indicadores utiliza Business Intelligence en salud?

El grafico 7 presenta los datos hallados como: Cantidad de personas atendidas 63%, Genero 42%, Enfermedades 33%, Especialidad 21%, Cantidad por Centros de salud 54%, Atenciones por edad 54%, Inmunizaciones 46%, y Causas de muerte 21%. En esta respuesta, el mayor indicador es la Cantidad de Personas Atendidas en los hospitales o centros de salud. Le sigue la Cantidad de Centros de Salud y Atención por Edad, la clasificación de indicadores en los artículos se inclina al control de atenciones al público.

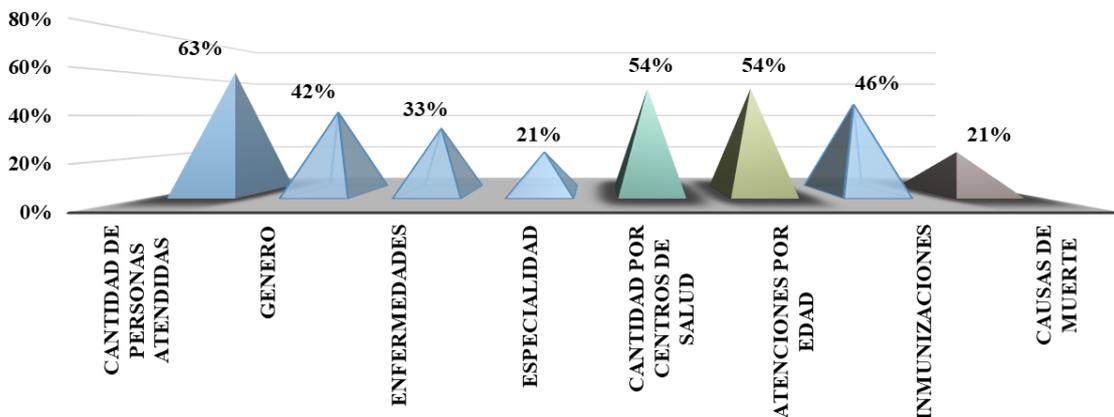


Figura 7. Indicadores de BI

Arquitectura para mantener la información de los indicadores basado BI

BI integra los datos operativos con herramientas que sirven para el análisis que respaldan el proceso de toma de decisiones. Este modelo de propuesta hacer disponible la información de buena calidad para el ministerio de salud del Ecuador. Esta propuesta toma tiene dos componentes principales: almacenamiento de datos y análisis de datos. Para el primero, se utiliza los sistemas de almacenamiento de datos (Data Warehouse) que admiten el diseño e implementación de modelos de datos que sustenta la toma de decisiones (Carvajal Nagua & Solano Cedeño, 2021).

Se propone una arquitectura en cuatro niveles: Fuentes de datos, ETL, Almacenamiento y Visualización, ver figura 8.

El Nivel Fuentes, están los datos originales. Las fuentes internas se encuentran los datos capturados por dispositivos médicos IoT o dispositivos médicos conectados a la red de cada centro de salud público; las fuentes externas se encuentran los datos del Registro Civil para obtener datos validados de los pacientes y doctores; las Bases de Datos se encuentran los datos propios del Ministerio de Salud Pública.

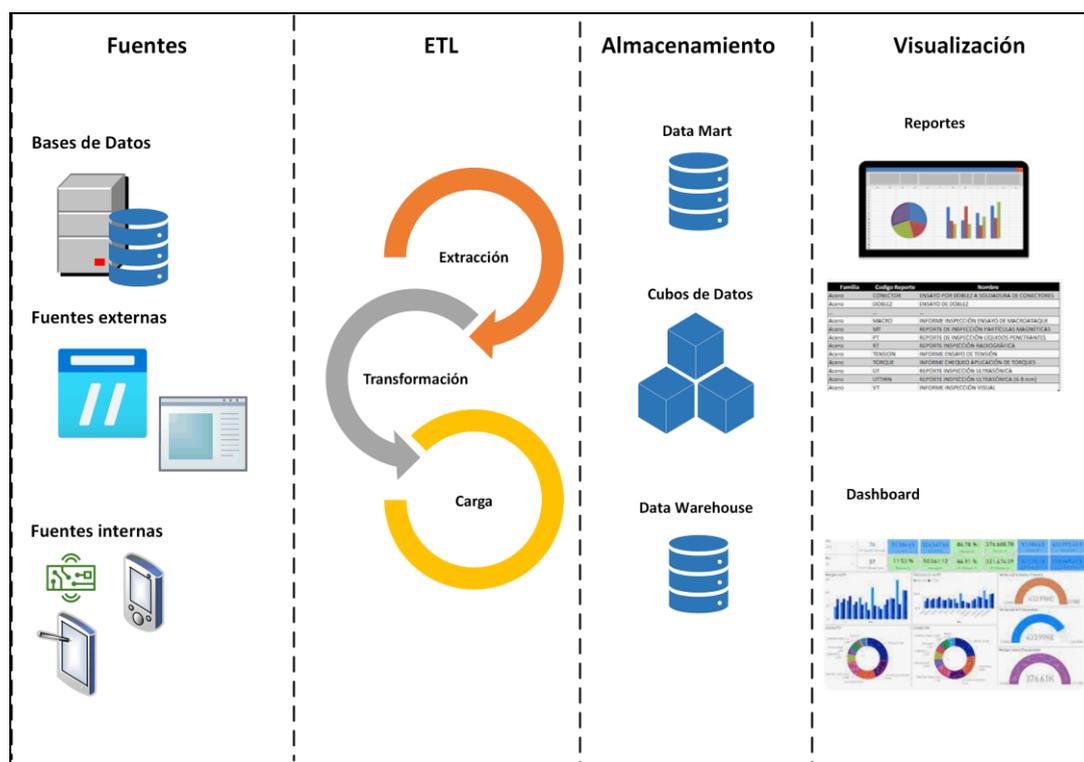


Figura 8. Arquitectura de indicadores en BI

El Nivel ETL. El primer proceso Extracción se realiza sobre los datos en formato texto que generaron los dispositivos médicos IoT, los dispositivos médicos conectados a la red; el

segundo proceso de extracción se realiza sobre los datos del Registro Civil que se obtienen por medio de una solicitud web a esta entidad; el tercer proceso de extracción se realiza sobre la propia base de datos del Ministerio de Salud Pública. El proceso de Transformación, pasa todos los datos extraídos al formato de datos para el Data Warehouse, el primer grupo extraído son datos en formato texto, el segundo grupo extraído son datos en formato JSON, el tercer grupo extraído son datos normalizados. Estos datos se pasan a datos equivalentes a cada entidad del Data Warehouse. El proceso Carga se realiza la inserción de datos nuevos o la actualización de datos ya existentes; es decir pueden existir nuevos pacientes, doctores, tiempos, ciudades, provincias, dispositivos, derivaciones, ficha médica o atenciones médicas. Puede ser necesario actualizar datos como direcciones de pacientes, teléfono de pacientes, direcciones de doctores, teléfono de doctores, nueva fecha de atenciones médicas.

El Nivel Almacenamiento, está un repositorio llamado Data Warehouse que se diseña e implementa para almacenar grandes cantidades de información. El modelo que se propone es para apoyo a la decisión en el ministerio. Los datos disponibles se guardan en un Data Mart, que se basan en los datos de pacientes y atenciones entregadas por los centros médicos públicos. Las dimensiones propuestas son: tiempos, ciudades, provincias, dispositivos, pacientes, médicos, ficha médica, derivaciones de pacientes, centros médicos, atenciones médicas. La tabla de hechos contiene los índices: tiempo, cantidad de atenciones, cantidad de vacunas, cantidad de derivaciones, cantidad de enfermedades, cantidad de especialidades, cantidad de vacunas, promedio de cirugías, promedio de estadías de pacientes, esperas de atención, mortalidad, porcentaje de ocupación de centros médicos, porcentaje de pacientes contra enfermeras, porcentaje de pacientes contra doctores, ver figura 9.

El cubo de datos permite realizar diferentes tipos de interfaces visuales o informes, y además permite el uso varios niveles de las jerarquías dentro del cubo.

El Nivel Visualización, contiene los tableros con los resultados relacionados a las atenciones médicas de los pacientes realizadas por los centros médicos del ministerio de salud. Se propone un primer tablero determinado por año/mes/día, género, edad y centros médicos. Un segundo tablero que combine la información de las atenciones médicas con las derivaciones. Un tercer tablero con las atenciones totalizadas o detalladas por especialidad, enfermedades.

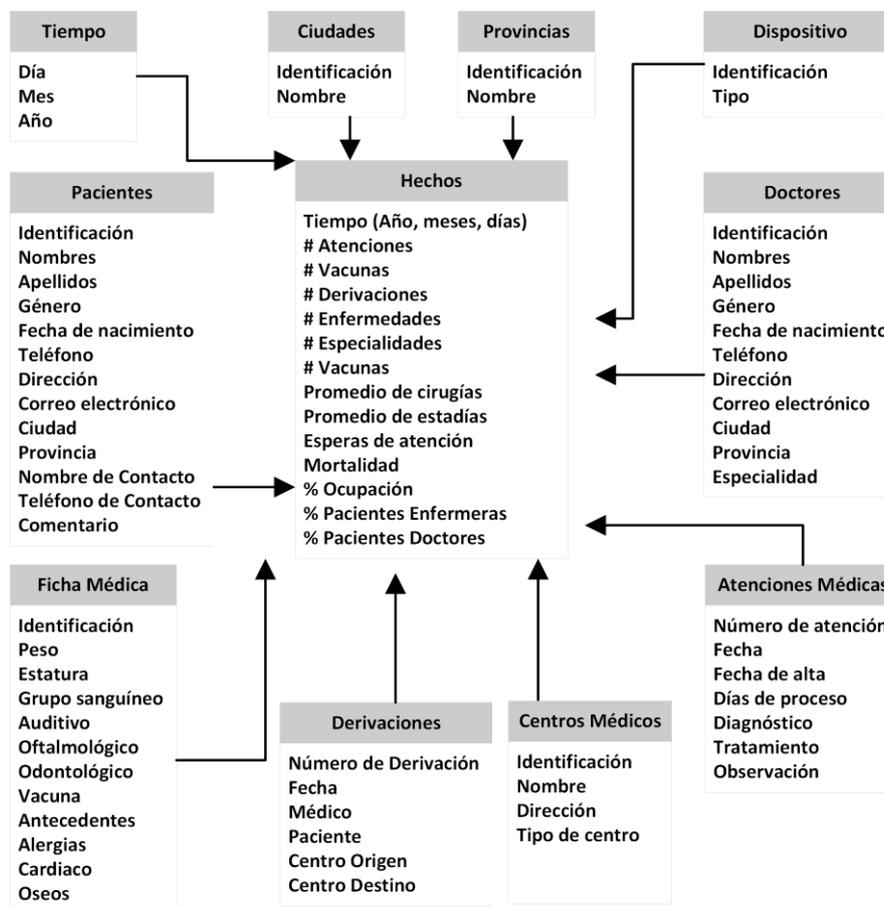


Figura 9. Modelo del data warehouse.

Evaluación del modelo propuesto y los modelos de la literatura

En esta sección, se realiza una evaluación de los modelos obtenidos de la literatura contra el modelo propuesto, la tabla 2 presenta las 27 características que puede o no cumplir los 24 artículos obtenidos en la revisión literaria. Si el artículo cumple entonces tiene un punto, y la suma del artículo esta sobre 27 puntos. El promedio puntaje de todos los artículos es 13 puntos. Si el puntaje del artículo es mayor que el promedio puntaje, entonces se considera que el artículo pasa a posible adopción. La arquitectura propuesta cumple las características: Pacientes, Doctores, Centro de Salud, Gobierno, Administrador, Identificación, Centro de salud, Doctor, Enfermedad, Data Warehouse, Entidades, Hechos, Dimensiones, Cantidad de personas atendidas, Genero, Enfermedades, Especialidad y Cantidad por Centros de salud. Es decir el modelo propuesto tiene 18 puntos y si cumple para su posible adopción.

En la tabla 2, se presentan los 24 artículos y el modelo propuesto en esta investigación, entre estos son 16 que cumplen la posible adopción, es decir 64% de los modelos tienen buenos contenidos en teoría y práctica para el diseño e implementación.

Tabla 2. Tabla comparativa

Artículos				Participantes							Datos de salud						Componentes de BI			Indicadores en BI							Puntos	Posible adopción						
Item	Año de publicación	Título del artículo	Número de citas	Pacientes	Laboratorio	Doctores	Centro de Salud	Gobierno	Administrador	Compañía de Seguros	Farmacia	Identificación	Centro de salud	Doctor	Enfermedad	Exámenes médicos	Tipo de atención	Tipos de medicinas	Data Warehouse	Entidades	Hechos	Dimensiones	Cantidad de personas atendidas	Genero	Enfermedades	Especialidad	Cantidad por Centros de salud	Atenciones por edad	Inmunizaciones	Causas de muerte	Puntos	Posible adopción		
1	2021	A Blockchain based Electronic Medical Health Records	11	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1				1															12	NO
2	2020	Analysis of the quality of life after an endoscopic thorac	14									1	1	1	1				1	1	1	1	1				1						11	NO
3	2019	Applying "big data" and business intelligence insights	14	1	1	1			1			1	1	1	1	1									1			1					13	SI
4	2022	Business Intelligence System for Human Resource M	18	1		1	1	1				1	1	1	1	1					1	1	1	1	1		1	1	1	1			18	SI
5	2021	Implementation of Data Warehouse in Making Busines	10	1		1	1			1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1				1	1	1				17	SI
6	2021	Modeling Business Intelligence Process: Toward Sma	24																1	1	1	1	1										4	NO
7	2020	Opportunities for business intelligence and big data ar	57	1	1	1	1	1		1	1	1		1	1	1							1	1	1		1		1	1			17	SI
8	2020	Understanding Business Intelligence in the Context of	12	1		1	1		1			1	1	1			1	1					1				1	1					13	SI
9	2019	A framework for leveraging business intelligence to m	19	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1				1	1	1				19	SI
10	2020	Case-mix adjusted postanaesthesia care unit length o	43	1		1					1	1	1	1	1	1					1		1	1				1	1				12	NO
11	2021	Business Intelligence for the Programs of the Secretar	7	1		1	1					1	1	1					1	1	1	1	1	1			1						13	SI
12	2020	Beneficios de una historia clínica electrónica en el ám	13	1	1	1	1					1	1	1	1	1							1	1		1	1	1	1	1			15	SI
13	2019	Procedure for development of a business intelligence	20	1	1	1					1	1		1		1										1		1					9	NO
14	2020	Conexión de registros sanitarios: base poblacional de	35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1	1			1	1	1	1			20	SI
15	2019	Application of spatial business intelligence to display	16	1	1	1	1					1				1	1		1	1	1	1	1	1	1			1					15	SI
16	2023	Dashboard supported by business intelligence for dec	34	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1						1		1	1		1					14	SI
17	2021	Proposal of an Architecture for a Decision Support Sys	19	1		1	1	1				1	1	1	1								1	1	1			1	1	1			14	SI
18	2020	Business Intelligence applied to the Health sector	17	1		1	1	1	1			1	1	1	1	1							1	1	1			1	1	1			17	SI
19	2019	Development of a Business Intelligence Prototype for E	20																1	1	1	1											4	NO
20	2019	Business Intelligence : Evaluation of occupational risk	10	1		1	1					1		1					1	1	1	1		1		1							11	NO
21	2023	Business intelligence in the healthcare industry: The u	59		1		1						1		1	1																	5	NO
22	2020	Business Intelligence applied to Emergency Medical S	12	1			1	1				1	1	1	1	1							1		1	1	1	1	1				14	SI
23	2019	Measuring the maturity of business intelligence in heal	26		1	1	1					1	1	1																			6	NO
24	2021	Assimilation of business intelligence: The effect of exte	39	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1									1	1	1						15	SI
	2024	Arquitectura para mantener la información		1		1	1	1	1			1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1						18	SI
Sumatoria				19	12	19	18	7	6	6	11	21	18	20	16	12	5	4	8	10	8	8	15	10	8	5	13	13	11	5		13		
Porcentaje				79%	50%	79%	75%	29%	25%	25%	46%	88%	75%	83%	67%	50%	21%	17%	33%	42%	33%	33%	63%	42%	33%	21%	54%	54%	46%	21%				

Fuente: Autor.

5. DISCUSIÓN

Aunque la etiqueta Business tiene un enfoque e impresión de vínculo estrecho con el área comercial o de negocios de una empresa, las aplicaciones informáticas BI son de uso general y muy útiles para actividades de recolección, almacenamiento y análisis de datos para obtener información que afiance la toma de decisiones.

La mayoría de las herramientas de BI realizan el análisis de datos para optimizar la comunicación entre los participantes como el ministerio de salud, centros de salud, doctores, y pacientes. Aunque existe la libre disponibilidad de herramientas BI, las empresas del estado tienen ciertas dificultades en utilizar de forma óptima, efectiva y eficiente. Es de conocimiento público, que en la pandemia COVID-19 del año 2020, existieron muchas iniciativas de análisis de datos a través de BI, que ayudaron a las empresas a expresar en mejor forma las perturbaciones causadas por la pandemia. Argumentamos que esta propuesta puede ser útil como base en el diseño o guía para asesores en la implementación de BI.

Esta investigación tiene algunas limitaciones que se señalan. La arquitectura teórica utiliza datos recolectados del sector de salud; pueden existir variaciones de datos entre centros de salud porque hay varios niveles de centros de salud. Además, se recomienda que las investigaciones futuras verifiquen los resultados si adicionan centros de salud privados. Esta investigación se basa en datos del centro de salud público.

Es evidente que los centros de atención médica públicos y privados son ricos en datos e información, y no todos tienen herramientas suficientes para explotar los datos ni implementar mejor análisis de la información. Es importante que los centros médicos inicien en la implementación de tecnologías como Business Intelligence y Data Warehouse para optimizar el acceso y análisis, esto facilita la toma de decisiones y generar nuevas estrategias en la solución de problemas específicos con la ayuda de paneles de control, indicadores e informes.

La importancia en proyectos de este tipo ayuda en el acceso a más fuentes de datos e información histórica, y mostrar la utilidad de tecnología BI en el sector de salud. Además, existe la oportunidad de desarrollar métodos propios y adoptar buenas prácticas de la industria de la salud. También, se puede enriquecer el alcance actual del Data Warehouse de salud con otras técnicas de minería de datos para conseguir más datos para su interpretación y análisis.

6. CONCLUSIÓN

Se alcanzó el objetivo general de realizar y presentar el diseño de una arquitectura para almacenar información y presentación de indicadores del Ministerio de Salud Pública, se utilizó la revisión de la literatura para conocer sobre BI en el área de salud, se adoptaron componentes basados en artículos científicos.

La revisión de la literatura generó el hallazgo de 24 artículos científicos, además se utilizó el método PRISMA para el filtrado y selección. Entre los 24 documentos: los pacientes y doctores son los primeros en generar los datos de salud, la identificación de los pacientes es el primer dato que mantienen los registros de salud, luego los datos del médico; una tercera parte de los artículos presenta los componentes de BI utilizados como Data Warehouse, Entidades, Hechos y Dimensiones. El mayor indicador en las referencias es la Cantidad de Personas Atendidas y Cantidad de Centros de Salud. Se concluye que la clasificación de indicadores en los artículos se inclina al control de atenciones al público.

Se propuso el diseño de una arquitectura en cuatro niveles: Fuentes de datos, ETL, Almacenamiento y Visualización. Cada nivel está de acuerdo a necesidades de datos que son básicos para la infraestructura de un BI.

Se presentaron los 24 artículos y el modelo propuesto en esta investigación, entre estos son 16 que cumplen la posible adopción, es decir 64% de los modelos tienen buenos contenidos en teoría y práctica para el diseño e implementación en BI.

REFERENCIAS

- Aaron, C., Galindo, C., Lorena, E., & Monge, P. (2019). Business Intelligence: Evaluation of occupational risks using a dashboard focused on decision making. *2019 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1–4. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399345>
- Basile, L. J., Carbonara, N., Pellegrino, R., & Panniello, U. (2023). Business intelligence in the healthcare industry: The utilization of a data-driven approach to support clinical decision making. *Technovation*, 120(February 2022), 102482. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102482>
- Burgos Cárdenas, M. J. (2023). *Modelo computacional de datos para gestión de captaciones bancarias del sector ecuatoriano basado en Big Data*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24169>
- Carvajal Nagua, K. A., & Solano Cedeño, C. S. (2021). *Desarrollo de una Aplicación Web para el Control de citas y manejo de historial médico en la Unidad Médica Family care de la ciudad de Guayaquil*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20905>
- Chaubey, A., & Sahoo, C. K. (2021). Assimilation of business intelligence: The effect of external pressures and top leaders commitment during pandemic crisis. *International Journal of Information Management*, 59(November 2020), 102344. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102344>
- Cruz, J., Ortiz, P., & Romagnano, M. (2021). *Proposal of an Architecture for a Decision Support System in the Health Area*.
- El-Gayar, O., & Timsina, P. (2020). Opportunities for business intelligence and big data analytics in evidence based medicine. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 749–757. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.100>
- Fraihat, S., Innab, H., Makhadmeh, S. N., & Al-Betar, M. A. (2022). Business Intelligence System for Human Resource Management System. *2022 International Conference on Emerging Trends in Computing and Engineering Applications, ETCEA 2022 - Proceedings*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ETCEA57049.2022.10009861>
- Garita, C., Tecnológico, I., Rica, D. C., Rica, C., Tecnológico, I., Rica, D. C., & Rica, C. (2019). Development of a Business Intelligence Prototype for Bridge Health Monitoring. *2019 International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISCOS)*, 337–342. <https://doi.org/10.1109/INCISCOS.2018.00055>
- Gastaldi, L., Pietrosi, A., Lessanibahri, S., Paparella, M., Scaccianoce, A., Provenzale, G., Corso, M., & Gridelli, B. (2019). Measuring the maturity of business intelligence in healthcare. *Technological Forecasting & Social Change*, 128(August 2017), 84–103. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.10.023>
- Gonçalves, D., Santos, M. Y., & Cruz, J. (2020). Analysis of the quality of life after an endoscopic thoracic sympathectomy: A business intelligence approach. *2nd International Conference on Advances in Databases, Knowledge, and Data Applications, DBKDA*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/DBKDA.2010.12>
- Guzmán García, A. A., & López Idrovo, J. M. (2023). *Modelo computacional para el seguimiento de la producción en una industria ecuatoriana basado en Big Data y Business Intelligence*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25913>
- Hurtado, J., & Castellanos, G. (2019). Application of spatial business intelligence to display diseases in paipa's patients. *Epic*, 9(1), 37–50.
- Immunology, M. (2019). *Procedure for development of a business intelligence system in the clinical trials management at the Center of Molecular*. 22(4), 349–361.
- Koumpounis, S., & Perry, M. (2023). Blockchain-based electronic health record system with patient-centred data access control. *Proceedings - 2023 IEEE/ACM 6th International Workshop on Emerging Trends in Software Engineering for Blockchain, WETSEB 2023*, 17–24. <https://doi.org/10.1109/WETSEB59161.2023.00008>
- Lewis, J., Liaw, S. T., & Ray, P. (2019). Applying “big data” and business intelligence insights to improving clinical care for cancer. *International Symposium on Technology and Society, Proceedings, 2016-March*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ISTAS.2015.7439399>
- Libre, D. (2023). *Dashboard supported by business intelligence for decision making in the health sector*.

- december, 1–12.
- Lin, C. P., Wu, Z. Y., & Liu, C. H. (2023). Privacy Protection Scheme for Personal Health Record System Using Blockchain Based on Homomorphic Encryption. *Proceedings of the 6th IEEE Eurasian Conference on Educational Innovation 2023: Educational Innovations and Emerging Technologies, ECEI 2023, 1*, 212–215. <https://doi.org/10.1109/ECEI57668.2023.10105420>
- Melendrez-Caicedo, G., & Llerena-Izquierdo, J. (2022). Secure Data Model for the Healthcare Industry in Ecuador Using Blockchain Technology. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 252, 479–489. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4126-8_43
- Mirabelli, G., & Solina, V. (2020). Blockchain and agricultural supply chains traceability: research trends and future challenges. *Procedia Manufacturing*, 42, 414–421. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.054>
- Montenegro, S. (2020). *Beneficios de una historia clínica electrónica en el ámbito de la salud ocupacional*. 134–146.
- MSP. (2023). *Ministerio de Salud Pública del Ecuador*.
- Muñoyerro-Muñiz, D., Goicoechea-Salazar, J. A., García-León, F. J., Laguna-Téllez, A., Larrocha-Mata, D., & Cardero-Rivas, M. (2020). Conexión de registros sanitarios: base poblacional de salud de Andalucía. *Gaceta Sanitaria*, 34(2), 105–113. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2019.03.003>
- Najdawi, A., & Karan Patkuri, S. (2021). Modeling Business Intelligence Process: Toward Smart Data-Driven Strategies. *Proceedings of 2nd IEEE International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy, ICCIKE 2021*, 198–202. <https://doi.org/10.1109/ICCIKE51210.2021.9410804>
- Nasreen, M., & Singh, S. K. (2022). Implementation of Blockchain based Electronic Health Record System using Java Eclipse and MongoDB. *2022 IEEE International Conference on Blockchain and Distributed Systems Security, ICBDS 2022*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICBDS53701.2022.9935933>
- Pahlad, R., & Gatsheni, B. (2019). A framework for leveraging business intelligence to manage transactional data flows between private healthcare providers and medical aid administrators. *Proceedings - 6th Annual Conference on Computational Science and Computational Intelligence, CSCI 2019*, 977–982. <https://doi.org/10.1109/CSCI49370.2019.00185>
- Palacios-tapia, J. A., & Ochoa-crespo, J. D. (2020). *Business Intelligence applied to the Health sector*. V(3), 622–650.
- Pérez González, R. F. (2021). *Softwares de penetración utilizados por los piratas informáticos: Una revisión sistemática (2015-2020)*.
- Ramadhani, P. P., Hadi, S., & Rosadi, R. (2021). Implementation of Data Warehouse in Making Business Intelligence Dashboard Development Using PostgreSQL Database and Kimball Lifecycle Method. *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Big Data Analytics, ICAIBDA 2021*, 88–92. <https://doi.org/10.1109/ICAIBDA53487.2021.9689697>
- Rojo, J., Garcia-Alonso, J., Hernandez, J., Murillo, J. M., & Helal, S. (2023). Personal Health Trajectory Traceability using Blockchain Technology. *2023 IEEE International Conference on Digital Health (ICDH)*, 322–324. <https://doi.org/10.1109/icdh60066.2023.00054>
- Schulz, E. B., Phillips, F., & Waterbright, S. (2020). Case-mix adjusted postanaesthesia care unit length of stay and business intelligence dashboards for feedback to anaesthetists. *British Journal of Anaesthesia*, 125(6), 1079–1087. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.06.068>
- Sechi, G. M., Migliori, M., Dassi, G., Pagliosa, A., Oradini-alacreu, A., Odone, A., Signorelli, C., & Zoli, A. (2020). *Business Intelligence applied to Emergency Medical Services in the Lombardy region during SARS-CoV-2 epidemic*. 91, 39–44. <https://doi.org/10.23750/abm.v9i1i2.9557>
- Shaikh, R. (2022). Blockchain Based Cloud Storage of Patients Health Records. *2022 IEEE Delhi Section Conference, DELCON 2022*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/DELCON54057.2022.9753574>
- Swetha, K., Ishaq Shareef, C., Sreenivasulu, G., Baseer, K. K., & Jahir Pasha, M. (2023). Study on Implementation of Electronic Health Records using Blockchain Technology. *2023 4th International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems, ICESC 2023 - Proceedings*, 607–611. <https://doi.org/10.1109/ICESC57686.2023.10192992>
- Tumpa, Z. N., Saifuzzaman, M., Rabby, S. K. F., Crearie, L., & Stansfield, M. (2020). Understanding Business Intelligence in the Context of Mental Healthcare Sector of Bangladesh for Improving Health Services. *IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference, R10-HTC, 2020-Decem*.

- <https://doi.org/10.1109/R10-HTC49770.2020.9357023>
- Vardhini, Dass, S. N., Sahana, & Chinnaiyan, R. (2021). A Blockchain based Electronic Medical Health Records Framework using Smart Contracts. *2021 International Conference on Computer Communication and Informatics, ICCCI 2021*, 2021–2024. <https://doi.org/10.1109/ICCCI50826.2021.9402689>
- Varona-Taborda, M.-A., Mosquera-Ramírez, J.-C., Medina-Moreno, C.-A., Lemus-Muñoz, D.-F., Muñoz-Hernandez, C.-J., & Arias-Iragorri, C.-G. (2021). Business Intelligence for the Programs of the Secretaries of Health, Education and Planning in a Territorial Entity. *Revista Facultad de Ingeniería*, 30(58), e13826. <https://doi.org/10.19053/01211129.v30.n58.2021.13826>
- Wang, R., Tu, J., & Chu, C. (2023). Research on the Application of Cross-Regional Sharing of Blockchain-Based Electronic Health Records. *2023 IEEE International Conference on Integrated Circuits and Communication Systems, ICICACS 2023*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICICACS57338.2023.10100218>
- Zerega-Prado, J., & Llerena-Izquierdo, J. (2022). Arquitectura de consolidación de la información para seguros de la salud mediante Big Data. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 0(23 SE-Artículos). <https://doi.org/10.36561/ING.23.3>