JETYPEKA
Revista Científica Multidisciplinaria
ISSN: 2617-7374, enero-junio 2025.
Vol. 5 Nro.1. Pág: 75-98.

ARTÍCULO ORIGINAL

INNOVACIONES EN EL MANEJO DE IMÁGENES EN POSTGRESQL: REVISIÓN DE TÉCNICAS PARA ALMACENAMIENTO Y RECUPERACIÓN

Isamar del Socorro Bonilla Martínez[1]

Recibido: 21/10/2024

Aprobado: 21/03/2025

1 Centro Universitario Regional de Chontales "Cornelio Silva Argüello". Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua. MSc. En Seguridad Informática. Académica investigadora del Departamento de Ciencias Tecnológicas y Salud. Actualmente estudiante de Doctorado en Informática, Nicaragua- Manuagua, https://orcid.org/0009-0002-0970-4605, isamar.bonilla@unan.edu.ni, , ingsistunan@gmail.com.

Innovaciones en el manejo de imágenes en PostgreSQL: revisión de técnicas para almacenamiento y recuperación

Resumen

Introducción: el tratamiento de datos no estructurado como las imágenes en las bases de datos es de vital importancia, debido a que estas contienen información valiosa que es muy complicado de representar como texto, especialmente en el campo de la telemedicina y sus aplicaciones o para los sistemas de información geográfica (SIG). En el presente documento consiste en analizar la importancia, necesidad y pertinencia del almacenamiento, tratamiento y recuperación de la información de las imágenes almacenadas en el sistema gestor de bases de datos objeto-relacional PostgreSQL en proyectos de telesalud y su extensión PostGIS en Sistemas de Información Geográfica que gestionan datos raster (datos espaciales o geográficos). Además, se explica el formato utilizado para el almacenamiento de las imágenes médicas digitales y el formato para datos geoespaciales o georreferenciados, inserción y recuperación, operaciones y procesamiento. Metodología: este artículo de revisión bibliográfica es de tipo descriptivo de la literatura seleccionada y organizado bajo la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) como fundamento del presente escrito. Se propone como base para investigaciones de futuros lectores. Resultados: Se resalta la importancia y la necesidad del almacenamiento, tratamiento y recuperación de imágenes en bases de datos, especialmente en el contexto de la telemedicina. Aplicaciones como teleconsulta, telediagnóstico y telemonitoreo subrayan la relevancia de estas prácticas donde el manejo eficiente de imágenes es crucial. Conclusión: PostgreSQL proporciona un marco eficiente y optimiza los procesos que requieren un manejo adecuado para el almacenamiento, tratamiento y recuperación de imágenes, especialmente en el ámbito de la telemedicina y las aplicaciones geoespaciales. Se destaca la capacidad de PostgreSQL para manejar imágenes como objetos binarios grandes (BLOBs) mediante diferentes tipos de datos, así como su compatibilidad con estándares como DICOM y la extensión PostGIS, lo que permite la gestión efectiva de datos raster y geoespaciales.

Palabras clave: PostgreSQL, PostGIS, DICOM, almacenamiento, imágenes médicas.

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

Mba'epyahu ta'angakuéra POSTGRESQL jepurúpe guarâ: Aporekoita jehechajey ñeñongatu ha jeguerujeyrâ

Ñemombyky

Ñepyrûmby: Mba'eguasueterei mba'ekuaapyre retepy'ÿvare ñemba'apo, ha'eháicha ta'angakuéra mba'ekuaapyre ñemboguapy, ko'âva oñongatúgui marandu momba'epy, iñapañuâiva ojehechauka haguâ moñe'êrâicha, tekotevêvehápe pohanokuaambyrypýpe ha ijepururekoita térâ tapereko marandu yvyaperegua. Ko terakuatianingo ohesa'ÿijo pe ñemomba'eguasu, tekotevê ha jerekoha orekóva ñeñongatu, ñemba'apo ha jeguerujey ojejapóva umi momaranduetágui ta'angaguigua oñeñongatúva pe jeporavorape marangatu ñongaturâme, mba'e – moñondivepy PostgreSQL, umi tembiaporâ'aty pohanokuaambyrypýpe ha ijepyso PostGIS, Tapereko Marandu Yvyapereguápe, ombohapéva mba'ekuaapyre RASTRER (mba'ekuaapyre arapy térâ yvyaperegua). Avei oñemyesakâ pe ta'angaysaja ojepuruva'ekue ta'angaita pohanoguigua iñemokuâpÿiva ñongaturâ ha ta'angaysaja kuaapyre yvyarapy'aperegua térâ yvyapeguigua ñemboguapyrâ; iñemoinge ha jeguerujey, mba'eapopyre ha ipapasa'ÿijo. Taperekokuaaty: ko mba'eapopy aranduka jehaihecharâ ha'e techapyrehai rekóva, umi jehaipyre poravopyrégui ha oñemohenda haguéicha pe taperekokuaaty PRISMA-pe, ko tembiapo rapyta ramo. Oñekuâve'ê peteî pyendárô magmáva omoñe'êsévape ambue mba'ejeporekarâ. Tembiapokue: Ojehechauka tuichamba'e ha tekotevêha umi ta'angaita oîva umi kuaapyre mboguapyhápe. Tembiapokue: Ojehechauka tuichamba'e ha tekotevêha umi ta'angaita oîva oñeñongatu porâ umi kuaapyre mboguapyhápe, ha pe ñeñongatu, ñemba'apo ha jeguerujey tekotevêve ojejapo pohanombyry apytépe. Ñemba'apombyryrânguéra ha'eháicha hasyvaporandumbyry, mba'asyñehesâi'ÿijombyry ha techamantembyry, tekotevê ko'âva rupive oñemomba'e ko'â tembiapo, ojehechahápe ta'angakuéra ojepuruha hekoitépe ha tekotevêháicha. Mohu'âpy: POSTGRESQL ome'ê peteî pa'ûkuaarâ apoporâmbÿva ha oipytyvôva tembiapoguataita oikotevêva ojejapo hekoitépe, ta'angakuéra ñeñongatu, ñemba'apo ha jeguerujeýpe; ha tekotevêve pohanombyryrâ ha avei ñemba'apombyryrânguéra yvyarapy'apereguápe Oñemotenonde POSTGRESQL katupyry ta'angakuéra purureko porârâ, ha'eháicha umi mba'ekuéra ikôi ha tuicháva, opaichagua kuaapyre reko rupive opaichagua kuaapyre reko rupive péicha avei ijegueraha porâreko umi aporeko oîva ndive, ha'eháicha DICOM ha POSTGIS jepyso. Péicha rupi ikatu oñemohembiaporape hekoitépe umi kuaapyre RASTER ha yvyarapy'apereguakuéra.

Ñe'ênguéra karaku: PostgreSQL, PostGIS, DICOM, ñeñongatu, ta'angaita pohanoguigua

Innovations in Image Handling in PostgreSQL: A Review of Storage and Retrieval Techniques

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

Abstract

Introduction: The treatment of unstructured data such as images in databases is of vital importance, as they contain valuable information that is very difficult to represent as text, especially in the field of telemedicine and its applications or for geographic information systems (GIS). This document analyzes the importance, necessity, and relevance of the storage, treatment, and retrieval of information from images stored in the object-relational database management system PostgreSQL in telehealth projects and its PostGIS extension in geographic information systems that manage raster data (spatial or geographic data). Additionally, it explains the format used for storing digital medical images and the format for geospatial or georeferenced data, as well as insertion and retrieval, operations, and processing. Methodology: This bibliographic review article is descriptive of the selected literature and organized under the PRISMA methodology (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) as the foundation of this paper. It serves as a basis for future readers' research. Results: The importance and necessity of storing, treating, and retrieving images in databases are highlighted, especially in the context of telemedicine. Applications such as teleconsultation, telediagnosis, and telemonitoring underscore the relevance of these practices, where efficient image management is crucial. Conclusion: PostgreSQL provides an efficient framework and optimizes processes that require proper management for the storage, treatment, and retrieval of images, especially in the field of telemedicine and geospatial applications. The capability of PostgreSQL to handle images as large binary objects (BLOBs) using different data types is emphasized, as well as its compatibility with standards such as DICOM and the PostGIS extension, which allows for effective management of raster and geospatial data.

Keywords: innovation, marketing, products, processes, SMEs.

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

Introducción

El presente artículo de revisión bibliográfica tiene como objetivo principal investigar cómo es el almacenamiento, tratamiento y recuperación de la información de las imágenes guardadas en el sistema gestor de bases de datos objeto-relacional PostgreSQL, cuál es el formato aplicado para la inserción de este dato en las bases de datos, operaciones de consultas y formas de recuperar el contenido de las imágenes.

Los artículos científicos consultados para el análisis, síntesis y conclusión de esta investigación avalan la utilización del modelo objeto-relacional para la gestión de datos complejos, en este caso las imágenes, utilizado en el sistema gestor de bases de datos objeto-relacional PostgreSQL y PostGIS que es una extensión que da soporte para almacenar, indexar y consultar datos geográficos (PostGIS PSC y OSGeo, 2023).

PostgreSQL es un sistema potente de base de datos objeto-relacional de código abierto que tiene un rico conjunto de datos nativos disponible y otros tipos que pueden ser definidos por el usuario (The PostgreSQL Global Development Group, 2023), la necesidad de los sistemas de información o aplicaciones de gestionar la naturaleza diferente de los datos requiere el diseño de soluciones a la medida para cada tipo de problema es por ello menester la utilización de este tipo de bases de datos.

En su estudio, Romero (2014), demuestra que es preciso el almacenamiento de imágenes médicas en el campo de telemedicina y tele-monitoreo, así como también, Soto (2022), afirma que es necesario almacenar imágenes para el caso de datos biométricos en particular imágenes del iris humano, repositorio de imágenes médicas para retinografía en unidades oftalmológicas, etc.; de la misma manera en sistemas de información geográfica o bases de datos espaciales es ineludible guardar imágenes geográficas o en formato raster que aprovechan las propiedades definidas en la extensión PostGIS, según Murillo (2020). Por las razones explicadas anteriormente los SGBDOR son de mucha importancia en el diseño de bases de datos que soportan el tratamiento de imágenes para generar información precisa y relevante para la toma de decisiones del usuario final.

Guirao-Goris et al. (2008), afirman que los artículos de revisión bibliográfica recopilan información relevante sobre un tema específico, este artículo corresponde a ese tipo y está estructurado de la forma siguiente: la sección II contiene los materiales y métodos, donde se describe la metodología que permitió determinar el tipo de estudio y estrategias utilizadas para la búsqueda y selección de la información, así como los criterios de inclusión y exclusión de

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

los artículos revisados. En la sección III se muestran los resultados de la discusión del análisis realizado a los artículos incluidos en la síntesis. En la sección IV se presentan las conclusiones de la investigación ejecutada y por último las referencias bibliográficas que dan soporte al estudio.

Materiales y métodos

Tipo de estudio

Se realizó una revisión sistemática de la literatura seleccionada, escogiendo la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items For Systematic reviews and Meta-Analyses) como fundamento.

Manterola et al. (2011), mencionan que una revisión sistemática (RS) de un artículo de «síntesis de la evidencia disponible», consiste en la realización de una exploración de los aspectos cuantitativos y cualitativos de estudios primarios, con el objetivo de resumir la información existente respecto de un tema en particular y los investigadores luego de recolectar los artículos de interés; los analizan, y comparan la evidencia que aportan con la de otros similares.

Es muy importe sintetizar la información, destacando los aspectos más relevantes de cada estudio tomando en cuenta el numeroso conjunto de resultados obtenidos y que se mantiene en aumento con el paso del tiempo, esto permite tener un efecto práctico, pues se logra identificar, analizar y evaluar variados estudios correspondientes al tema de interés, pero con un objetivo común, aplicando criterios válidos que permitan clasificar y seleccionar los trabajos para eliminar la redundancia en los resultados a examinar. Según, Travieso (2003), las publicaciones electrónicas son una revolución en el siglo XXI. Es complejo analizar las grandes cantidades de publicaciones electrónicas resultado del proceso de evolución y desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs).

Por las razones explicadas anteriormente resulta necesario aplicar las estrategias de esta metodología que permiten responder satisfactoriamente a las interrogantes puntuales, con el propósito de obtener una síntesis racional de la investigación que se efectúa.

El grupo MINCIR, Manterola et al. (2011), indica que estas estrategias limitan los sesgos y errores aleatorios debido a que se realiza una búsqueda exhaustiva de todos los artículos más relevantes, criterios reproducibles y explícitos de selección, valoración del diseño y características de los estudios y síntesis e interpretación de los resultados y por lo

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

anteriormente expuesto, la revisión sistemática se realiza de forma objetiva, rigurosa y meticulosa desde los puntos de vista cualitativo y cuantitativo; utilizando herramientas metodológicas y matemáticas que permiten combinar los datos recolectados a partir de los estudios primarios, manteniendo el efecto individual de cada estudio incluido y finalmente sintetizar la evidencia que se genera.

Proceso de recolección de la información

En esta etapa se definieron los criterios para la búsqueda y selección de los artículos relacionados con la temática de estudio, y se utilizaron los términos en correspondencia al tema de investigación: “Imágenes BDOR”, “Imágenes en PostgtreSQL”, “Gestión imágenes SGBDOR”. Para optimizar los resultados de las consultas en la búsqueda, se agregaron los operadores booleanos [(“Imágenes BDOR”) AND (“Gestión imágenes SGBDOR”) OR (“Imágenes en PostgtreSQL”)]. Además, se usó el portal bibliográfico Dialnet que dispone de bases de datos que permite encontrar contenido científico hispano y el buscador Google Scholar para localizar documentos de carácter académico. A continuación, se detalla la búsqueda especifica realizada:

- **Google School:** “Imágenes BDOR”: Se seleccionó el tipo “artículo de revisión” y se configuró la búsqueda avanzada para aplicar los filtros correspondientes para buscar las frases exactas “Imágenes BD” y “objeto-relacional” en todo el artículo.
- **Dialnet:** (“Gestión imágenes BDOR”): Se filtraron los documentos por tipos: artículos de revista y tesis, con una relevancia de los últimos 10 años de publicación.

Tabla 1:

Resultados obtenidos en la búsqueda. Elaboración propia

Términos de búsqueda	Google Scholar	Dialnet
Imágenes BDOR Gestión imágenes SGBDOR Imágenes en PostgtreSQL	48	20

Fuente: Elaboración propia

Criterios de inclusión y exclusión

Se desarrolló el estudio obteniendo artículos originales publicados en bases de datos científicas en idioma inglés y español, en su mayoría son estudios recientes de los últimos diez

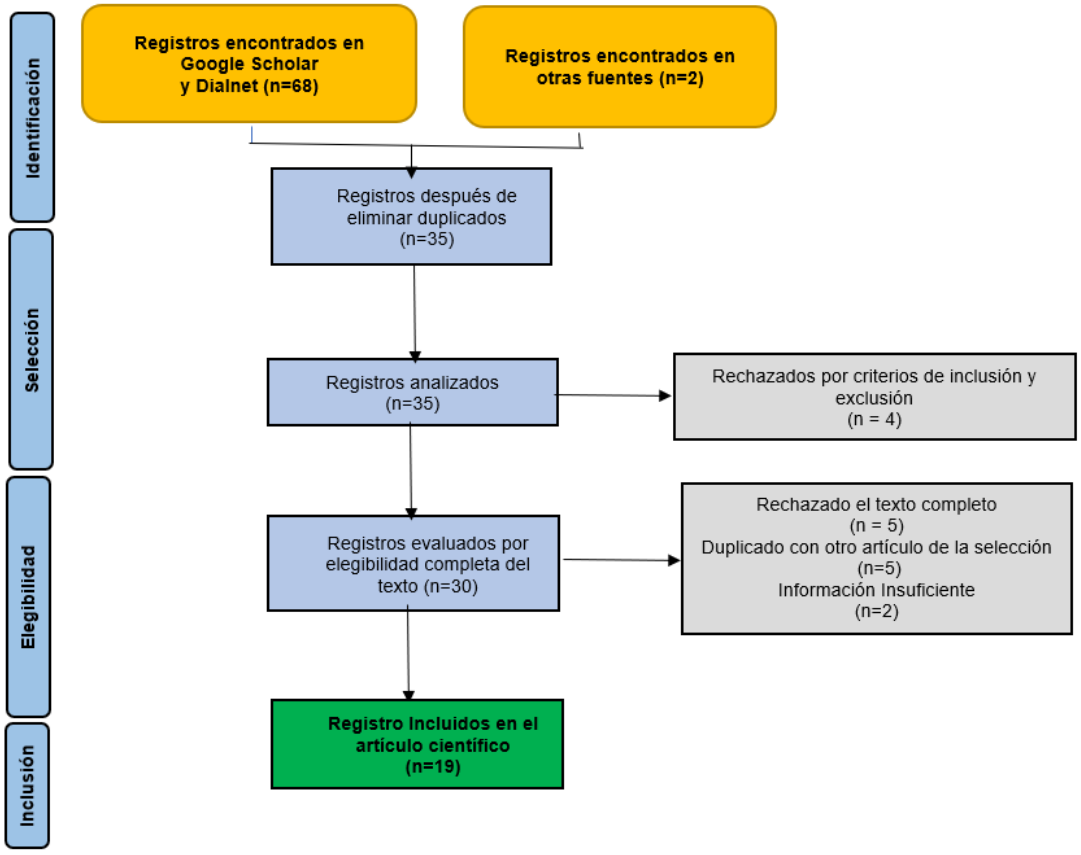
Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

años de publicación. En estas investigaciones se utilizan bases de datos en PostgreSQL para la implementación de software o aplicaciones que almacenan imágenes del dominio de biometría de iris e imágenes médicas, geográficas, espaciales, etc.

Los criterios de inclusión y exclusión fueron definidos previamente, se determinó que se excluirían aquellos artículos que abordaran la temática con otro sistema gestor de base de datos diferente a PostgreSQL o su extensión PostGIS, así mismo, que emplearan un modelo diferente al modelo objeto-relacional y otros que no tuvieran relación directa con el almacenamiento, tratamiento y recuperación de la información de las imágenes almacenadas en un SGBDOR.

Se realizó una planificación que incluye métodos y estrategias para buscar y recolectar información, analizando meticulosamente los artículos que serían seleccionados para incluir en la síntesis, que permita obtener una conclusión bien fundamentada.

Ilustración 1:
Flujograma PRISMA. Elaboración propia



Fuente: Page M, etc. (2021)

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

Resultados y discusión

Sistemas gestores de bases de datos objetos-relacionales (SGBDOR)

Los SGBDOR combinan el modelo relacional, que permite consultas de muy alto nivel y el modelo orientado a objetos, que soporta una variedad de tipos, no solamente ficheros planos, esto favorece que este modelo admita estructuras de datos más complejas que se encuentran también en los lenguajes de programación orientados a objetos, lo que facilita la modelación del comportamiento de los objetos. El modelo objeto-relacional combina las ventajas de los dos modelos, pretendiendo reducir las deficiencias, pero dando como resultado que la orientación a objetos amplía la complejidad de los datos de modo que el acceso a las bases de datos se puede hacer a través de lenguajes de más alto nivel orientados a objetos.

Las bases de datos objetos-relacionales son una extensión del modelo relacional, y contribuyen a que los sistemas gestores de bases de datos (SGBD) organicen datos más complejos (texto, imágenes, audio, video, datos raster, etc.), lo que da soporte a los nuevos sistemas de información y aplicaciones que requieren almacenar esos tipos de datos para la salida de información al usuario final. Este tipo de bases de datos utilizan el estándar SQL:2003 que soporta los conceptos orientados a objetos. Además, el usuario tiene la posibilidad de definir nuevos tipos de datos llamados (UDTs) que son tipos de datos especializados con propiedades más específicas que los tipos de datos base elementales y funciones definidas por el usuario (UDFs) para esos tipos de datos, tipos de referencia, sus valores referencian (apuntan) a una fila de una tabla tipeada y soporte de objetos de gran tamaño (PostgreSQL, 2023).

Entre las ventajas de los SGBDOR se puede destacar:

- Reutilización y compartición, ya que surge la capacidad de ampliar los servicios del SGBD para implementar funcionalidad estándar de manera central, en lugar de codificar dicha funcionalidad en cada aplicación. Esto es muy utilizado en los sistemas geográficos, que necesitan una serie de funciones asociadas que calculen la distancia entre objetos, operaciones de inclusión o solapamientos. De esta forma no se tiene que definir la funcionalidad en cada aplicación sino sólo en el servidor, aumentado la productividad tanto del desarrollador como del usuario final (Gómez, 2007).

- La adaptación de las aplicaciones relacionales a las objeto-relacionales, ya que los SGBDOR pueden introducirse de forma gradual SQL:2003 es compatible con SQL:92,

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

por lo que la transformación de un sistema ya existente se puede realizar por pasos (Gómez, 2007).

- Los SGBDOR tienen la capacidad de almacenar instancias de clases y atributos clásicos relacionales, eso ofrece la posibilidad de escoger en función de las necesidades de la aplicación, cuál es la implementación más adecuada. En los SGBDOR toda la información es almacenada como objetos, por lo que se gana capacidad expresiva, pero con deficiencias en la optimización de la evaluación de consultas. Por otro lado, en los SGBDR todos los datos univaluados, sus dominios son atómicos, con una estructura fija y única, pero encontrar las relaciones entre los datos es más fácil y eficiente por su simplicidad (Gómez, 2007).

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional (SGBDOR)

Es ahora la base de datos de código abierto más avanzada, compatible con una gran parte del estándar SQL y ofrece muchas características modernas (consultas complejas, claves externas, desencadenantes, vistas actualizables, integridad transaccional y control de simultaneidad multi-versión).Además, puede ser extendido por el usuario de muchas maneras, por ejemplo, agregando nuevos tipos de datos, funciones, operadores, funciones agregadas, index métodos y lenguajes de procedimiento (The PostgreSQL Global Development Group, 2023).

PostgreSQL se ha utilizado para implementar muchas aplicaciones diferentes de investigación y producción. Estos incluyen: sistema de análisis de datos financieros, paquete de monitoreo del rendimiento del motor a reacción, base de datos de seguimiento de asteroides, base de datos de información médica y varios sistemas de información geográfica. PostgreSQL a finales de 1992 se convirtió en el principal gestor de datos para el proyecto de computación científica Sequoia 2000 (The PostgreSQL Global Development Group, 2023).

Tipos de datos en PostgreSQL para el almacenamiento de imágenes

En la documentación de PostgreSQL (2023), para la versión actualizada, se encuentra un rico conjunto de tipos de datos nativos disponibles, adicionalmente los usuarios pueden agregar nuevos tipos usando el comando DEFINE TYPE. Existen dos tipos de datos binarios para almacenar imágenes en las bases de datos dependiendo de la naturaleza y el tamaño de las imágenes se debe seleccionar entre cada uno de ellos, el tipo “lo” (Large Object) es utilizado

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

para objetos grandes que permiten el almacenamiento de grandes cantidades de datos binarios (varios Terabytes) que trabaja con las funciones (“lo_import y lo_export”) y el tipo de dato “Bytea” que es utilizado para almacenar imágenes de tamaño moderado (1GB de datos) que permite el almacenamiento de cadenas binarias en dos tipos de formato hexadecimal y escape, a continuación, se explica cada uno de ellos:

Tabla 2:

Tipos de datos binarios

Nombre	Tamaño de almacenamiento	Descripción
bytea	1 o 4 bytes más la cadena binaria real	Cadena binaria de longitud variable

Fuente: (PostgreSQL, 2023)

Una cadena binaria es una secuencia de octetos (o bytes). Las cadenas binarias se distinguen de las cadenas de caracteres de dos maneras, en primer lugar, las cadenas binarias permiten específicamente almacenar octetos de valor cero y otros octetos " no imprimibles " (normalmente, octetos fuera del rango decimal de 32 a 126) y las cadenas de caracteres no permiten cero octetos y tampoco permiten ningún otro valor de octeto y secuencias de valores de octeto que no sean válidos según la codificación del juego de caracteres seleccionado de la base de datos. En segundo lugar, las operaciones en cadenas binarias procesan los bytes reales, mientras que el procesamiento de cadenas de caracteres depende de la configuración regional y, en resumen, las cadenas binarias son apropiadas para almacenar datos que el programador considera " bytes sin procesar”; mientras que las cadenas de caracteres son apropiadas para almacenar texto (PostgreSQL, 2023).

El byteatipo admite dos formatos de entrada y salida: formato “hexadecimal” y el formato histórico de “escape” de PostgreSQL, ambos siempre se aceptan en la entrada; el formato de salida depende del parámetro de configuración bytea_output ; el valor predeterminado es hexadecimal que está desde la versión 9.0 de (PostgreSQL, 2023).

El estándar SQL define un tipo de cadena binaria diferente, llamado BLOBs BINARY LARGE OBJECT. El formato de entrada es diferente bytea, pero las funciones y operadores proporcionados son prácticamente los mismos (PostgreSQL, 2023).

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

ByteaFormato Hexadecimal

El formato " hexadecimal " codifica datos binarios como 2 dígitos hexadecimales por byte, el cuarteto más significativo primero. La cadena completa está precedida por la secuencia \x (para distinguirla del formato de escape). En algunos contextos, es posible que sea necesario duplicar la barra invertida inicial. Para la entrada, los dígitos hexadecimales pueden estar en mayúsculas o minúsculas, y se permiten espacios en blanco entre pares de dígitos (pero no dentro de un par de dígitos ni en la \xsecuencia inicial). El formato hexadecimal es compatible con una amplia gama de aplicaciones y protocolos externos, tiende a ser más rápido de convertir que el formato de escape, por lo que se prefiere su uso (PostgreSQL, 2023).

Ilustración 2:
Ejemplo Bytea Formato Hexadecimal

```
SET bytea_output= 'hex';
SELECT '\xDEADBEEF' ::bytea;
   Bytea
\xdeadbeef
```

Fuente: *(PostgreSQL, 2023)*

ByteaFormato de escape

El formato " escape " es el formato tradicional de PostgreSQL para el byteatipo, adopta el enfoque de representar una cadena binaria como una secuencia de caracteres ASCII, mientras convierte aquellos bytes que no se pueden representar como un carácter ASCII en secuencias de escape especiales; si, desde el punto de vista de la aplicación, tiene sentido representar bytes como caracteres, entonces esta representación puede resultar conveniente. Pero en la práctica suele ser confuso porque confunde la distinción entre cadenas binarias y cadenas de caracteres, además el mecanismo de escape particular que se eligió es algo difícil de manejar. Por lo tanto, probablemente debería evitarse este formato para la mayoría de las aplicaciones nuevas (PostgreSQL, 2023).

Al ingresar valores en formato de escape, se deben aplicar escape bytea a los octetos de ciertos valores, mientras que se pueden aplicar escape a todos los valores de octeto. En general, para escapar de un octeto, conviértalo a su valor octal de tres dígitos y precedido por una barra invertida. La barra invertida en sí (valor decimal de octeto 92) también se puede representar mediante barras invertidas dobles (PostgreSQL, 2023).

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

Tabla 3:

ByteaOctetos escapados literales

Valor del octeto decimal	Descripción	Representación de entrada escapada	Ejemplo	Representación hexagonal
0	Octeto cero	'\000'	'\000'::bytea	\x00
39	Una frase	'''' or '\047	''''::bytea	\x27
92	Barra invertida	'\\' or '\134'	'\\'::bytea	\x5c
0 a 31 y 127 a 255	Octetos "no imprimibles"	'\xxx' (valor octal)	'\001'::bytea	\x01

Fuente: *(PostgreSQL, 2023)*

También se pueden almacenar imágenes por referencia en bases de datos de PostgreSQL como rutas de archivo o URLs utilizando los tipos de datos (text o varchar) para guardar esas referencias.

Importancia de almacenar imágenes en las bases de datos

Como afirma Alegre and Fernández (2014) en su estudio, en muchas ocasiones las imágenes son un medio habitual para representar información lo que ha motivado el aumento de su uso y de forma obligada, la aparición de programas que utilizan o permiten utilizar esas imágenes.

Los sistemas gestores de bases de datos tradicionales gestionan de forma eficiente los tipos de datos estructurados o alfanuméricos, pero cuando los datos no son correspondientes a este tipo, existe deficiencia en su almacenamiento, tratamiento y recuperación, como es el caso de las imágenes. Estas pueden contener información valiosa que no se puede expresar fácilmente en forma de texto o representar con números. Por ejemplo, en el caso de la medicina las imágenes médicas representan y proporcionan información detallada sobre la salud del paciente, la anatomía y fisiología de su cuerpo humano, que no se puede presentar de otra forma. En el campo de la geografía las imágenes suministran información relevante sobre objetos geográficos localizados en un área de interés determinada en la superficie de la tierra.

Por su parte Collaguazo (2019), menciona que las imágenes médicas son uno de los instrumentos de diagnóstico más importantes en las entidades de salud, el desarrollo tecnológico ha permitido que se pueda implementar imágenes médicas digitales que pueden ser almacenadas, transmitidas y gestionadas a través de los Picture Archiving and Communication System (PACS).

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

Para ubicar en contexto la importancia de las imágenes médicas, Collaguazo (2019), asevera que se han convertido en la herramienta más usada y esencial dentro del ámbito clínico, actualmente se puede detectar diferentes patologías de esta manera y realizar diagnósticos, toma de decisiones y terapia recomendada, una imagen digital es una representación bidimensional a partir de una matriz numérica.

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) el estándar internacional para el almacenamiento y transmisión de imágenes médicas digitales

Es un estándar que define un conjunto de normas y protocolos en el campo de la telemedicina para la comunicación, almacenamiento, transmisión y manejo de información médica y de imágenes médicas digitales, por ejemplo: imágenes de huellas dactilares, faciales y otra información biométrica, este estándar tiene el propósito de asegurar la interoperabilidad entre los sistemas y dispositivos médicos, para el almacenamiento de las imágenes PACS (Picture Archiving and Communication System) en las bases de datos se debe usar este formato de archivos (generalmente con extensión .dcm) que precisa la estructura en cuanto a organización de las imágenes y manejo de sus metadatos asociados o detallados que consiste en la información adicional. (ANSI/NIST-ITL, 2015).

Un archivo DICOM con extensión.dcm contine la imagen médica, por ejemplo, una radiografía y sus metadatos asociados o relevantes que incluye información del paciente, estudio realizado, etc.

En su trabajo, Collaguazo (2019), describe los avances tecnológicos que se han dado a lo largo de los años y el impacto que han tenido en el área de la salud. Estos avances han permitido que la medicina clásica migre a la digital creciendo así el interés en los investigadores y/o compañías tecnológicas para abarcar el campo de la salud y generar implementaciones de nuevas tecnologías. Los sistemas PACS han sido acogidos por cientos de desarrolladores de aplicaciones Open Source ofreciendo así al usuario un sistema confiable y robusto que satisfaga sus necesidades como: eficiencia, rapidez y exactitud en la información médica.

Formato ST_Raster utilizado en la extensión PostGIS de PostgreSQL para la gestión de datos raster en las bases de datos

Una base de datos que manipula datos geoespaciales utiliza la extensión PostGIS de PostgreSQL, para el soporte de estos datos, que almacenan las imágenes en formato de datos binarios de imágenes raster conocido como WKB (Well-Known Binary) o WKT (Well-Known

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

Text). Esto permite que las imágenes se integren con datos geoespaciales y se manipulen dentro de la base de datos. (PostGIS PSC y OSGeo, 2023)

El formato WKB es una representación binaria de tipos de datos geoespaciales, que incluyen rasters, y WKT es la representación de texto legible de los mismos datos. WKB es más eficiente en términos de almacenamiento y procesamiento, pero WKT es más legible y fácil de entender para los humanos. (PostGIS PSC y OSGeo, 2023)

Las imágenes raster almacenadas en una base de datos que usa la extensión PostGIS utiliza las funciones y operaciones para realizar consulta, análisis y manipulación de esas imágenes. Estas operaciones pueden incluir recortar, reescalar, fusionar y realizar cálculos basados en los pixeles de las imágenes o datos raster (PostGIS PSC y OSGeo, 2023).

Por su parte Murillo (2020) y Fernández (2022) emplearon la librería GDAL (por su sigla en inglés, Geospatial Data Abstraction Library) que es una biblioteca de código abierto que se integra estrechamente con PostGIS para la lectura, escritura y manipulación de datos geoespaciales (rasterizados y vectoriales), es ampliamente utilizada en aplicaciones que trabajan con información geográfica y geoespacial (Warmerdam & et al., 2023).

Ejemplos de implementación de bases de datos en PostgreSQL para la gestión de imágenes en aplicaciones médicas y sistemas de información geográfica (SIGs)

A continuación, se presentan los proyectos de investigación analizados en esta síntesis, en los que se ha almacenado, procesado y recuperado información de las imágenes en bases datos en PostgreSQL o su extensión PostGIS para el tratamiento de datos raster.

En su trabajo Romero (2014), diseñó un modelo para telemedicina, educación virtual y administración de imágenes, este sistema permite la atención de consultas médicas especializadas bajo la modalidad de telemedicina, y tele-monitoreo, en tiempo real de pacientes en cuidado intermedio. En este modelo se realiza el almacenamiento de imágenes en un servidor PostgreSQL, junto con las funcionalidades necesarias para búsqueda, integridad y operación de los datos.

En su investigación Alvez et al. (2017), crearon una extensión para el soporte de datos biométricos, en el caso particular de iris humano, que permite la gestión de imágenes de este rasgo y todos sus metadatos asociados; contemplando, además, todos los métodos necesarios para la manipulación de estos, así como también, los métodos para búsqueda (verificación/identificación). La extensión de la base de datos se implementó en el SGBDOR

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

PostgreSQL, debido a que es open source, y brinda muchas alternativas para generar nuevos métodos de acceso y operadores.

Por su parte Angarita & Beltrán (2008), diseñaron una aplicación web para la visualización de imágenes médicas MEDICOMWEB, esta solución sirve a los especialistas de la medicina, para la visualización de aquellos exámenes médicos donde se incluyen imágenes bajo el estándar DICOM (ANSI/NIST-ITL, 2015) que es un formato que permite manejar los archivos y administrar la estructura de los campos de los archivos, maneja los servicios de almacenamiento, transmisión y comprensión JPG, a través de una base de datos en un servidor PostgreSQL donde se crea un directorio por cada usuario, y se mantiene un directorio público para intercambio de archivos. En el sistema se pueden realizar dos tipos de cargas, carga de imagen individual o carga de directorio, en ambos casos se genera un árbol con la información de los campos de la imagen, agrupados en cuatro secciones básicas, persona, examen, serie e imagen.

Según Soto (2022), actualmente solo se conoce la plataforma DART como repositorio de imágenes médicas para retinografía o fondo de ojo en las Unidades de Atención Primaria Oftalmológicas (UAPOs), la cual utilizaría inteligencia artificial para detectar retinopatía diabética a través de las imágenes capturadas por el retinógrafo y que posteriormente, son subidas a la plataforma web www.teleoftalmología.cl.

Por este motivo Soto (2022), realizó el modelamiento de un sistema de información, almacenamiento y gestión de imágenes en oftalmología, usando una base de datos en PostgreSQL. El tecnólogo médico escribe los datos del paciente en el software el cual convierte la imagen de JPG, TIF o PNG en formato DICOM (ANSI/NIST-ITL, 2015) con los datos ingresados. Las variables de interés en primera instancia son: rut del paciente, nombres y apellidos, sexo y fecha de nacimiento (FDN). Una vez ingresado, estos datos y validados se realizan las consultas a la base de datos que buscan la coincidencia exacta de las variables de interés.

Igualmente, Castro & Delgado (2014), crearon un sistema de información utilizando un gestor de bases de datos PostgreSQL que facilita a los especialistas una gama de herramientas básicas para la visualización y procesamiento de imágenes médicas. Este sistema cuenta con las funcionalidades de visualización avanzada como la referencia de imágenes, la reconstrucción multiplanar y la visualización 3D, otra característica que es importante destacar es que el procesamiento ligero o transformaciones de contexto, entre ellas paneo, escala,

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

rotación, y mediciones, es realizado en el cliente, y el pase de filtros o el procesamiento intenso de las imágenes se hace en el lado del servidor, aumentando de esta forma la velocidad de respuesta en el cliente, así como el rendimiento general de la solución.

En su estudio Collaguazo (2019), propone un modelo prototipo para la gestión de imágenes médicas (mamografías) con formato de archivo DICOM en un entorno Grid usando el sistema gestor de base de datos objeto-relacional PostgreSQL.

En su trabajo, Murillo (2020), realizó la implementación del método de clasificación supervisada de Máquinas de Soporte Vectorial (MSV) sobre imágenes provenientes de sensores remotos almacenadas en una base de datos espacial que utiliza la extensión para el almacenamiento de imágenes en el gestor de base de datos PostgreSQL denominada PostGIS la cual permite convertir datos raster en un archivo sql que posteriormente puede ser ejecutado desde el motor de base de datos.

Según Fernández (2022), en las últimas décadas la percepción remota ha sido una herramienta que permite el análisis de procesos ambientales, físicos de la tierra y socioeconómicos de la población, capaz de cubrir grandes extensiones de territorio. Las ciencias que tienen que ver con la agricultura han hecho uso de esto y de los sistemas de información geográfico (SIG), para abordar diversos procesos y problemas como lo es la erosión, la contaminación, la fertilidad del suelo, entre otros. Se tiene como objetivo implementar una solución informática mediante el uso de SIGs que permitan facilitar a los especialistas de la Empresa de Informática y Comunicaciones del Ministerio de la Agricultura EICMA el acceso y utilización de imágenes georreferenciadas y multiespectrales con la utilización de PostgreSQL con su extensión PostGIS como gestor de base de datos.

Inserción de imágenes en bases de datos de PostgreSQL

Para la inserción de las imágenes en la base de datos se dispone de una tabla que contiene la columna con el tipo de datos adecuado para insertar la imagen, por ejemplo (Bytea) que fue el tipo de datos utilizado en los ejemplos anteriores. Posteriormente, se dispone de las imágenes con el formato compatible con el tipo de datos (Bytea), por ejemplo, el formato DICOM empleado en el campo de la telemedicina (ANSI/NIST-ITL, 2015) o el formato ST_RASTER que es el tipo de datos que permite almacenar datos raster como imágenes satelitales o mapas en formato binario que se emplean en la extensión (PostGIS PSC y OSGeo, 2023) de PostgreSQL aplicados en los artículos consultados.

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

Seguidamente, se realiza la inserción usando una sentencia SQL insert

Ilustración 3:
Ejemplo básico de inserción de imagen en PostgreSQL

```
INSERT INTO nombre_tabla (columna_imagen) VALUES
((lo_import('/ruta/de/tu/imagen.jpg'));)
```

Fuente: *(PostgreSQL, 2023)*

- **nombre_tabla** es la tabla en la que se insertará la imagen
- **columna_imagen** es la columna donde se almacenará la imagen
- **lo_impor** es la función de PostgreSQL que se utiliza para importar objetos binarios grandes (BLOBs) en la base de datos.
- Se reemplaza la **ruta de la imagen /ruta/de/tu/imagen.jpg** y esta debe estar en el formato adecuado en dependencia del entorno y la aplicación que se desarrolle. (PostgreSQL, 2023)

Operaciones y formas de recuperación de las imágenes en bases de datos de PostgreSQL

Las imágenes se insertan en la base de datos como objetos binarios grandes, PostgreSQL proporciona soporte para almacenar y manipular (BLOBs) "Binary Large Objects", estos pueden ser imágenes, archivos de audio, documentos PDF, etc. (PostgreSQL, 2023). Según Alegre & Fernández (2014), para el caso de las imágenes estas se almacenan en un campo específico de la relación, en las filas de esta, se contendrán los atributos de la imagen en campos separados con el tipo de datos apropiado según su contenido y la imagen sí será almacenada en un campo de tipo (BLOB). Una vez que se ha poblado la base de datos con las imágenes que se desean almacenar, se pueden realizar las operaciones más comunes como:

- **Inserción y recuperación:** Puedes insertar las imágenes en la base de datos y luego recuperarlas cuando sea necesario.
- **Actualización o reemplazo:** Se actualiza la imagen existente en la base de datos con una nueva versión.
- **Eliminación:** Se eliminan las imágenes almacenadas en la base de datos cuando sea requerido.
- **Procesamiento de las imágenes:** implica la extracción de características sobre la imagen, que se utilizan como descriptores, estos pueden incluir información sobre la

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

forma, color, textura, orientación, tamaño, etc. Así mismo, se pueden realizar otras operaciones como: transformación de las imágenes, segmentación de las imágenes, detección de bordes, redimensionarlas, rotarlas, aplicación de filtros, eliminación de ruido, etc. Esto se puede realizar directamente en la base de datos en la aplicación que accede a la base de datos.

- **Filtrado y consulta:** Se pueden realizar consultas a la imagen sobre los metadatos asociados, tamaño, fecha de inserción.
- **Transmisión de las imágenes:** Se pueden transmitir en la aplicación que accede a la base de datos para manipular o visualizar las imágenes.
- **Copias de seguridad y restauración:** Puedes crear copias de seguridad de la base de datos donde se incluyen las imágenes y restaurarlas con el resto de los datos.
- **Optimización de almacenamiento:** Se pueden aplicar técnicas de optimización como la compresión de las imágenes para reducir el espacio de almacenamiento ocupado por ellas en la base de datos. Todo esto se detalla en la documentación oficial de (PostgreSQL, 2023).

Esto permite a las aplicaciones y/o sistemas de información puedan acceder y administrar datos binarios directamente desde la base de datos.

Recuperación de las imágenes almacenadas en una base de datos de PostgreSQL

Se ejecuta una consulta SQL que seleccione la imagen almacenada en la base de datos, esta imagen se encuentra almacenada en una columna con un tipo de datos por ejemplo (Bytea). A continuación, se detalla un ejemplo de (PostgreSQL, 2023).

Ilustración 4:
Consulta SQL para recuperar una imagen almacenada en la base de datos

```
SELECT imagen_bytea FROM usuarios WHERE id= 1;
```

Fuente: *(PostgreSQL, 2023)*

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

En esta consulta:

- **imagen_bytea** es la columna que contiene la imagen.
- **usuarios** es la **tabla** donde se almacenan las imágenes.
- id = 1 es la **condición de búsqueda** que especifica cuál imagen se deseas recuperar. Para este ejemplo se mostrará la imagen con ID 1. (PostgreSQL, 2023)

Conclusiones

En este artículo se evidencia la importancia que existe particularmente en el campo de la telemedicina y sus aplicaciones para almacenar la información de las imágenes, para este estudio se utilizó PostgreSQL, en donde las imágenes se insertan en la base de datos como objetos binarios grandes "BLOBs" , utiliza dos tipos de datos binarios para almacenar imágenes en dependencia de las necesidades y el tamaño en que se vayan a guardar en el sistema de información o aplicación, el tipo Large Object (lo) puede almacenar varios terabytes de datos binarios y el tipo (Bytea) almacena imágenes de tamaño moderado de hasta 1 GB, en las fuentes consultadas en esta síntesis, para el campo de telemedicina se utiliza el estándar DICOM que define como se almacenan y transmiten las imágenes médicas y sus metadatos en equipos informáticos o servidores.

Para el caso de las bases de datos geoespaciales que manipulan datos raster utilizan la extensión PostGIS para el almacenamiento de los datos (rasterizados y vectoriales), usan el formato de datos binarios llamado ST_Raster. La gestión de esas imágenes permite determinar condiciones climáticas, procesos ambientales o físicos de la tierra y socioeconómicos de una población, así como también establecer los escenarios óptimos en los procesos de agricultura.

PostgreSQL permite la gestión de imágenes y la realización de operaciones sobre estas, como: inserción, visualización, actualización, eliminación, consulta, copias de seguridad y restauración, optimización en el almacenamiento, así como también procesamiento de las imágenes: extracción de características particulares (forma, color, textura, etc.), transformación de las imágenes (redimensión, rotación, eliminación de ruido, etc.), todo esto se puede realizar directamente en la base de datos. Este documento informa que PostgreSQL soporta el almacenamiento de imágenes como datos binarios y puede servir de base para investigaciones más detalladas sobre el tema.

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

Referencias

Alegre, E., & Fernández, R. (2014). *Bases de Datos de Imágenes: Arquitectura de los Sistemas de Recuperación de Imágenes Basadas en Contenido.*

Alvez, C., Etchart, G., Ruiz, S., Miranda, E., & Aguirre, J. (2017). *Extensión de una base de datos Objeto-Relacional para el soporte de datos iris.* XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.

Angarita Sanguino, C. R., & Beltrán Galvis, N. (2008). *Aplicación Web para la visualización de imágenes médicas MEDICOMWEB.* Universidad Francisco de Paula Santander.

ANSI/NIST-ITL. (2015). *Data Format for the Interchange of Fingerprint, Facial & Other Biometric Information.* National Institute of Standars and Tecnology.

Castro Márquez, C. L., & Delgado García, A. (2014). *Visor de imágenes médicas digitales web.* Revista Cubana de Informática Médica.

Collaguazo Montalván , D. C. (2019). *Desarrollo e implementación de una arquitectura prototipo que permita almacenar y procesar imágenes médicas DICOM sobre un entorno Grid.* Universidad Central de Ecuador.

Fernández Companioni, J. C. (2022). *Solución informática para el acceso y visualización de imágenes georeferenciadas y multiespectrales.* Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez.

Gómez, M. T. (diciembre de 2007). *LORCDB Gestor de bases de datos objeto-relacionales de restricciones.* Universidad de Sevilla. Obtenido de LORCDB Gestor de bases de datos objeto-relacionales de restricciones: https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/15878/O_Tesis-94.pdf?sequence=1

Guirao-Goris, J. A., Olmedo Salas, A., & Ferrer Ferrandis, E. (2008). *El artículo de revisión.* Obtenido de El artículo de revisión: https://www.uv.es/joguigo/castellano/castellano/Investigacion_files/el_articulo_de_revision.pdf

Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E., & Claros, N. (julio de 2011). *Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas.* Elsevier España, S.L. Obtenido de El Sevier: https://www.elsevier.es/es-revista-cirugia-espanola-36-articulo-revisiones-sistematicas-literatura-que-se-S0009739X11003307

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

Murillo Castañeda, R. A. (2020). *Implementación del método máquinas de soporte vectorial en bases de datos espaciales para análisis de clasificación supervisada en imágenes de sensores remotos.* Revista Cartográfica 102.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., & Mulrow, C. D. (2021). *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews.* BMJ. Obtenido de The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for: https://doi.org/10.1136/bmj.n71

PostGIS PSC y OSGeo. (2023). *PostGIS*. Obtenido de PostGIS: https://postgis.net/

PostgreSQL, G. G. (2023). *Documentación PostgreSQL*. Obtenido de Documentación PostgreSQL: https://www.postgresql.org/docs/current/datatype-binary.html

Romero, E. (marzo de 2014). *Modelo para telemedicina, educación virtual y administración de imágenes de la Universidad de Colombia.* Revista Medicina. Obtenido de Modelo para telemedicina, educación virtual y administración de imágenes de la Universidad de Colombia: https://revistamedicina.net/index.php/Medicina/article/view/88-2

Soto Sánchez, Y. D. (2022). *Modelamiento de un sistema de información, almacenamiento y gestión de imágenes en oftalmología integrado al sistema de información hospitalaria.* Universidad de Chile Facultad de Medicina.

The PostgreSQL Global Development Group. (2023). *PostgreSQL: la base de datos relacional de código abierto más avanzada del mundo*. Obtenido de PostgreSQL: la base de datos relacional de código abierto más avanzada del mundo: https://www.postgresql.org/docs/current/intro-whatis.html

Travieso Aguiar, M. (enero de 2003). *Las publicaciones electrónicas: una revolución en el siglo XXI.* SciELO.org. Obtenido de SciELO.org: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352003000200001

Warmerdam, F., & et al. (2023). *Documentación GDAL*. Obtenido de Documentación GDAL: https://gdal.org/index.html

Journal of Strategic Marketing, *28*(2), 136-148. https://doi.org/10.1080/0965254X.2018.1488762

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

Riascos-Erazo, S. C., & Aguilera-Castro, A. (2024). Innovación, madurez de la gestión del conocimiento e Industria 4.0: Mirada en las pymes colombianas. *Journal of technology management & innovation*, *19*(1), 29-39. https://doi.org/10.4067/S0718-27242024000100029

Robayo Acuña, P. V. (2016). La innovación como proceso y su gestión en la organización: Una aplicación para el sector gráfico colombiano. *Suma de Negocios*, *7*(16), 125-140. https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2016.02.007

Ruiz Monteros, J. A., & Enríquez Sánchez, M. A. (2024). El crecimiento de las Pymes a través de la Mercadotecnia Digital: Revisión Sistemática. *MQRInvestigar*, *8*(2), Article 2. https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.4234-4248

Ruiz-Arroyo, M., Sanz-Espinosa, I., & Fuentes-Fuentes, M. del M. (2015). Alerta emprendedora y conocimiento previo para la identificación de oportunidades emprendedoras: El papel moderador de las redes sociales. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, *21*(1), 47-54. https://doi.org/10.1016/j.iedee.2014.07.002

Sánchez Báez, E. A., & Sanabria, D. (2020). *La innovación en las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) de Paraguay: Factores determinantes, tipologías y resultados*. http://repositorio.conacyt.gov.py/handle/20.500.14066/2476

Sarmiento Segovia, W. A., Licenia Ordóñez Parra, Y., Geovanny Zamora Zamora, E., & Espinoza Pillaga, H. A. (2024). Efectos olvidados: Herramienta de análisis en la producción de PYMES Industriales de Cuenca. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, *26*(2), 541-558. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9545978

Somohano Rodríguez, F. M., López Fernández, J. M., & Martínez García, F. J. (2018). El efecto de la innovación en el resultado empresarial durante la recesión económica. Una aplicación a la industria de la automoción. *Revista de Contabilidad*, *21*(1), 91-105. https://doi.org/10.1016/j.rcsar.2017.11.001

Suárez Mella, R. (2018). Reflexiones sobre el concepto de innovación. *Revista San Gregorio*, *24 (Julio-septiembre)*, 120-131. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6839735

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial

Tarapuez, E., Guzmán, B. E., & Parra Hernández, R. (2016). Estrategia e innovación en las Mipymes colombianas ganadoras del premio Innova 2010-2013. *Estudios Gerenciales*, *32*(139), 170-180. https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.01.002

Valencia Rodríguez, M. (2019). Relación entre la innovación de productos y capacidades organizacionales. *Ingeniería Industrial*, *40*(2), 194-201. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1815-59362019000200194&lng=es&nrm=iso&tlng=pt

Los trabajos publicados en esta revista están bajo la licencia Creative Commons Atribución – No comercial