



POSGRADOS

MAESTRÍA EN

SOFTWARE CON MENCIÓN EN
DESARROLLO WEB Y MÓVIL

RPC-SO-34-NO.778-2021

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACIÓN CON
COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN
APLICADA Y/O DE DESARROLLO

TEMA:

*DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA
ORIENTADA A MICROSERVICIOS
ENTRE LOS SERVICIOS VIRTUALES E
INFRAESTRUCTURA DE DATOS
ESPACIALES, PARA LA ENTREGA DE
RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES
EDUCATIVAS*

AUTOR(ES)

VÍCTOR HUGO COFRE GONZÁLEZ
EDWIN GIOVANNY GALLARDO NEGRETE

DIRECTOR:

GUSTAVO ERNESTO NAVAS
RUILOVA

QUITO – ECUADOR
2023

Autor(es):



Víctor Hugo Cofre González

Ingeniero de sistemas

Candidato a Magíster en Software por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito.

vcofre@est.ups.edu.ec



Edwin Giovanni Gallardo Negrete

Ingeniero de sistemas

Candidato a Magíster en Software por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito.

egallardo@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Gustavo Ernesto Navas Ruilova

Ingeniero Mecánico

Master universitario en ciencias y tecnologías de la computación

Master universitario en software libre

gnavas@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos e investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2023 © Universidad Politécnica Salesiana.

QUITO– ECUADOR – SUDAMÉRICA

Víctor Hugo Cofre González, Edwin Giovanni Gallardo Negrete

Diseño de una arquitectura orientada a microservicios entre los servicios virtuales e infraestructura de datos espaciales, para la entrega de resultados de las evaluaciones educativas

DEDICATORIA

A nuestros padres, gracias a sus ejemplos, sus consejos, sus valores y por la motivación constante, que nos han permitido ser personas íntegras, logrando cumplir las metas.

A Fátima por su dedicación y abnegación para formarme como una persona de bien, por el ejemplo de perseverancia y constancia que me ha infundado siempre para llegar al éxito.

A mi hermano Joan para que siga con ese mismo ímpetu de alcanzar todos sus propósitos y objetivos propuestos.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a la Universidad Politécnica Salesiana, por darnos la oportunidad de prepararnos y ser unos excelentes profesionales.

Un grato agradecimiento a todos los maestros y tutor por su tan loable trabajo, ya que han sido parte de mi formación académica contribuyendo con sus conocimientos y experiencias.

Gratitud a mi familia por estar constantemente apoyándome en toda circunstancia.

Infinitas gracias a todos.

TABLA DE CONTENIDOS

Tabla de contenidos	5
Índice de figuras	7
Índice de tablas.....	7
Resumen	9
Abstract	10
1. Introducción	11
1.1. Antecedente.....	11
1.2. Determinación del problema	11
1.2.1. Descripción del problema.....	11
1.2.2. Formulación del problema	12
1.2.3. Justificación del problema	12
1.2.4. Delimitación del problema	12
1.3. Justificación del problema	12
1.4. Objetivos	13
1.4.1. Objetivo general	13
1.4.2. Objetivos específicos	13
2. Marco teórico referencial.....	14
2.1. El instituto	14
2.2. Consejo Nacional de Geoinformática (CONAGE).....	14
2.2.1. Clasificación Datos Geográficos Marco	14
2.3. Banco de información	15
2.4. Definición Infraestructura de Datos Espaciales	15
2.5. Elementos de una IDE	16
2.6. Bases de datos y bases de datos espaciales	17
2.7. Sistema monolítico	17
2.8. Microservicios	17
2.9. Características de los microservicios	18
2.10. Patrón de descomposición por capas	18
2.11. Patrón de comunicación de solicitud de respuesta	19
2.12. Docker	20
2.13. Cloud Computing.....	20
2.14. Amazon Elastic Container Service	20
3. Desarrollo del proyecto	21
3.1. Unidad de análisis	22

3.2.	Método	22
3.3.	Identificación de las necesidades de información	22
3.4.	Limitaciones y dificultades	23
3.5.	Requisitos.....	23
3.5.1.	Contexto adicional:.....	23
3.5.2.	Otra información.	24
3.5.3.	Vista General	24
3.6.	Justificación de las decisiones clave	24
3.7.	Interesados	25
3.7.1.	Interesados	25
3.7.2.	Trazabilidad Consideraciones – Interesados	26
3.8.	Arquitectura actual	27
3.8.1.	componentes de la arquitectura actual	27
3.9.	Arquitectura propuesta	29
3.9.1.	componentes propuestos.....	29
3.10.	Decisiones de Arquitectura y Justificación.....	31
3.10.1.	Decisiones de Arquitectura (ADR)	31
4.	Resultados y discusión.....	34
5.	Conclusiones.....	35
6.	Glosario.....	36
7.	Bibliografía.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Componentes de una IDE	16
Ilustración 2 Arquitectura monolítica.....	17
Ilustración 3 Arquitectura de microservicios	18
Ilustración 4 Flujo de metodología	22
Ilustración 5 Diseño de arquitectura vigente	28
Ilustración 6 Diseño arquitectura propuesta	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Asociación de las partes interesadas a las preocupaciones en un AD	26
--	----

DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA
ORIENTADA A MICROSERVICIOS ENTRE
LOS SERVICIOS VIRTUALES E
INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES,
PARA LA ENTREGA DE RESULTADOS DE LAS
EVALUACIONES EDUCATIVAS

AUTOR(ES):

VÍCTOR HUGO COFRE GONZÁLEZ

EDWIN GIOVANNY GALLARDO NEGRETE

RESUMEN

El Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ineval) de Ecuador ha venido compartiendo los resultados de sus evaluaciones educativas a través de una plataforma en línea conocida como el banco de información desde 2016. Esta plataforma es esencial para los participantes en el Sistema Nacional de Educación, las instituciones académicas y los responsables de la toma de decisiones, ya que les permite comprender la situación actual del sistema educativo del país y elaborar estrategias gubernamentales para mejorar su calidad a nivel nacional.

La información de las evaluaciones se presenta en tres niveles: Micro (resultados individuales), Meso (resultados institucionales) y Macro (resultados nacionales). No obstante, estas presentaciones se realizan a través de diferentes plataformas web, cada una con su propia estructura integral. A pesar de que administran información similar pero a diferentes niveles de agrupación, la única diferencia es el nivel de detalle o la forma de presentar los datos. Esto ha llevado a la duplicación de servicios internos y códigos que podrían simplificarse y optimizarse.

La arquitectura monolítica actual proviene de la creación de servicios independientes que se desarrollaron para abordar necesidades específicas sin anticipar su evolución hacia un sistema unificado. Esto ha dado lugar a un sistema monolítico para una variedad de servicios, como la entrega de resultados a nivel micro, macro, meso, geoportal, visualizadores, herramientas dinámicas, catálogo de objetos, servicios de mapas, descarga de tablas y validación de informes, a menudo con funcionalidades técnicas similares.

En la actualidad, existen proyectos de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) que utilizan una arquitectura de microservicios, lo que permite centrarse en componentes específicos. La IDE del Ineval se compone de varios componentes que hacen uso de estándares ampliamente adoptados en tecnología de la información espacial orientada a la web, como WMS, WFS, WCS, WPS y GML. No obstante, su arquitectura continúa siendo monolítica.

Se propone migrar hacia una arquitectura de microservicios para centralizar las funcionalidades y el código fuente, simplificar el mantenimiento, permitir modificaciones en servicios virtuales individuales sin afectar al sistema completo y optimizar los recursos, especialmente dado que el personal técnico es limitado. Esta transición a microservicios ayudaría a mejorar la eficiencia y la escalabilidad del sistema del Ineval.

ABSTRACT

Ecuador's National Institute for Educational Evaluation (Ineval) has been sharing the results of its educational evaluations through an online platform known as the information bank since 2016. This platform is essential for participants in the National Education System, academic institutions and decision-makers, as it allows them to understand the current situation of the country's education system and develop government strategies to improve its quality at the national level.

The information from the evaluations is presented at three levels: Micro (individual results), Meso (institutional results) and Macro (national results). However, these presentations are made through different web platforms, each with its own comprehensive structure. Although they manage similar information but at different levels of grouping, the only difference is the level of detail or the way the data is presented. This has led to duplication of internal services and code that could be simplified and optimized.

The current monolithic architecture stems from the creation of independent services that were developed to address specific needs without anticipating their evolution into a unified system. This has resulted in a monolithic system for a variety of services, such as delivery of results at micro, macro, meso, geoportal, viewers, dynamic tools, object catalog, map services, table download and report validation, often with similar technical functionalities.

Currently, there are Spatial Data Infrastructure (SDI) projects that use a microservices architecture, which allows focusing on specific components. Ineval's SDI is composed of several components that make use of widely adopted standards in web-oriented spatial information technology, such as WMS, WFS, WCS, WPS and GML. However, its architecture remains monolithic.

It is proposed to migrate to a microservices architecture to centralize functionality and source code, simplify maintenance, allow modifications to individual virtual services without affecting the entire system, and optimize resources, especially given the limited technical staff. This transition to microservices would help improve the efficiency and scalability of Ineval's system.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTE

El Ineval divulga desde el 2016 los resultados de las evaluaciones educativas a través del banco de información, una plataforma en línea que ofrece información valiosa y relevante para los participantes del Sistema Nacional de Educación, instituciones académicas y quienes toman decisiones políticas. Esto les brinda la oportunidad de comprender la situación actual del sistema educativo de Ecuador y formular estrategias gubernamentales que favorezcan la mejora de su calidad a nivel nacional (Ineval, 2016).. El instituto presenta la información de las evaluaciones educativas considerando 3 niveles:

- Nivel Micro: Resultados a nivel personal
- Nivel Meso: Resultados a nivel institucional
- Nivel Macro: Resultados a nivel nacional

Los mismos son expuestos desde las plataformas web informáticas, que son conocidas como servicios virtuales y sistemas de información geográfica. Estas plataformas han sido creadas con arquitecturas independientes y monolíticas a pesar de que gestionan información similar solo que de diferente nivel de agrupación. La única diferencia radica en su nivel de detalle o en la forma en que presentan los datos, esto da lugar a la duplicidad de servicios internos, así como código (Ineval, 2016).

1.2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La actual arquitectura monolítica es el resultado de la construcción de varios servicios independientes que fueron creándose por necesidad institucional, proyectos monolíticos que se desarrollaron para solventar una necesidad específica que después paso a ser parte de un servicio más grande, ya que en su momento no se esperaba el crecimiento de los servicios hacia un sistema integrado. Es por ello que existe un sistema monolítico para: entrega de resultados micro, macro, meso, geoportal, visualizadores, herramientas dinámicas, catálogo de objetos, servicios de mapas, descargar de tablas, validación de informes, en ocasiones con funcionalidades técnicas similares (Ineval, 2023).

En la actualidad existen proyectos de infraestructuras de datos espaciales, IDE que implementan una arquitectura de microservicios considerando su enfoque en un componente específico. La Infraestructura de datos espaciales del instituto está conformada por varios componentes que aplican el uso de estándares, los más extendidos y adoptados en la tecnología de la información espacial orientada a la web incluyen: WMS, WFS, WCS, WPS, GML, actualmente se usa dichos componentes, pero su arquitectura se basa en monolitos (Ineval, 2023).

1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La formulación del problema permita la identificación la necesidad de un nuevo diseño.

¿Cuáles es la arquitectura actual para la entrega de resultados y uso de la IDE?

¿Cuál son las limitaciones que tiene la arquitectura actual?

¿Cuál es la necesidad de escalabilidad del instituto?

¿Cuáles son las ventajas de un nuevo diseño de arquitectura basado en microservicios?

1.2.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El diseño de la arquitectura enfocada en microservicios pretende optimizar los recursos limitados con los que cuenta la institución y de esta forma permitir al equipo de trabajo poder dar mantenimiento al sistema sin afectar la prestación de los servicios a los usuarios finales.

1.2.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En este contexto, se definirán los componentes del diseño considerando la infraestructura de datos espaciales para la entrega de resultados de las evaluaciones educativas. Sin embargo, no se contempla el desarrollo, codificación, pruebas, implementación o cualquier otra etapa fuera del ámbito del diseño. El diseño se ajusta a las limitaciones actuales de la infraestructura y recursos institucionales.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La estructura con la que cuenta la plataforma actual está conformada por monolitos independientes que brindan sus servicios individualmente, a lo largo del tiempo se han ido agregando funcionalidades a cada uno, poseen una estructura muy rígida, ya que cuando se requiere solventar un incidente o realizar una mejora, es necesario dar de baja varios sistemas, además existen funcionalidades que se repiten en cada sistema con son: el login, promedios, consultas micro, consulta instituciones, entre otros que deben ser analizados.

Tantos monolitos independientes causa grandes problemas en los diferentes aplicativos, ya que el coste técnico, humano, es muy alto por el tiempo empleado en las mejoras o el mantenimiento.

Según la experiencia de Chris Richardson, una arquitectura monolítica tiene limitaciones en su capacidad de escalabilidad, ya que solo puede aumentar su capacidad en una única dirección. Esta ampliación se logra a través de la replicación de la aplicación en función de la demanda y los recursos disponibles dentro de la organización (Richardson, 2021).

Este escenario permite dar lugar al planteamiento de una nueva solución con nuevas tecnologías y estándares en la creación de software que permita realizar mejoras al mantenimiento sin que afecte a los demás servicios que están a disposición de la ciudadanía, con lo cual se propone diseñar una arquitectura orientada a microservicios entre los servicios virtuales y la infraestructura de los datos espaciales y demás funcionalidades que están dispersas y que son de gran utilidad para la entrega de los resultados en los diferentes tipos de niveles, permitiendo aprovechar los recursos de infraestructura, así como escalar los servicios de forma independiente acorde al incremento de usuarios concurrentes mejorando los tiempos de mantenimiento y actualización de los mismos (Ineval, 2023).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar la arquitectura orientada a microservicios entre los servicios virtuales e infraestructura de datos espaciales, para la entrega de resultados de las evaluaciones educativas

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la arquitectura actual y evaluar los servicios y herramientas que pueden ser reutilizables en un diseño orientado a microservicios conforme necesidad institucional.
- Identificar los beneficios de utilizar una arquitectura en microservicios para la entrega de resultados de las evaluaciones educativas.
- Definir los componentes necesarios de la infraestructura de datos espaciales para la entrega de resultados de las evaluaciones educativas apegada a estándares internacionales.

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. EL INSTITUTO

El Instituto Nacional de Evaluación Educativa fue establecido de manera oficial el 26 de noviembre de 2012, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 346 de la Constitución de la República. Dicho artículo establece la creación de una institución pública autónoma encargada de llevar a cabo evaluaciones integrales tanto internas como externas, con el propósito de fomentar la calidad de la educación (Constitución, 2015).

Desde su establecimiento, el Instituto Nacional de Evaluación Educativa ha asumido diversas responsabilidades, que incluyen la realización de múltiples evaluaciones en el marco del Sistema Nacional de Educación. Algunas de estas evaluaciones son "Ser bachiller," "Ser estudiante," "Ser estudiante en la infancia," y "Ser estudiante mitad del mundo," entre otras. Estas evaluaciones permiten analizar el proceso de aprendizaje desde las etapas iniciales, como el subnivel de Educación General Básica Preparatoria, hasta el 3.º año del Bachillerato General Unificado (BGU).

Asimismo, existen evaluaciones como "Quiero Ser Maestro," "Quiero Ser Maestro Intercultural Bilingüe," "Ser Maestro Recategorización DMQ," y otras que tienen el propósito de facilitar la incorporación de docentes al ámbito educativo, identificar las áreas en las que los docentes necesitan reforzar sus capacidades, y proporcionar resultados que respaldan la promoción a categorías superiores en el escalafón. Estas evaluaciones ofrecen una perspectiva importante del Sistema Nacional Educativo desde la óptica de los profesores y directivos educativos (Ineval, 2023).

2.2. CONSEJO NACIONAL DE GEOINFORMÁTICA (CONAGE)

Fundado en 2004 y bajo la dirección de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), su principal objetivo es promover la creación, mantenimiento y gestión de la Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales (IEDG). Entre sus responsabilidades se incluye la propuesta de regulaciones necesarias para supervisar la generación, almacenamiento, distribución, venta, actualización, uso, derechos de autor y otros aspectos relacionados con la información espacial. Estas regulaciones deben ser de cumplimiento obligatorio para aquellos que produzcan, utilicen y administren datos geoespaciales (Senplades, 2004).

2.2.1. CLASIFICACIÓN DATOS GEOGRÁFICOS MARCO

La Clasificación de Datos Geográficos Marco establece un sistema de orden y jerarquía para datos geográficos que se ajusta a la situación nacional. Este sistema debe ser de cumplimiento obligatorio en todas las instituciones que generan información, ya que es

esencial contar con los elementos necesarios para desarrollar las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) (Conage, 2010).

Todas las organizaciones gubernamentales y entidades del sector público tienen la responsabilidad de utilizar los datos oficiales proporcionados por las instituciones según lo detallado en la Matriz de Datos Geográficos Marco para crear información geoespacial en sus respectivas áreas de competencia (Conage, 2010).

2.3. BANCO DE INFORMACIÓN

El banco de información nació como una iniciativa para poder socializar y publicar los resultados de las evaluaciones educativas, en su inicio únicamente contaba con información de las evaluaciones y consulta de resultados, con el tiempo fue incluyendo nuevos servicios y herramientas, los mismos que se desarrollaron como proyectos independientes, pero en la actualidad forman parte de un sistema para la entrega de resultados.

El banco de información presenta la información de las evaluaciones educativas enfocando su funcionalidad a la entrega de los resultados considerando 3 niveles:

- Nivel Micro: Resultados a nivel personal, se requiere mantener un nivel de confidencialidad alto.
- Nivel Meso: Resultados a nivel institucional, se presenta información de carácter público a nivel institucional.
- Nivel Macro: Resultados a nivel nacional, político-administrativo como: Provincial, Distrital y Zonal.

Los 3 niveles se encuentran plasmados en sistemas informáticos web, servicios virtuales e infraestructuras de datos espaciales, diseñados con arquitecturas monolíticas independientes uno del otro a pesar de manejar la misma información, lo único que varía es su nivel de agrupación al momento de presentar los resultados (Ineval, 2023).

2.4. DEFINICIÓN INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES

Se trata de un sistema informático compuesto por varios componentes, que incluyen catálogos, servidores, datos, páginas web, y otros elementos. Este sistema está diseñado para gestionar información geográfica, como mapas, ortofotos, imágenes de satélite y otros elementos relacionados con este ámbito. Estos componentes cumplen con una serie de requisitos de interoperabilidad, normativas, protocolos e interfaces, entre otros, que permiten a los usuarios acceso a través de un navegador web y utilizarlos de acuerdo a sus necesidades específicas (A Miguel, 2012).

Ilustración 1 Componentes de una IDE



Fuente: (Alba, 2021)

2.5. ELEMENTOS DE UNA IDE

Una IDE está compuesta de 5 elementos fundamentales:

- **Datos:** Estos son la información geográfica básica y temática que se visualiza a través de visores de mapas (Alba, 2021).
- **Metadatos:** Son descriptores de los datos, incluyendo información como la fecha de la cartografía, el formato, el propietario, entre otros. La norma que regula los metadatos de la información geográfica es la ISO 19115 "Geographic Information - Metadata" (Alba, 2021).
- **Servicios:** Estos son las funcionalidades que se ofrecen a los usuarios y que son accesibles a través de un navegador web. Estas funcionalidades incluyen servicios de visualización de mapas, descarga, consulta, y otros. El Organismo de Estandarización más importante en este ámbito es el OGC (Open Geospatial Consortium) (Alba, 2021).
- **Tecnología:** Corresponde al hardware y software para las actividades de SIG (Alba, 2021).
- **Normas y estándares:** Políticas, reglamento, normas existentes a nivel internacional y nacional con el objeto de estandarizar el uso de la información geográfica permitir su manipulación (Alba, 2021).
- **Actores y acuerdos:** Este componente incluye recursos humanos, la estructura organizativa, estándares y normas que permiten la interoperabilidad, leyes como la Directiva Europea INSPIRE, reglas y acuerdos entre los productores de datos, y otros elementos. Es el componente más complejo y es fundamental para que los demás componentes funcionen y se mantengan (Alba, 2021).

Estos elementos trabajan juntos para permitir la gestión, visualización y análisis de información geográfica de manera efectiva en un SIG (Alba, 2021).

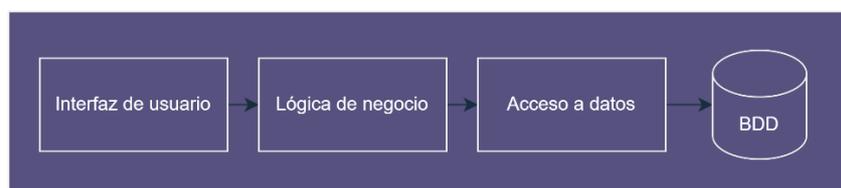
2.6. BASES DE DATOS Y BASES DE DATOS ESPACIALES

Una base de datos como un sistema estructurado que almacena y administra información, facilitando su posterior recuperación y examen. Dentro del contexto de PostgreSQL, una base de datos espaciales se refiere a una variante de las bases de datos convencionales diseñada específicamente para el almacenamiento y gestión de datos geoespaciales, como mapas, coordenadas geográficas y ubicaciones (Postgis, 2023).

2.7. SISTEMA MONOLÍTICO

Una arquitectura monolítica es un enfoque en el diseño de software en el cual una aplicación se construye como una única entidad unificada, donde todos sus componentes y funciones se integran estrechamente en una sola unidad de ejecución. En este tipo de arquitectura, todos los elementos del sistema, como la interfaz de usuario, la lógica empresarial y la gestión de datos, están altamente interconectados y dependen unos de otros. Estas aplicaciones monolíticas suelen ser extensas y, a medida que crecen y evolucionan, el código puede volverse complicado y difícil de mantener. La falta de una clara separación entre los diversos componentes puede hacer que los cambios y actualizaciones sean costosos y complicados (Richardson, 2021).

Ilustración 2 Arquitectura monolítica



Fuente: (Click, 2023)

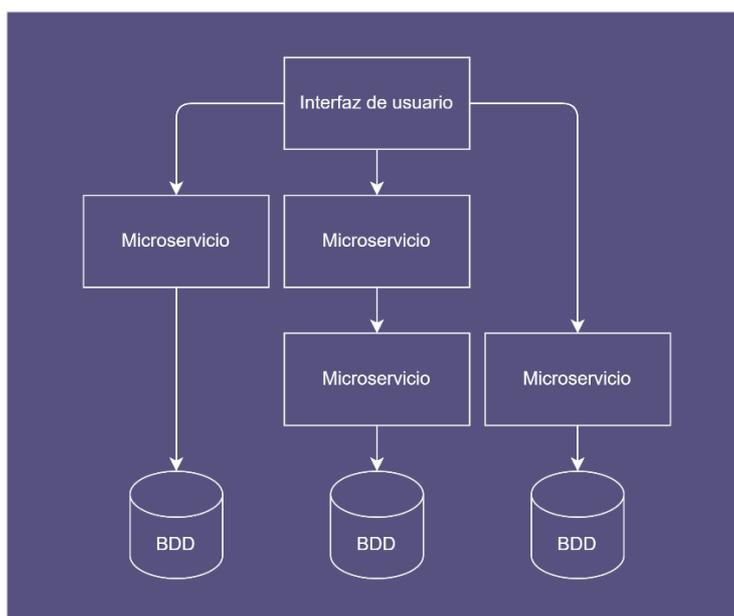
2.8. MICROSERVICIOS

Este enfoque se centra principalmente en una sola aplicación que consiste en un conjunto limitado de servicios específicos. Cada componente dentro de esta aplicación opera de manera independiente, con comunicación ligera entre ellos. En general, se utilizan interfaces de programación de aplicaciones (API) o el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) para permitir la comunicación entre estos componentes.

Los nuevos servicios se derivan de las reglas de negocio y el dominio de la empresa, lo que facilita una automatización adecuada y una independencia en su implementación. Esto significa que se requiere una administración central mínima para los servicios creados, ya que estos pueden ser desarrollados en diferentes lenguajes de programación y utilizar tecnologías de almacenamiento de datos diversas.

Están diseñados como servicios altamente autónomos que no dependen de una comunicación sincronizada y centralizada (Fowler, 2014).

Ilustración 3 Arquitectura de microservicios



Fuente: (Click, 2023)

2.9. CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROSERVICIOS

Un microservicio se puede ver como una "caja negra" que contiene procesos internos interconectados, los cuales operan como un único elemento y presentan información transparente para el usuario. Además, la estructura de datos utilizada para almacenar la información suele ser individual y propia, evitando en su mayoría compartir información almacenada en la base de datos

- Permiten encapsular funcionalidades, lo que les permite ser accesibles a través de la red para otros servicios.
- Se construyen a partir de bloques, lo que da como resultado un sistema más complejo.
- Ofrecen múltiples opciones para la resolución de problemas.

Esta nueva arquitectura se enfoca en la orientación a los servicios y brinda diversas formas de delimitar su alcance según las necesidades individuales e independientes de los servicios (Parnas, 1972).

2.10. PATRÓN DE DESCOMPOSICIÓN POR CAPAS

Si analizamos los tres niveles tradicionales de una pila de servicios basados en la web, podemos abordar la funcionalidad que deseamos extraer en términos de su interfaz de usuario, el código de la aplicación en el backend y los datos. Generalmente, extraer el código de la aplicación suele ser una tarea más sencilla que la extracción de elementos de la base de datos. Si llegamos a la conclusión de que no es factible extraer el código de la aplicación de manera limpia, podríamos detener cualquier trabajo adicional, evitando así la necesidad de desenredar la base de datos. Sin embargo, si logramos extraer el código de la aplicación de forma eficiente, pero encontramos dificultades al intentar extraer los datos, la situación se complica (Newman, 2021).

Entre los principales beneficios podemos encontrar:

- Modularidad
- Escalabilidad
- Flexibilidad

Estos componentes permiten que cada microservicio y capa se desarrolle y despliegue de manera independiente, lo que facilita la implementación ágil y la adaptación a cambios en los requisitos funcionales o tecnológicos. No obstante, también requiere un mayor esfuerzo en cuanto al diseño y la coordinación para mantener la integridad en todas las capas y microservicios, así como para garantizar la coherencia (Fowler, 2014)

2.11. PATRÓN DE COMUNICACIÓN DE SOLICITUD DE RESPUESTA

Este enfoque es ampliamente utilizado en la arquitectura de microservicios para permitir la interacción entre distintos microservicios dentro de un sistema distribuido. Funciona a través de un mecanismo de comunicación sincrónica, donde un microservicio realiza una solicitud a otro y espera una respuesta antes de continuar su ejecución.

Cuando un microservicio necesita acceder a la funcionalidad proporcionada por otro microservicio, envía una solicitud a través de un protocolo de comunicación, que puede ser HTTP o gRPC. Esta solicitud incluye los datos necesarios para llevar a cabo la operación requerida. El microservicio receptor procesa la solicitud y envía una respuesta de vuelta al microservicio solicitante. Entre las principales características están:

- Sincronización: La comunicación es síncrona, lo que significa que el microservicio solicitante debe esperar a recibir una respuesta antes de continuar su ejecución. Esto puede resultar en latencia de red y puede afectar el rendimiento general del sistema, especialmente si el microservicio receptor experimenta problemas de rendimiento.
- Acoplamiento directo: Existe un acoplamiento directo entre el microservicio solicitante y el receptor. Cualquier cambio en la ubicación o interfaz del microservicio receptor requerirá actualizaciones en el microservicio solicitante.
- Comunicación basada en mensajes: La comunicación se basa en el intercambio de mensajes estructurados, que pueden estar en formatos como XML, JSON u otros formatos acordados entre los microservicios.
- Escalabilidad limitada: Debido a que los microservicios deben esperar respuestas antes de continuar, la escalabilidad en este patrón puede verse limitada. A medida que aumenta el número de solicitudes, podría haber retrasos en la entrega de respuestas y posibles cuellos de botella.

A pesar de estas limitaciones, este enfoque es ampliamente utilizado debido a su familiaridad y simplicidad. Facilita la interacción entre microservicios y permite implementar lógicas de negocio complejas distribuidas en sistemas basados en microservicios. Sin embargo, es importante considerar cuidadosamente la escalabilidad y el rendimiento al aplicar este patrón a gran escala (Fowler, 2014).

2.12. DOCKER

Docker es una tecnología de virtualización de contenedores que se asemeja a máquinas virtuales extremadamente ligeras. Aborda problemas relacionados con la pesadez de las VM tradicionales al ofrecer contenedores extremadamente ágiles que se inician en menos de un segundo. Esto permite una mayor escalabilidad y una transición suave desde el desarrollo hasta la producción. Docker se utiliza ampliamente en casos de uso de integración continua y despliegue continuo, ya que permite a los desarrolladores crear y ejecutar contenedores que replican entornos de producción en sus propias máquinas portátiles, ahorrando tiempo y recursos en las pruebas y mejorando la eficiencia (Anderson, 2015).

2.13. CLOUD COMPUTING

El concepto de cloud computing abarca una red global de servidores remotos que posibilita el acceso, almacenamiento y procesamiento de datos mediante Internet. Esta tecnología brinda a empresas e individuos la capacidad de utilizar recursos informáticos sin requerir la construcción de una infraestructura física específica.

La nube conecta los dispositivos del usuario, como computadoras, smartphones o tablets, con recursos centralizados en un centro de datos. Antes, las empresas debían afrontar costos por mantener infraestructuras de servidores y contar con equipos de IT para resolver problemas, actualizaciones y otros retos relacionados con el software. El cloud computing resuelve estas problemáticas, este enfoque permite a las empresas adaptarse y expandirse de manera eficiente, fomentar la innovación, mejorar la agilidad empresarial, optimizar operaciones y reducir costos (Plainconcepts, 2023)

2.14. AMAZON ELASTIC CONTAINER SERVICE

Amazon Elastic Container Service (ECS) es una herramienta de gestión de contenedores que simplifica la implementación, administración y escalado de aplicaciones basadas en contenedores. Ofrece una integración profunda con el ecosistema de AWS, permitiendo ejecutar sin complicaciones cargas de trabajo basadas en contenedores tanto en la nube como en entornos locales. Además, incluye funciones de seguridad avanzadas a través de Amazon ECS Anywhere (Amazon ECS, 2023).

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

El banco de información se originó como una iniciativa destinada a compartir y divulgar los resultados de las evaluaciones educativas. En sus inicios, incluía principalmente información de las evaluaciones y diversas herramientas de consulta. Sin embargo, con el tiempo, debido a las necesidades institucionales, se vio la necesidad de incorporar nuevos servicios y herramientas. Estos nuevos servicios se desarrollaron inicialmente como proyectos independientes, pero en la actualidad, se han integrado en un sistema para la entrega de resultados.

La necesidad que impulsó este desarrollo fue la presentación de los resultados de las evaluaciones educativas a través de diversos servicios virtuales, teniendo en cuenta una desagregación en tres niveles (Ineval, 2023).

- Nivel Micro: Este nivel se centra en los resultados a nivel personal y requiere un alto nivel de confidencialidad. Los usuarios pueden utilizar esta herramienta para ver su historial de calificaciones en varios procesos de evaluación en los que han participado. Además, les permite descargar informes personales que incluyen detalles estadísticos descriptivos de sus resultados (Ineval, 2016).
- Nivel Meso: A nivel institucional, esta capa proporciona información de carácter público sobre las evaluaciones de las instituciones educativas. Los usuarios pueden visualizar los resultados históricos de estas instituciones y descargar informes que contienen análisis estadísticos descriptivos y analíticos. Esto ofrece una herramienta valiosa para mejorar la planificación institucional (Ineval, 2016).
- Nivel Macro: A nivel nacional y político-administrativo, que incluye aspectos provinciales, distritales y zonales, esta capa se utiliza para visualizar los resultados de las evaluaciones nacionales a lo largo del tiempo. La representación de estos resultados se logra mediante herramientas interactivas y sistemas de información geográfica (SIG), lo que permite una comprensión visual de los datos en diferentes contextos geográficos (Ineval, 2016).

Para llevar a cabo esta entrega de información, es fundamental disponer de los resultados de las evaluaciones educativas, que incluyen los datos de los estudiantes evaluados junto con sus respectivas calificaciones. Además, se deben tener en cuenta las encuestas de factores asociados, las cuales proporcionan un análisis de las calificaciones obtenidas considerando factores sociales.

Los servicios virtuales y las infraestructuras de datos espaciales están diseñados para presentar estos resultados en tres niveles diferentes. Sin embargo, sus arquitecturas son monolíticas, lo que conlleva a una redundancia de servicios internos que podrían simplificarse, mejorando así su mantenimiento. Esto es especialmente relevante, ya que una modificación en un microservicio o servicio no afectaría al sistema completo (Ineval, 2016).

Para abordar este desafío, el diseño de la arquitectura se enfocó en una propuesta que consideré una arquitectura basada en microservicios, con el fin de optimizar los recursos a largo plazo, ya que facilitará el mantenimiento y la escalabilidad. Se optó para aplicar la arquitectura de microservicios mediante el patrón de descomposición por capas, donde cada capa asume una tarea específica. De esta manera, el mantenimiento de cada capa es independiente y no afecta el funcionamiento del resto de las capas.

3.1. UNIDAD DE ANÁLISIS

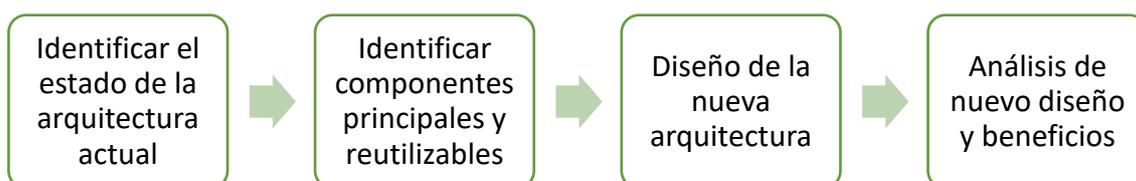
La unidad de análisis en este proyecto son los aplicativos conocidos como servicios virtuales utilizados por el instituto para exponer los resultados de las evaluaciones a la ciudadanía.

3.2. MÉTODO

Se llevó a cabo una investigación multidisciplinaria, ya que se integraron conocimientos especializados relacionados con las ciencias de la información geográfica y una infraestructura de datos espaciales. Se aplicó una metodología de investigación mixta, que incluye una fase de diseño cualitativa y una fase final cuantitativa, lo que permite cuantificar los beneficios al diseño final.

Para el diseño de la arquitectura adecuada se analizó la arquitectura existente en el Instituto Nacional de Evaluación Educativa, el cual se utiliza para presentar los resultados de las evaluaciones. Esto implicó identificar sus componentes y determinar cuáles son reutilizables en la arquitectura y cuales deben ser planteados nuevamente como un microservicio. De esta manera, se logró integrar las funcionalidades de los servicios virtuales actuales con la nueva propuesta.

Ilustración 4 Flujo de metodología



Fuente: Propia

3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE INFORMACIÓN

Entre las fuentes primarias se encuentra la arquitectura del sistema actual para la entrega de resultados de las evaluaciones educativas, y como fuente secundaria la se consideró la información técnica existente para la implementación de un nuevo diseño, así como las necesidades actuales que permitan optimizar los recursos limitados con los

que actualmente cuenta la institución y poder ofrecer un servicio óptimo a la ciudadanía.

3.4. LIMITACIONES Y DIFICULTADAS

Entre las limitaciones y dificultades para el desarrollo del proyecto se identificó:

- Sistemas operativos y lenguajes de desarrollo en versiones sin soporte del proveedor, por lo cual se requirió el uso de nuevas tecnologías para la implementación del proyecto.
- Hosting local con hardware sin soporte por parte del proveedor y con recursos al límite de su capacidad.
- La arquitectura actual se basa completamente en aplicativos monolíticos para cada servicio virtual.
- Limitaciones de número de personal del equipo para realizar actividades de desarrollo, algunos servicios del diseño vigente se mantendrán, integrándose a los microservicios propuestos.

3.5. REQUISITOS

Facilitar el acceso de los usuarios a la plataforma para consultar los resultados de diversos procesos de evaluación en los que han participado.

Permitir el ingreso de los sustentantes evaluados en la plataforma utilizando su número de cédula y contraseña. A través de esta opción, podrán visualizar un historial de sus calificaciones en evaluaciones previas y descargar un informe detallado de sus resultados.

Ofrecer la capacidad de verificar la autenticidad de los informes impresos, lo que brinda a las instituciones la garantía de la veracidad de los resultados.

Facilitar a las instituciones educativas que han participado en los procesos de evaluación la descarga de informes de resultados de manera pública o privada, según corresponda. Permitir la visualización y descarga dinámica de informes de resultados a nivel geográfico, incluyendo niveles distritales, zonales, provinciales y nacionales, mediante un visor de resultados.

3.5.1. CONTEXTO ADICIONAL:

El proyecto debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Escalabilidad: Dado que la carga en los aplicativos o servicios puede aumentar significativamente según el proceso de evaluación, el diseño de la arquitectura debe contemplar la capacidad de crecimiento de distintos servicios en etapas o fechas diferentes. Esto implica diseñar sistemas que puedan escalar horizontalmente para manejar mayores cargas de trabajo de manera eficiente.

Limitación de Recursos Humanos: El equipo de desarrollo se encuentra limitado a dos desarrolladores, y el personal de infraestructura, red y soporte técnico de servidores está compuesto por una sola persona. Esto requiere una planificación

cuidadosa para maximizar la eficiencia de los recursos humanos disponibles. El diseño de la arquitectura debe ser lo más automatizado y eficiente posible.

Infraestructura limitada: Teniendo en cuenta que la infraestructura local, se debe considerar el uso limitado de recursos de almacenamiento en discos, memoria ram y capacidad de procesamiento, es por ellos que se debe priorizar el uso de tecnologías que use de forma eficiente estos recursos.

3.5.2. OTRA INFORMACIÓN.

De la necesidad planteada se considera: los siguientes requerimientos no funcionales:

- Base de datos relacional.
- Multiplataforma (Aplicación Web/ Móvil)
- Buen rendimiento (Performance)
- Amigable para el usuario
- Seguridad
- Escalabilidad
- Eficiencia
- Mantenimiento óptimo con personal técnico limitado

3.5.3. VISTA GENERAL

De manera general se ha considerado para el sistema los siguientes componentes:

- Login
- Publicación de informes
- Validar informes físicos
- Consulta resultados
- Generar informes pdf
- Consulta datos SIG

3.6. JUSTIFICACIÓN DE LAS DECISIONES CLAVE

La propuesta de una nueva arquitectura para la consulta de resultados de las evaluaciones educativas surge de la necesidad de optimizar los recursos disponibles y hacer frente a la creciente demanda de los usuarios en cuanto a la entrega y publicación de los mismos.

La implementación de mejores prácticas y la adopción de nuevas tecnologías permitirán brindar servicios de mayor calidad a la ciudadanía. La utilización de microservicios representa una mejora significativa en la escalabilidad, una de las necesidades fundamentales de la institución. Esto se debe a que los microservicios pueden ser implementados con diversas tecnologías y, al mismo tiempo, reducen la redundancia de servicios, lo que optimiza los recursos físicos.

En la actualidad, el sistema funciona con sistemas monolíticos con software obsoleto y sin soporte técnico, tanto por parte de la comunidad como del proveedor del lenguaje. Esto implica una limitación cuando se requiere el uso de múltiples plataformas e interconectar estos aplicativos, dificultando la optimización de recursos, tanto tecnológicos como humanos. Es por eso que se considera necesario adoptar nuevas tecnologías para garantizar un funcionamiento eficiente de los recursos existentes.

La elección de microservicios se fundamenta en su capacidad para escalar según la demanda de cada servicio, lo que resulta fundamental en el contexto de la institución. Además, se contempla el uso de herramientas SIG de código abierto en combinación con servicios y microservicios para los componentes que integran la infraestructura espacial, lo que contribuirá diversidad de tecnologías en el sistema, agilitando la implementación de herramientas y funcionalidades sin necesidad de hacer un cambio significativo a todo el sistema o a todos los sistemas monolíticos que tengas esa funcionalidad en su desarrollo.

3.7. INTERESADOS

3.7.1. INTERESADOS

- Sustentantes evaluados
- Autoridades institucionales de instituciones educativas
- Autoridades educativas a nivel distrital y zonal
- Ministerio de educación
- Ciudadanía
- Comunidad científica e investigadores
- Desarrolladores

3.7.2. TRAZABILIDAD CONSIDERACIONES – INTERESADOS

En la siguiente tabla se identifica las inquietudes de las partes interesadas.

Tabla 1 Asociación de las partes interesadas a las preocupaciones en un AD

	Sustentantes evaluados	Autoridades institucionales de instituciones educativas	Autoridades educativas a nivel distrital y zonal	Ministerio de educación	Ciudadanía	Comunidad científica e investigadores	Desarrolladores
Seguridad	X	X		X			X
Escalabilidad	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento							X
Disponibilidad	X	X	X	X	X	X	X
Portabilidad	X	X	X		X		X
Integridad	X	X	X	X	X	X	X
Eficiencia	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Propia

3.8. ARQUITECTURA ACTUAL

Del análisis de la arquitectura actual se identificó que los sistemas que presentan los resultados de las evaluaciones educativas (Ilustración 5), se encuentra desarrollador y soportado con las siguientes tecnologías:

- Primefaces 6 y 7
- JSF 2.0
- Java 7 y 8
- Postgres 12
- Glassfish 3 y 4

Los mismos que funcionan en servidores con:

- Sistema operativo Centos 6
- Almacenamiento de 200MB
- Memoria Ram de 16GB
- Procesador de 8 núcleos de 3.6GHz.

3.8.1. COMPONENTES DE LA ARQUITECTURA ACTUAL

En el diagrama (Ilustración 5), muestra la relacionan de los sistemas que se encuentra actualmente:

Sistema para nivel micro:

- **Módulo de login** el cual permite la gestión de autenticación
- **Módulo de recuperar contraseña** el cual permite la gestión para recuperar las contraseñas de los usuarios
- **Módulo de actualizar correo** el cual permite la gestión para la actualización de correo electrónico
- **Módulo de solicitud de publicación de informe** el cual permite la gestión para la publicación de informes de resultados
- **Módulo de validación de informes** el cual permite validar por código QR la información de los informes físicos o digitales.

Sistema para nivel meso:

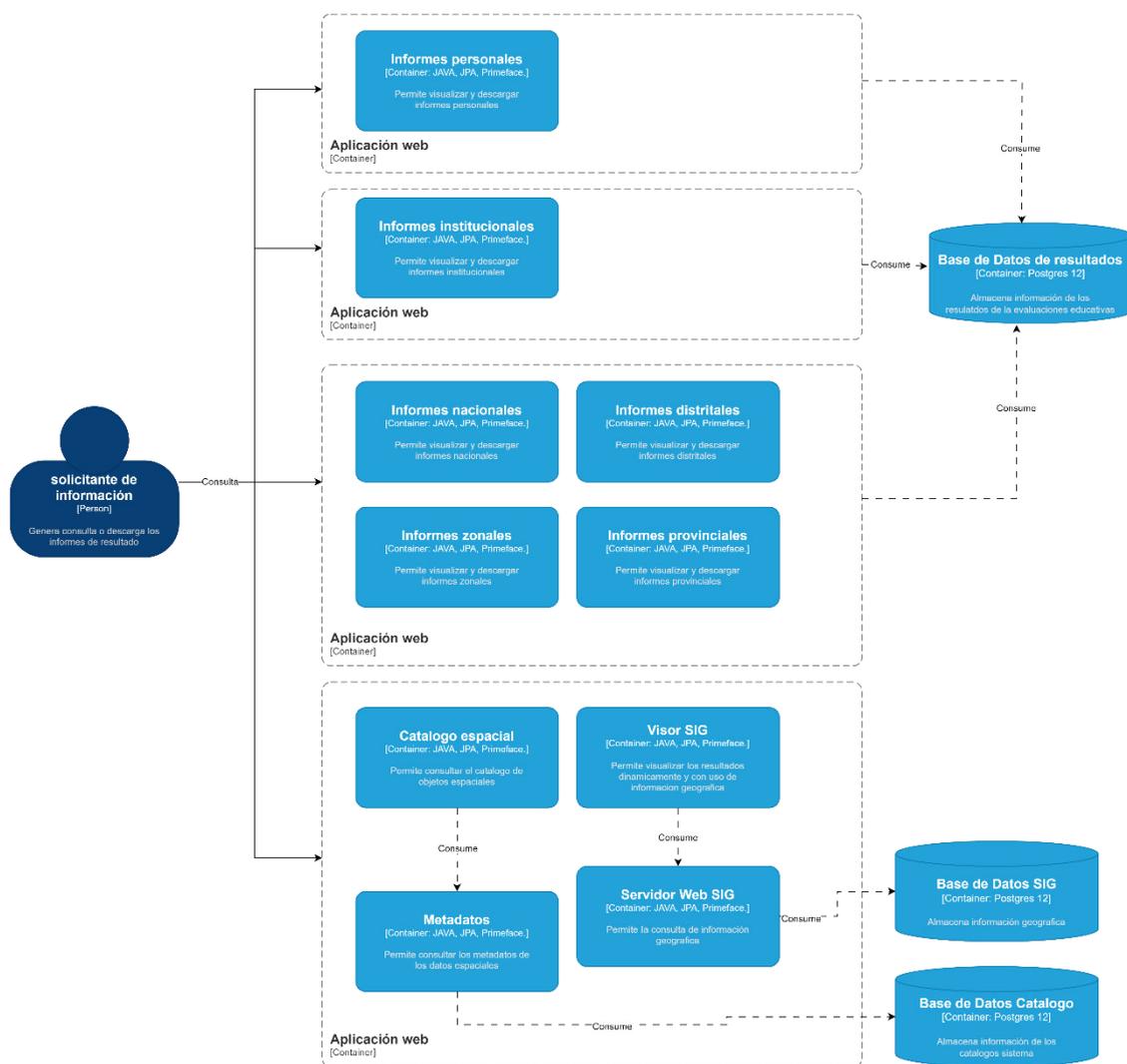
- **Módulo público:** Permite la consulta de informes públicos
- **Módulo privado:** Permite la gestión de autenticación a informes privados

Sistemas para nivel macro:

- **Metadatos:** Permite consultar los metadatos de los datos espaciales
- **Catálogo espacial:** Permite consultar el catálogo de objetos espaciales

- **Visor SIG:** Permite visualizar los resultados dinámicamente y con uso de información geográfica
- **Informes provinciales:** Permite visualizar y descargar informes provinciales
- **Informes zonales:** Permite visualizar y descargar informes zonales
- **Informes distritales:** Permite visualizar y descargar informes distritales
- **Informes nacionales:** Permite visualizar y descargar informes nacionales
- **Servidor Web SIG:** Permite la consulta de información geográfica

Ilustración 5 Diseño de arquitectura vigente



Fuente: Propia

3.9. ARQUITECTURA PROPUESTA

La comprensión del sistema monolítico existente fue un paso fundamental en el proceso, se realizó el análisis de la arquitectura, los componentes, las dependencias y las funcionalidades de los sistemas existentes y se identificaron los diferentes módulos y sistemas, que incluyen la interfaz de usuario, la lógica de negocio y la gestión de datos.

El proceso de descomposición siguió una serie de pasos sistemáticos. Inicialmente, se realizó un análisis de la arquitectura del sistema monolítico en su totalidad, lo que permitió identificar las capas lógicas y sus interconexiones. Luego, se aplicó el Patrón de Descomposición por Capas para definir la estructura modular de los microservicios. Cada microservicio se diseñó teniendo en cuenta principios fundamentales en la arquitectura como autonomía, cohesión y bajo acoplamiento. Además, se gestionaron las dependencias entre microservicios mediante protocolos de comunicación REST. Este enfoque permitió una descomposición efectiva del sistema monolítico en microservicios independientes

Se definieron las funcionalidades específicas proporcionadas por cada capa, lo que facilitó la identificación de las funcionalidades que se convirtieron en un microservicio. Esta etapa fue crucial para la propuesta de la nueva arquitectura.

En cuanto a la elección de tecnologías y herramientas para implementar los microservicios, se optó por utilizar tecnologías y frameworks especializados que aporten en la creación y gestión de microservicios, como javascript, PHP, Laravel y Next. Estas herramientas son ampliamente usadas por su facilidad de implementación y mantenimiento y para la creación de los microservicios.

3.9.1. COMPONENTES PROPUESTOS

- **Microservicio de login:** Permite la gestión de autenticación
- **Microservicio de solicitudes:** Permite la gestión para la solicitud de publicación de informes de resultados.
- **Microservicio de consulta resultados e informes:** Permite consultar los resultados de las evaluaciones educativas.
- **Microservicio generador de documento pdf:** Permite Generar documentos pdf
- **Microservicio de consulta de datos SIG:** Permite recuperar los resultados con datos con información geográfica.
 - **Microservicio Consulta la información geográfica:** Permite consultar datos de tipo geográfico o que contengan información geográfica.
 - **Microservicio Catalogo espacial:** Permite consultar la ruta del catálogo de objetos espaciales.
 - **Microservicio Metadatos:** Permite consultar los metadatos de los datos espaciales.

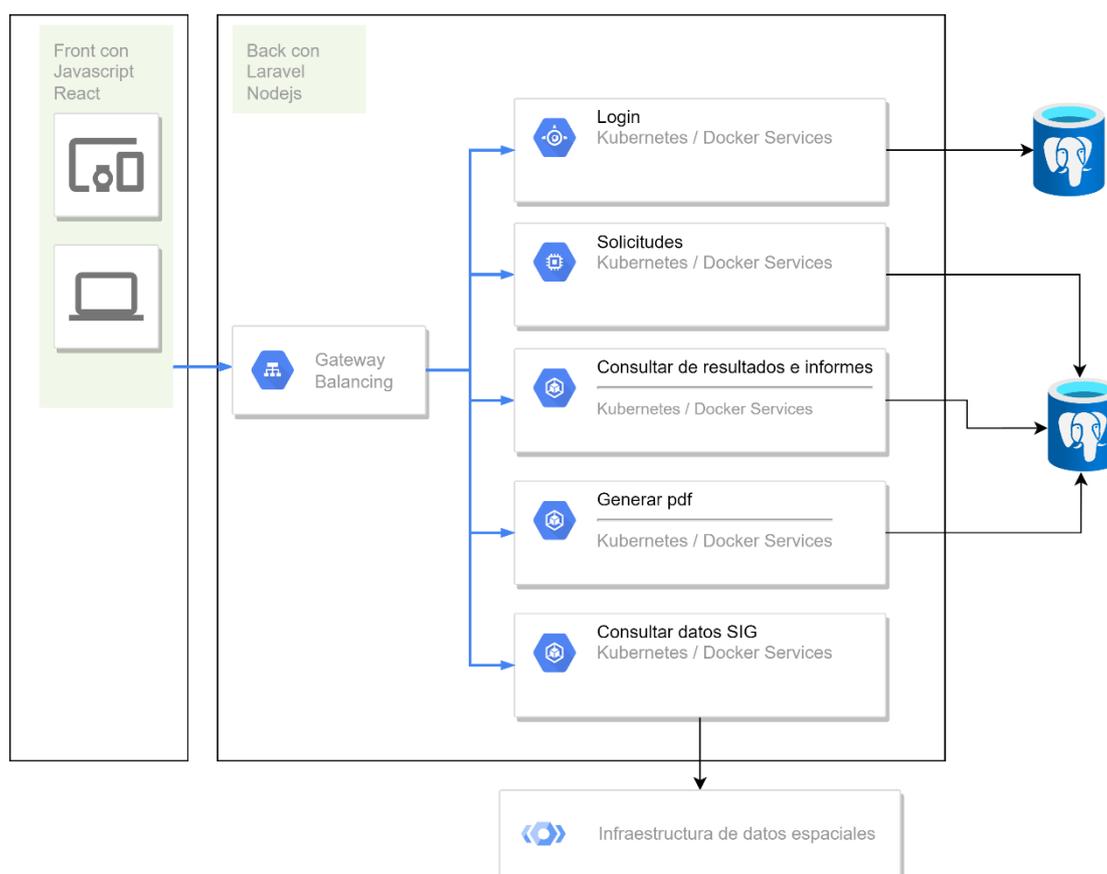
El diseño propuesto basado en microservicios incorpora una perspectiva pragmática al considerar que algunos de los componentes de la infraestructura de datos espaciales, debido a su especificidad técnica, no deben ser desarrollados desde cero. En su lugar,

se opta por la utilización de software libre que ha sido ampliamente probado y utilizado a nivel mundial. Un ejemplo destacado es un servidor de mapas, como Geoserver, que cumple con los estándares y requisitos necesarios. Geoserver permite la publicación de servicios como WMS y WFS, gestión de capas, así como el soporte de diversas fuentes de datos y múltiples formatos. Por tanto, no se recomienda el desarrollo personalizado de este componente. En su lugar, se contempla la creación de un microservicio que aproveche los recursos proporcionados por Geoserver, manteniendo la integración con las bases de datos para cada componente.

En cuanto a la elección de la base de datos, se considera mantener el motor de base de datos relacional que brinde un sólido soporte para datos espaciales. Por lo tanto, se opta por PostgreSQL en su versión 12 o superior con la extensión PostGIS 3, dado que es conocido por ser una solución de software libre con un fuerte respaldo en este ámbito. El diseño de la base de datos se mantiene como relacional, ya que esta estructura es la más adecuada para los requisitos específicos de la información manejada en los procesos de evaluación.

Se contempla la posibilidad de ampliar las tablas o generar nuevas bases de datos según las necesidades específicas al implementar los microservicios. Esta aproximación permite una mayor flexibilidad y eficiencia en el manejo de datos.

Ilustración 6 Diseño arquitectura propuesta



Fuente: Propia

3.10. DECISIONES DE ARQUITECTURA Y JUSTIFICACIÓN

3.10.1. DECISIONES DE ARQUITECTURA (ADR)

Front-end del sistema para la entrega de resultados de las evaluaciones educativas

- Estado: Aceptado
- Decisores: Víctor Hugo Cofre, Edwin Gallardo
- Date: 2023-07

Contexto y declaración del problema

- Permitir ingresar a los sustentantes evaluados en la plataforma, por medio de su número de cedula y clave, podrán visualizar los resultados históricos de las evaluaciones en la que haya participado, así como permitir descargar un informe un detalle de sus calificaciones.
- Este sistema debe soportar su uso en web y móvil.

Impulsores de decisión

Escoger un cliente web responsivo para adaptabilidad en web y móvil.

Opciones consideradas

- Web
- Móvil

Resultado de la decisión

"[Web]", porque nos permite a futuro aumentar la oferta tecnológica. (Html, Javascript, React, React native)

Consecuencias positivas

- Mejorar la experiencia del usuario.
- Mejorar la tecnología y herramientas utilizadas.

Consecuencias negativas

- Incompatibilidad de nuevas tecnologías con navegadores deprecados.

Pros y contras de las opciones

[Web]

- Bueno, acceder desde cualquier navegador.
- Malo, versión del navegador actualizado.

[Móvil]

- Bueno, porque en la actualidad toda persona cuenta con un dispositivo móvil.
- Malo, los dispositivos móviles manejan diferentes resoluciones.

[Backend]

- Estado: Aceptado
- Decisores: Víctor Hugo Cofre, Edwin Gallardo
- Fecha: 2023-07

Contexto y declaración del problema

- El sistema de entrega de resultados requiere se pueda acceder desde varias plataformas.
- Necesidad escalabilidad.

Impulsores de decisión

- Uso de microservicios para escalabilidad y mantenimiento agil.

Opciones consideradas

- Monolítico
- Microservicios

Resultado de la decisión

"[Monolítico]", porque nos permite mantener los sistemas que no pueden ser modificados.

"[Microservicios]", porque nos permite acceder desde varias tecnologías y escalar fácilmente.

Consecuencias positivas

- Escalable.
- Multiplataforma (Móvil / Web)
- Fácil mantenimiento.
- Seguridad
- Rápida

Consecuencias negativas

- Conocimiento tecnológico previo.

Pros and contras de las opciones

[Monolítico]

- Bueno, porque no necesitas conocimiento avanzado de arquitectura.
- Malo, porque no es fácil su escalabilidad.

[Microservicios]

- Bueno: porque es escalable, multiplataforma, fácil mantenimiento. seguridad y rapidez
- Malo, porque se requiere conocimientos técnicos avanzados

- Uso de contenedores Docker

Base de datos de cada Microservicio

- Estado: Aceptado
- Decisores: Víctor Hugo Cofre, Edwin Gallardo
- Fecha: 2023-07

Contexto y declaración del problema

- Este sistema debe soportar su uso en escritorio web y móvil.
- Debe soportar el manejo de datos espaciales

Impulsores de decisión

- Escoger una alternativa de almacenamiento escalable, fácil de mantener y que se adapte al diseño web y manejo de datos geograficos

Opciones consideradas

- Una base de datos individual para cada microservicio (Postgres 12)
- Una base de datos centralizada de los resultados de las evaluaciones (Postgres 12) con postgis 3

Resultado de la decisión

"[Una base de datos relacional para los resultados]", permite acceder a los resultados entre cada proceso de evaluación y soporta datos geográficos.

"[Una base de datos individual para cada microservicio]", permite aumentar la capacidad de crecimiento, fácil mantenimiento.

Consecuencias positivas

- Escalable.
- Disponibilidad.
- Fácil mantenimiento.

Pros and Cons de las opciones

Una base de datos individual para cada microservicio

- Bueno, su estructura es sencilla y su mantenimiento fácil.
- Malo, para respaldar el sistema se debe considerar cada bdd.
- Malo, al requerirse un informe que considere la información de todas las bases de datos.

Una base de datos centralizada

- Bueno, el respaldo completo se centraliza en un sola bdd, y el respaldo incremental o diferencial es más complejo.
- Malo, la escalabilidad y recursos se centran en una sola bdd.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos reflejan una reducción significativa en el número de componentes y sistemas, pasando de 15 a 8 como resultado de la simplificación de funcionalidades por la transición hacia microservicios.

Cada servidor web tenía una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 200MB, con la implementación de microservicios, el tamaño promedio de cada servicio se encuentra entre 5 y 20MB, lo que permite un crecimiento escalable de hasta 10 veces sin requerir adquirir nuevos equipos de almacenamiento en la infraestructura.

El mantenimiento del sistema se llevaba a cabo en entornos individuales, lo que implicaba la gestión de varios sistemas en diferentes lenguajes y, en algunos casos, diferentes versiones y obsoletas. Con la implementación de microservicios, se logra homogeneizar las versiones y lenguajes de software LTS. Esto simplifica las tareas de mantenimiento ya que el uso de framework optimiza los tiempos de desarrollo.

El cambio hacia microservicios conlleva el abandono de componentes monolíticos basados en tecnologías obsoletas, como JSF y PrimeFaces en sus versiones iniciales, en lugar de ello, se opta por alternativas ampliamente aceptadas por la comunidad y con un mejor rendimiento en el contexto de microservicios, como JavaScript, React, Next, y Laravel.

La base de datos a PostgreSQL 10 o una versión superior con PostGIS 3, garantiza un motor de base de datos actualizado y eficiente para la información relacional de las distintas evaluaciones educativas.

5. CONCLUSIONES

Se ha logrado una transición exitosa desde un diseño de arquitectura completamente monolítica a un diseño con base en microservicios, se ha reducido significativamente el número de componentes, lo que simplifica la gestión y el mantenimiento por parte del equipo de desarrollados.

La implementación de microservicios ha mejorado notablemente la escalabilidad y la disponibilidad del sistema. El uso de servicios más livianos ha permitido un crecimiento eficiente en respuesta a una alta demanda sin requerir una expansión significativa en el espacio de almacenamiento ni en los recursos de hardware del SO.

El proyecto ha contribuido a la homogeneización de las versiones y lenguajes de software, reduciendo la complejidad y facilitando el soporte técnico. La adopción de tecnologías actuales, como JavaScript, React, Next, y Laravel y PostgreSQL, ha posicionado el diseño del sistema en un entorno tecnológico moderno y seguro.

La optimización de recursos, tanto tecnológicos como humanos, es una de las conclusiones clave. El uso de microservicios ha permitido una administración más eficiente de los recursos humanos, lo que resulta en equipos de trabajo más eficaces.

La alineación con Estándares Internacionales, la definición de componentes de infraestructura de datos espaciales se conservó y los microservicios mantuvieron los estándares con ello se aprovecha los sistemas SIG open source como fuentes de origen de datos espaciales que son consumidos por los microservicios.

El proyecto ha logrado sus objetivos al diseñar una arquitectura orientada a microservicios que mejora significativamente la eficiencia, la escalabilidad y la disponibilidad del sistema, al tiempo que optimiza los recursos y lo alinea con tecnologías actuales. Resaltando la importancia de esta transición tecnológica para satisfacer las necesidades institucionales y ofrecer servicios de alta calidad a los usuarios.

Es recomendable contemplar para una etapa futura la adopción del diseño sugerido en plataformas de nube como Amazon, Azure o Google Cloud, ya que estas facilitan la implementación sencilla de sistemas altamente seguros, confiables y capaces de expandirse según la necesidad.

6. GLOSARIO

Backend: es la parte o rama del desarrollo web encargada de que toda la lógica de una página funcione. Consiste en el conjunto de acciones que pasan dentro de una web, pero que no podemos ver. Un ejemplo de esto es la comunicación con el servidor.

Front-end; se refiere a la práctica de producir HTML, CSS y JavaScript. Estos tres elementos se encargan de dar forma a la parte frontal de un sitio web o aplicación. Esto incluye los fondos, colores, texto, animaciones o efectos.

Geoserver: es un servidor de datos espaciales de código abierto, escrito en Java, que permite a los usuarios compartir y editar datos geoespaciales.

GlassFish es un servidor de aplicaciones JavaEE integral, escalable, seguro y de administración sencilla, que facilita la creación y despliegue de aplicaciones Java en entornos de servidor.

Html: Lenguaje de Marcado de Hipertexto (Multiplataforma: es un tipo de aplicación/programa/software que funciona en varios sistemas operativos o dispositivos, que a menudo se denominan plataformas.

IDE (Entorno de Desarrollo Integrado): Un IDE es una aplicación informática que proporciona un conjunto de herramientas y características integradas para facilitar el desarrollo de software. Ejemplos populares de IDE incluyen Eclipse, IntelliJ IDEA, y Visual Studio.

Java: Java es un lenguaje de programación de alto nivel y una plataforma informática. Es ampliamente utilizado en el desarrollo de aplicaciones de escritorio, aplicaciones web, aplicaciones móviles y sistemas embebidos. Java es conocido por su portabilidad y su capacidad de ejecutarse en diferentes sistemas operativos.

Javascript: es un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y orientado a objetos, utilizado principalmente en el desarrollo web, pensado para agregar potencial de interacción y dinamismo a las páginas web.

JSF (JavaServer Faces): JSF es un marco de trabajo de Java para la creación de aplicaciones web basadas en Java. Proporciona componentes de interfaz de usuario reutilizables y un modelo de programación basado en componentes para simplificar el desarrollo de aplicaciones web.

Laravel: es un framework PHP y utiliza un lenguaje de scripting en lugar de ser un lenguaje de programación PHP estricto.

LTS, o Soporte a Largo Plazo, garantiza un nivel superior de respaldo y consistencia en contraste con las ediciones normales, ya que se compromete a suministrar actualizaciones de seguridad y solución de errores a lo largo de un periodo extendido.

Open source: El software de código abierto se refiere a un código diseñado de tal manera que se encuentra disponible para el público en general, permitiendo que cualquiera pueda visualizar, editar y compartir el código según su elección.

PostGIS: es una extensión de código abierto para PostgreSQL que agrega soporte para datos geoespaciales y capacidades de análisis espacial. Permite almacenar, consultar y analizar datos geoespaciales, como mapas y coordenadas geográficas.

Postgres: PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS, por sus siglas en inglés) de código abierto y altamente extensible. Es conocido por su capacidad de manejar datos complejos y consultas avanzadas.

Primefaces: es una librería ligera que está encapsulada en un único jar y que no requiere el uso o instalación de software de terceros para su puesta en marcha.

React: es una de las librerías más populares de JavaScript para el desarrollo de aplicaciones móviles y web. Creada por Facebook, React contiene una colección de fragmentos de código JavaScript reutilizables utilizados para crear interfaces de usuario (UI) llamadas componentes.

SO: El software de control central de una computadora que gestiona recursos como la memoria, el almacenamiento y los periféricos, y permite la ejecución de programas y aplicaciones.

WCS: Para obtener y consultar coberturas, orientado a capas raster conservando los valores de cada celda.

WFS: Para obtener y editar entidades geográficas y atributos, orientado a capas de tipo vectorial.

WMS: se trata de un servicio ideado para obtener mapas y capas en formato imagen.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, C., (2015). Software engineering
- A, Miguel, (2012). Fundamentos de las infraestructuras de datos espaciales
- Amazon ECS, (2023). Amazon Elastic Container Service. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/ecs/>
- Alba, I., (2021). Infraestructuras de Datos Espaciales. Centro Nacional de Información Geográfica (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana)
- Alfonso Erba, Stiefel, (2012). Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales
- Bernabé, M., & López, C., (2012). Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE)
- Chris Richardson, (2021). Monolithic architecture
- Click, (2023). Arquitectura monolítica vs arquitectura de microservicios: ¿cuál debo elegir?. Obtenido de <https://click-it.es/arquitectura-monolitica-vs-arquitectura-de-microservicios-cual-debo-elegir/>
- CONAGE, (2009). Estándares de Información Geográfica
- CONAGE, (2010). consejo nacional de geoinformatica
- CONAGE, (2010). Estándares de información Geográfica
- Constitución del Ecuador, (2015). Constitución del Ecuador
- Fratila, D., (2016). Desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales y un Geoportal mediante software libre en el municipio de Villar del Arzobispo Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica , Cartográfica y Topografía
- Ineval, (2016). Normativa de políticas de acceso a la información y publicación de resultados del instituto nacional de evaluación educativa
- Ineval, (2023). Banco de Información Ineval descarga de informes. Obtenido de <http://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/BI/informes-resultados/>
- Iniesto, M., & Amparo, A., (2014). Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales
- Kazakov, Eduard and Kondrik, Dmitry and Pozdnyakov, Dmitry (2018). Spatial data assimilation with a service-based {GIS} infrastructure for mapping and analysis of E. Huxleyi blooms in arctic seas. doi:10.1117/12.2325127
- Kunkel, R. and Sorg, J. and Klump, J. and Kolditz, Olaf and Rink, Karsten and Gasche, Rainer and Neidl, Frank, (2013). A Spatial Data Infrastructure for terrestrial observation. data doi:10.1109/ICNSC.2013.6548744
- Martin Fowler, (2014). Microservices a definition of this new architectural term
- Parnas, David Lorge. (2018). Information distribution aspects of design methodology. Carnegie Mellon University. Journal contribution. <https://doi.org/10.1184/R1/6606470.v1>
- Plainconcepts, (2023). ¿Qué es el cloud computing? | Todo lo que debes saber. Obtenido de <https://www.plainconcepts.com/es/que-es-cloud-computing/>
- Postgis, (2023). Postgis. Obtenido de <https://postgis.net/>
- Rodríguez C,(2018). INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA
- Roy, Sayon and Das, Subhashis, (2015). Spatial data infrastructures: Its metadata and analysis. doi:10.1109/ETTLIS.2015.7048170
- Sam Newman, (2021). Building Microservices
- Senplades, (2004).Decreto Ejecutivo No. 2250
- Senplades, (2010). Secretaria nacional de planificación y desarrollo

Souza, Fabiola Andrade and Delgado, Juan Pedro Moreno, (2012). Evaluation of the Proposal of a Spatial Data Infrastructure in Bahia. data doi:10.1109/ICCSA.2012.38

Zhang, Jianbo and Liu, Jiping and Wang, Bei, (2010). SPATIAL DATAINFRASTRUCTURE FOR E-GOVERNMENT BASED ON THE GEOSPATIAL SERVICES.
doi:10.1109/ICEE.2010.169