



## **Infraestructura Cloud Sostenible**

Administración de sistemas informáticos en red / Presencial

Ricardo Evans Llanos

Tutor del TFG

## DEDICATORIA (OPCIONAL)

## Contenido

ABSTRACT .....	4
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	5
INTRODUCCIÓN .....	7
OBJETIVOS .....	8
DESCRIPCIÓN.....	12
DISEÑOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ABSTRACT

El objetivo del presente proyecto es implantar un entorno cloud, optimizando el uso de recursos y reduciendo la huella de carbono asociada a dicha implementación. Mediante la integración de la **computación en la Nube Verde (Green Cloud)**, la **automatización de uso de recursos de hardware** y el **cambio a energías renovables**, se aspira demostrar que es posible combinar la eficiencia operativa en un ámbito más ecológico (responsabilidad con el medio ambiente). También se mostrarán cuadros comparativos de los principales proveedores del mercado, una propuesta sobre prácticas sostenibles para la gestión de infraestructuras, y la implementación de herramientas de monitorización.

Se presentará un **marco teórico**, en conjunto con un **plan práctico** que disminuyan en un porcentaje importante las emisiones de carbono frente a lo que conocemos hoy, **sin sacrificar la eficiencia, ni la rentabilidad**. El fin es lograr un diseño que se pueda copiar en cualquier parte, que esté listo para manejar las tareas actuales que consumen gran cantidad de datos y procesamiento, como las de **IA, Análisis de datos (Big Data)**.

The objective of this project is to implement a cloud environment that optimizes resource use and reduces the carbon footprint associated with such an implementation. By integrating **Green Cloud computing, automating hardware resource usage, and changing to renewable energy sources**, the aim is to demonstrate that operational efficiency can coexist with a more ecological approach (environmental responsibility). Comparative tables of the main suppliers in the market will also be shown, a proposal on sustainable practices for infrastructure management and the implementation of monitoring tools.

A **theoretical framework** will be presented, combined with a **practical plan** to significantly reduce carbon emissions compared to current standards, **without compromising efficiency or profitability**. The goal is to achieve a replicable design that can be applied anywhere, ready to handle today's data and processing intensive tasks, such as those in **AI and Big Data analysis**.

## JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La justificación de este proyecto responde a la necesidad de un entorno cloud sostenible, y está basado en los siguientes cuatro aspectos: ambiental, tecnológico, económico y responsabilidad social corporativa.

**Medio ambiente:** El impacto ambiental de los centros de datos es indiscutible, consumen grandes cantidades de energía, en muchos casos dependen de la utilización de fuentes de recursos no renovables y además generan basura tecnológica<sup>1</sup>.

**Tecnológico:** La erupción de la AI, el IoT y el Big Data<sup>2</sup>, requieren cada vez más infraestructuras más potentes. Pero, la eficiencia en cuanto al consumo energético no debe mermar el rendimiento de los sistemas.

**Económico:** Debemos ver este proyecto como una ventaja competitiva. Aunque la inversión inicial en tecnologías avanzadas y la adaptación para utilizar de recursos renovables puede ser importante, a largo plazo se consiguen beneficios por la eficiencia energética y la no utilización de energías de fuentes fósiles<sup>3</sup>.

**Responsabilidad Social Corporativa (RSC):** Las empresas buscan alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU<sup>4</sup> cada vez más, esto no solo mejora la imagen corporativa, sino que también contribuye a cumplir con estos dichos objetivos.

---

<sup>1</sup> (The International Energy Agency IEA, 2023)

<sup>2</sup> (The International Energy Agency IEA, 2023)

<sup>3</sup> (IRENA - International Renewable Energy Agency, 2023)

<sup>4</sup> (Naciones Unidas - The 17 Goals, s.f.)

**Tabla comparativa de Proveedores Cloud Sostenibles**

Proveedor Cloud	Objetivos	Eficiencia Energética	Monitoreo	Certificaciones	Innovación Propuesta
Google Cloud <sup>5</sup>	100% energías renovables desde 2017	Alta	Google Cloud Operations Suite	CarbonNeutral, ISO 14001	-
Microsoft Azure <sup>6</sup>	100% renovables para 2025	Media-Alta	Azure Monitor	CarbonNeutral, ISO 50001	-
AWS (Amazon) <sup>7</sup>	50% renovables, objetivo de 100% para 2025	Media	AWS CloudWatch	ISO 14001, LEED Certification	-
IBM Cloud <sup>8</sup>	55% renovables, objetivo de 75% para 2025	Media	IBM Cloud Monitoring	ISO 14001, Energy Star	-
TFG	100% energías renovables desde el comienzo	Alta	Grafana + Prometheus	ISO 14001, LEED Certification (en proceso)	Automatización avanzada y IA para optimización energética

Tabla 1 – Comparativa de proveedores cloud

### Marcos normativos y legales:

- Internacionales
  - Acuerdo de París (2015)
  - Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU
- Regulaciones Europeas
  - Pacto Verde Europeo (European Green Deal)
  - Directiva de Eficiencia Energética (UE)
- Regulaciones en Estados Unidos
  - Ley de Reducción de la Inflación (Inflation Reduction Act, 2022)
  - Normativas Estatales
- Estándares de la Industria
  - ISO 14001 (Sistemas de Gestión Ambiental)
  - LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental)
- Justificación Legal para Proveedores Cloud
  - Justificación Legal para Proveedores Cloud
  - Regulaciones de Protección de Datos y Sostenibilidad (GDPR)

<sup>5</sup> (Google, 2024)

<sup>6</sup> (Microsoft, 2024)

<sup>7</sup> (AWS, 2024)

<sup>8</sup> (IBM, 2024)

## INTRODUCCIÓN

El cloud computing o computación en la nube, viene dando pasos agigantados en los últimos años, y ha cambiado la forma en que las grandes compañías y las personas ponen a disposición o acceden a los recursos tecnológicos. También, impulsado por una necesidad de reducir costos operativos, flexibilidad y escalabilidad. Pero es cambio tiene un impacto medio ambiental muy alto.

Actualmente los centros de datos consumen aproximadamente entre el 1% y 2% de la electricidad global, cifra que podría duplicarse para 2030 debido al ascenso de la IA, el Big Data y el Internet de las Cosas (IoT)<sup>9</sup>. En promedio una búsqueda en ChatGpt necesita 10 veces más que una búsqueda tradicional en Google<sup>10</sup>.

Debido a lo previamente expuesto, ¿cómo podríamos implementar y escalar una infraestructura en la nube sin comprometer aún más en medioambiente?

En el presente proyecto, propongo la implantación entorno cloud eficiente y escalable, pero también como un modelo de sostenibilidad. Integrando energías renovables, hardware de bajo consumo y algoritmos de IA para la gestión energética y que constituyen la base de éste trabajo.

---

<sup>9</sup> (The International Energy Agency IEA, 2023)

<sup>10</sup> (Goldman Sachs, 2024)

## OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto es implementar un entorno cloud que optimice el uso de recursos, reduzca el consumo energético y minimice la huella de carbono, dando como resultado que es posible combinar la eficiencia operativa con responsabilidad con el medio ambiente.

Los objetivos a desarrollar son:

1. Comparación de centro de datos tradicionales contra soluciones cloud sostenibles
2. Evaluar el término “sostenibilidad”, utilizando comparativas métricas de proveedores cloud, en cuanto al uso energías renovables y la eficiencia energética
3. Implementar herramientas de monitorización con el fin de medir el consumo energético y la huella de carbono
4. Formular prácticas sostenibles para la gestión de infraestructuras cloud, adicionando la automatización de recursos y el uso de energías renovables (energía solar, enfriamiento líquido, reutilización, reciclaje)
5. Exponer los beneficios de una infraestructura cloud sostenible a través de métricas cuantificables, como la reducción del consumo energético y los costos operativos, durante un periodo de 60 días continuos

**Objetivo 1:** Comparación de centro de datos tradicionales contra soluciones cloud sostenibles

R01 - Recopilación de datos de consumo energético y la huella de carbono de los centros de datos tradicionales.

R01F01 - Investigar y recopilar datos de fuentes confiables

R01F01T01 - Analizar y resumir los datos recopilados

R01F01T01P01 - Confirmar que los datos recopilados sean actuales y provengan de fuentes confiables



R02 - Comparar los datos con los de proveedores cloud sostenibles.

R02F01 - Diseñar tabla comparativa con métricas (consumo energético, uso de energías renovables, etc.)

R02F01T01 - Elaborar una tabla comparativa

R02F01T01P01 - Validar la fidelidad de la tabla comparativa

**Objetivo 2:** Evaluar el término “sostenibilidad”, utilizando comparativas métricas de proveedores cloud, en cuanto al uso energías renovables y la eficiencia energética

R03 - Definición de las métricas (eficiencia energética, certificaciones ambientales, porcentaje de energías renovables, etc.).

R03F01 - Investigar las políticas y prácticas de cada proveedor

R03F01T01 - Recopilar información de los informes de sostenibilidad de cada proveedor.

R03F01T01P01 - Verificar que los datos sean reales

R04 - Evaluar a los principales proveedores de cloud (Google Cloud, Microsoft Azure, AWS, IBM Cloud).

R04F01 - Crear una tabla de evaluación con las métricas definidas

R04F01T01 - Asignar puntuaciones a cada proveedor

R04F01T02 - Elaborar tabla de métricas para el proyecto

R04F01T01P01 - Validar que los resultados seas confiables

**Objetivo 3:** Implementar herramientas de monitorización con el fin de medir el consumo energético y la huella de carbono

R05 - Seleccionar las herramientas de monitorización adecuadas, por ejemplo, DataDog, Grafana + Prometheus, Google Cloud Operations Suite, Azure Monitor, AWS CloudWatch, Trend Micro Cloud One, AppDynamics, etc.

R05F01 - Investigar y comparar sobre las herramientas de monitorización disponibles

R05F01T01 - Instalar y configurar las herramientas de monitorización

R05F01T01P01 - Verificar que las herramientas estén correctamente configuradas

R06 - Configurar las herramientas para medir el consumo energético y la huella de carbono

R06F01 - Configurar las herramientas seleccionadas en la plataforma cloud

R06F01T01 - Crear paneles de control para visualizar las métricas

R06F01T02 - Realizar pruebas de funcionamiento

R06F01T01P01 - Validar las métricas mostradas

**Objetivo 4:** Formular prácticas sostenibles para la gestión de infraestructuras cloud, adicionando la automatización de recursos y el uso de energías renovables (energía solar, enfriamiento líquido, reutilización, reciclaje).

R07 - Escoger prácticas sostenibles aplicables a la gestión de infraestructuras cloud

R07F01 - Investigar mejores prácticas en sostenibilidad cloud

R07F01T01 - Compilar información sobre prácticas sostenibles

R05F01T01P01 - Verificar que las prácticas propuestas sean las correctas

R08 - Proponer el plan de implementación para las prácticas

R08F01 - Desarrollar el plan para la implementación de estas prácticas.

R08F01T01 - Elaboración del documento con las prácticas propuestas y su plan de implementación

R08F01T02 - Presentar el documento para revisión y aprobación

R08F01T01P01 - Validar el plan de implementación

**Objetivo 5:** Exponer los beneficios de una infraestructura cloud sostenible a través de métricas cuantificables, como la reducción del consumo energético y los costos operativos, durante un periodo de 60 días continuos.

R09 - Definir métricas cuantificables para medir los beneficios (por ejemplo, reducción del consumo energético, disminución de costos operativos)

R09F01 - Comparar las métricas antes y después de la implementación

R09F01T01 - Recopilar datos iniciales

R09F01T02 - Implementar el entorno cloud sostenible, incluyendo servidores

R09F01T01P01 - Verificar las métricas

R10 - Recopilar datos antes y después de la implementación de la infraestructura cloud sostenible

R10F01 - Elaborar un informe con los resultados obtenidos

R10F01T01 - Recopilar datos finales y compararlos con los datos iniciales

R10F01T02 - Elaboración de informe de resultados

R10F01T01P01 - Validar los datos obtenidos, perfectamente comparados

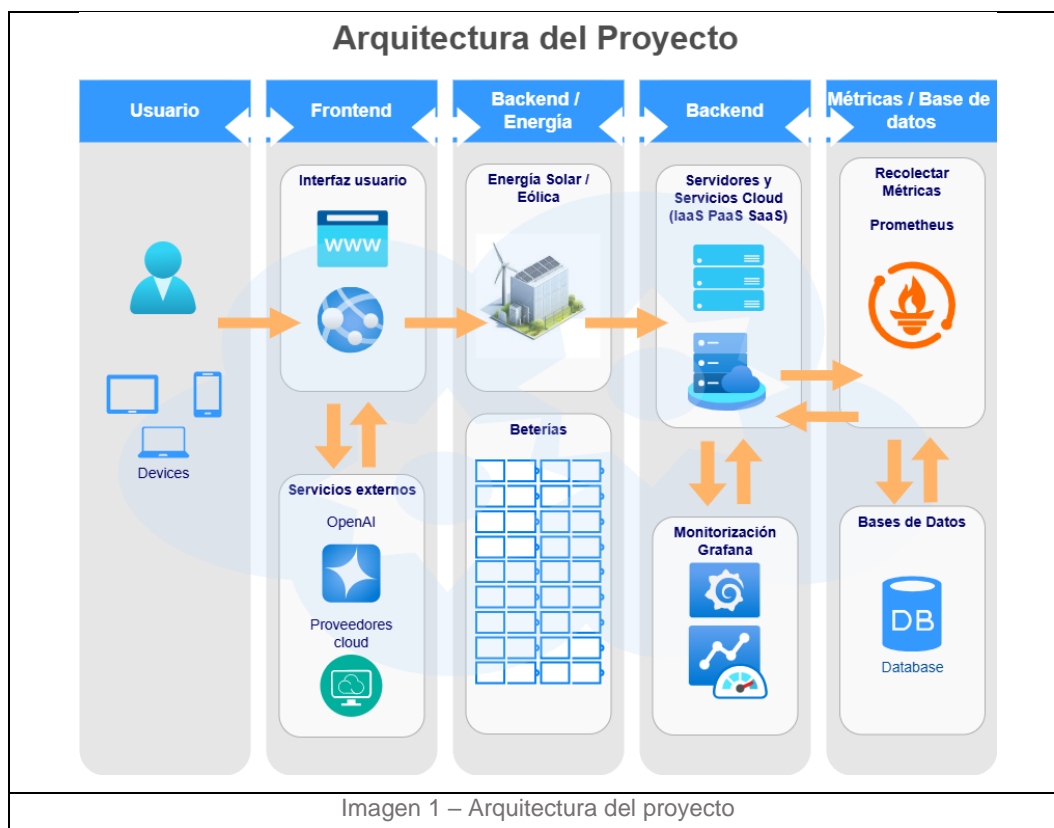
## DESCRIPCIÓN

### Arquitectura del Proyecto:

El siguiente diagrama (imagen 1) representa la **estructura general del proyecto**, incluyendo los componentes principales y cómo interactúan entre sí.

Componentes:

1. Frontend: Interfaz de usuario (web o móvil).
2. Servicios Externos: APIs de terceros, ejemplo, OpenAI, proveedores de cloud.
3. Backend /energía: Fuentes energéticas alternativas.
4. Backend: Servidores y servicios cloud.
5. Monitorización: Herramienta Grafana
6. Base de Datos: Almacenamiento de datos
7. Métricas: Herramienta Prometheus para capturar las mediciones de consumo energético y la huella de carbono.



**Casos de uso.** Incluye diagrama y tabla con:

- Descripción.
- Precondiciones
- Postcondiciones
- Datos de entrada
- Datos de salida
- Tablas
- Clases
- Interfaces

Ejemplo:

*Caso de uso: Pedir ayuda*

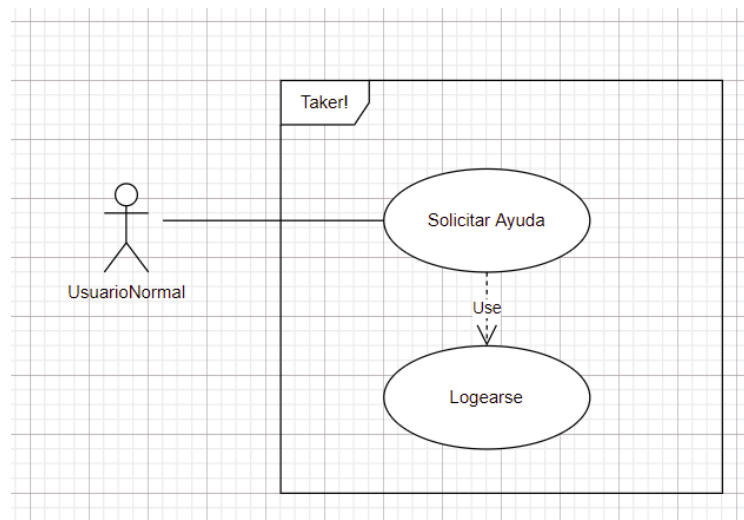


Ilustración 1: caso de uso Pedir Ayuda

<b>DESCRIPCIÓN:</b> Solicitar ayuda al especialista	
<b>PRECONDICIONES:</b>  Usuario logado	<b>POSTCONDICIONES:</b>  Solicitud en espera  Se inicia el chat
<b>DATOS ENTRADA</b>	<b>DATOS SALIDA</b>

Nombre especialista Id usuario Id especialista	Nombre especialista Id usuario Id especialista Idchat Valoración fecha/hora
<b>TABLAS:</b> USUARIOS CHAT	<b>CLASES:</b> ESPECIALISTA.PHP USUARIO NORMAL.PHP CHAT.PHP
<b>INTERFACES:</b> PERFILUSUARIO.HTML CHAT.HTML	

Tabla 1: caso de uso Pedir Ayuda

*Caso de uso: Inicio de sesión*

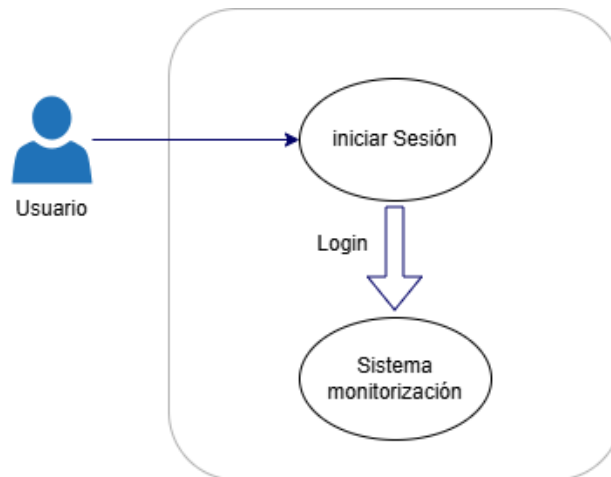


Imagen 2 – Caso de uso: Iniciar sesión

<b>DESCRIPCIÓN:</b> Inicio de sesión	
<b>PRECONDICIONES:</b>  Debe existir el usuario	<b>POSTCONDICIONES:</b>  El usuario accede al sistema, ingresando sus credenciales, usuario y clave
<b>DATOS ENTRADA</b>  Id usuario  Clave	<b>DATOS SALIDA</b>  Nombre y apellido del usuario  Perfil del usuario  Fecha y hora
<b>TABLAS:</b>  USER	<b>CLASES:</b>
<b>INTERFACES:</b>	
Tabla 2 – Caso de uso: Iniciar sesión	

*Caso de uso: Consultar estado de los Recursos*

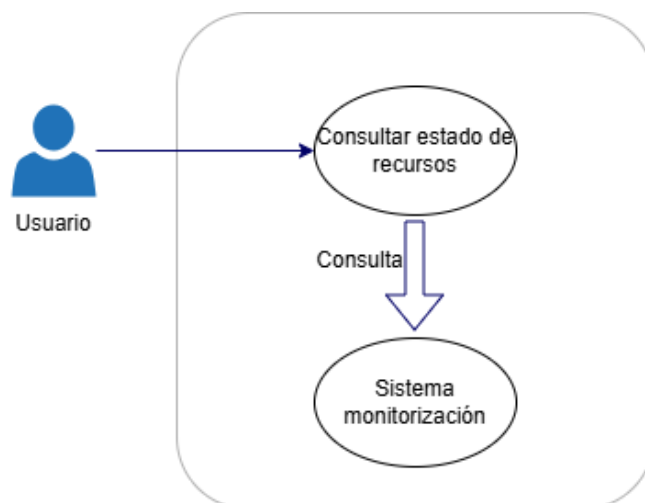


Imagen 3 – Caso de uso: Consultar estado de los recursos

<b>DESCRIPCIÓN:</b> Consultar estado de los Recursos	
<b>PRECONDICIONES:</b>  Usuario logado	<b>POSTCONDICIONES:</b>  Cuadro de mando o Dashbord
<b>DATOS ENTRADA</b>  Solicitud de consulta de estado de los nodos	<b>DATOS SALIDA</b>  Estados de los nodos:  Lista de servidores, bases de datos, etc.  Consumo energético, huella de carbono
<b>TABLAS:</b>  USER, NODO  METRICAS, ENERGIA	<b>CLASES:</b>
<b>INTERFACES:</b>	
Tabla 3 – Caso de uso: Consultar estado de los Recursos	



Caso de uso: Optimizar los recursos

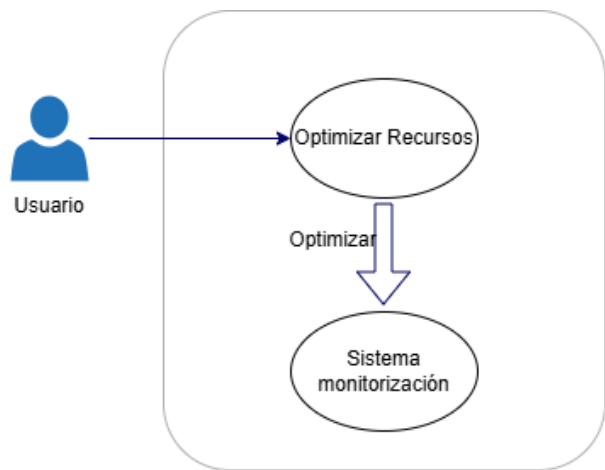


Imagen 4 – Caso de uso: Optimizar los recursos

<b>DESCRIPCIÓN:</b> Optimizar los recursos	
<b>PRECONDICIONES:</b>  Usuario logado	<b>POSTCONDICIONES:</b>  Cuadro de mando o Dashbord
<b>DATOS ENTRADA</b>  Solicitud del usuario al sistema para optimizar los recursos o nodos	<b>DATOS SALIDA</b>  Lista actualizada de los nodos, con el consumo energético y la huella de carbono optimizado, es decir a la baja.
<b>TABLAS:</b>  USER, NODO  METRICAS, ENERGIA	<b>CLASES:</b>
<b>INTERFACES:</b>	
Tabla 4 – Caso de uso: Optimizar los recursos	

Caso de uso: Generar reportes

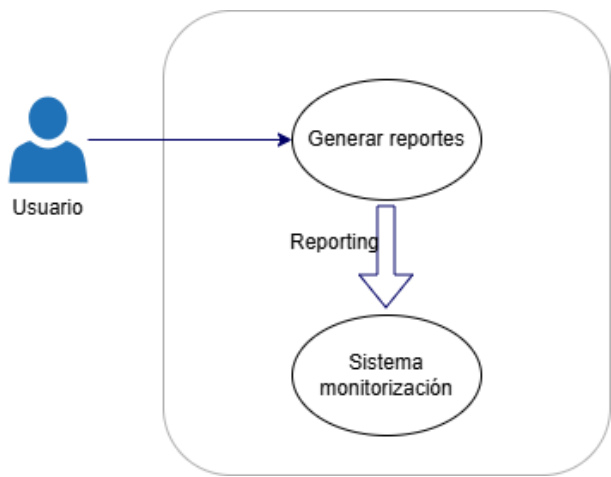


Imagen 5 – Caso de uso: Generar reportes

<b>DESCRIPCIÓN:</b> Generar reportes	
<b>PRECONDICIONES:</b>  Usuario logado	<b>POSTCONDICIONES:</b>  Cuadro de mando o Dashbord
<b>DATOS ENTRADA</b>  Solicitud del usuario al sistema que genere reportes	<b>DATOS SALIDA</b>  Reportes detallados de los nodos, con el consumo energético y la huella de carbono
<b>TABLAS:</b>  USER, NODO  METRICAS, ENERGIA	<b>CLASES:</b>
<b>INTERFACES:</b>	
Tabla 5 – Caso de uso: Generar reportes	

*Caso de uso: Configurar las Alertas*

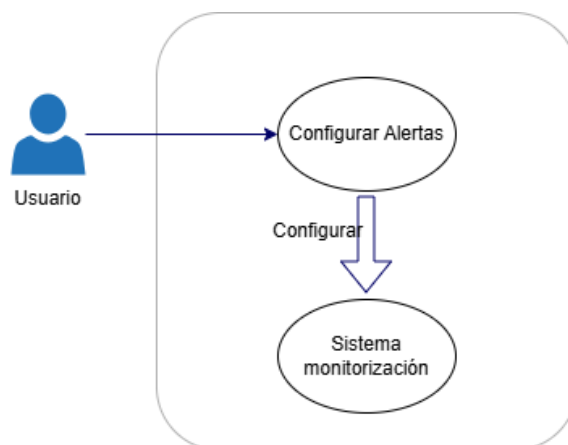


Imagen 6 – Caso de uso: Configurar las Alertas

<b>DESCRIPCIÓN:</b> Configurar las Alertas	
<b>PRECONDICIONES:</b>  Usuario logado	<b>POSTCONDICIONES:</b>  Cuadro de mando o Dashbord
<b>DATOS ENTRADA</b>  Configuración de umbrales específicos, sobre ele el consumo energético y huella de carbono	<b>DATOS SALIDA</b>  Lista de notificaciones para cuando se superen los umbrales configurados.
<b>TABLAS:</b>  USER, NODO  METRICAS, ENERGIA, ALERTAS	<b>CLASES:</b>
<b>INTERFACES:</b>	
Tabla 6 – Caso de uso: Configurar las Alertas	

*Caso de uso: Recolectar las métricas*

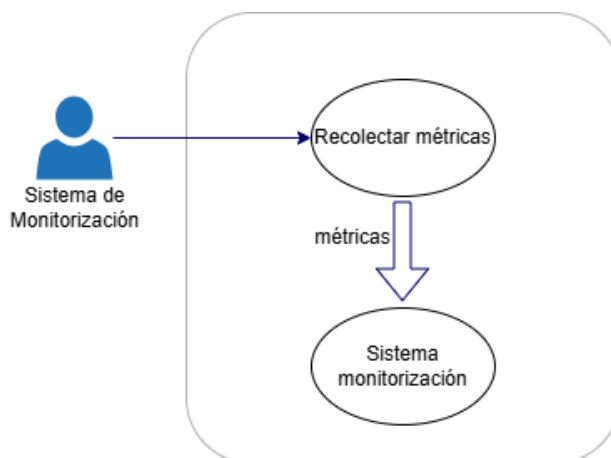


Imagen 7 – Caso de uso: Recolectar las métricas

<b>DESCRIPCIÓN:</b> Recolectar las métricas	
<b>PRECONDICIONES:</b>  Sistema de monitorización activo y nodos activos	<b>POSTCONDICIONES:</b>  Recolección de métricas de los recursos cloud
<b>DATOS ENTRADA</b>  Métricas sobre el consumo energético y huella de carbono de cada uno de los recursos del cloud	<b>DATOS SALIDA</b>  Métricas de consumo energético y huella de carbono de cada uno de los recursos del cloud
<b>TABLAS:</b>  NODO, METRICAS  ENERGIA	<b>CLASES:</b>
<b>INTERFACES:</b>	
Tabla 7 – Caso de uso: Recolectar las métricas	

*Caso de uso Notificar las Alertas*

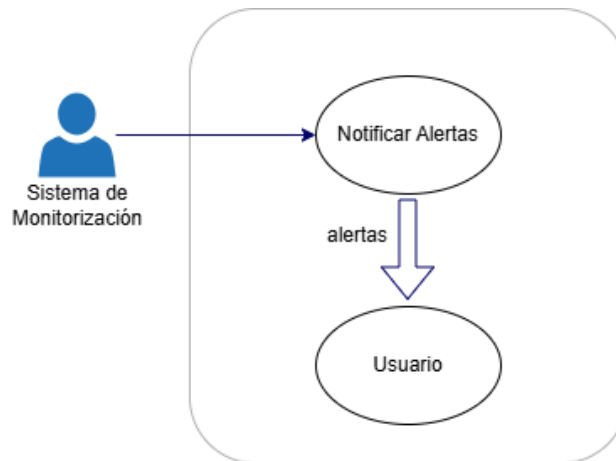
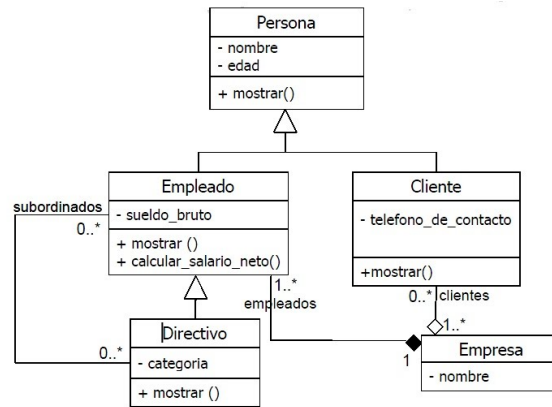


Imagen 8 – Caso de uso: Notificar las Alertas

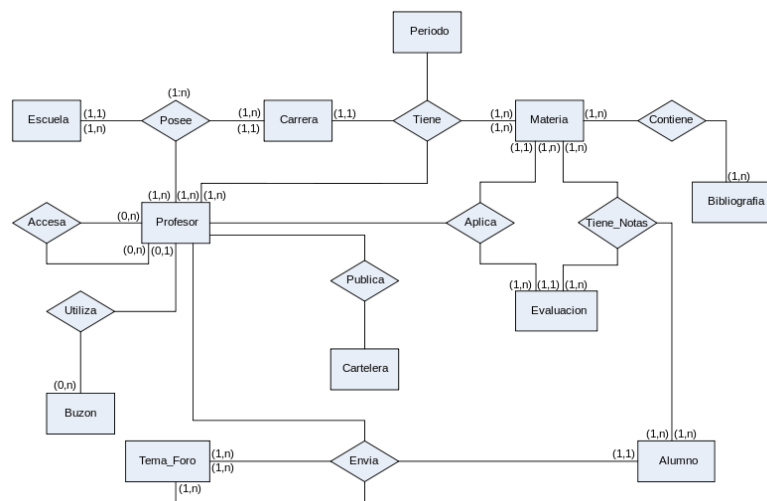
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Notificar las Alertas	
<b>PRECONDICIONES:</b>  Sistema de monitorización activo, nodos activos y umbrales configurados	<b>POSTCONDICIONES:</b>  Umbrales previaconfigurados superados.
<b>DATOS ENTRADA</b>  Métricas sobre el consumo energético y huella de carbono de cada uno de los recursos del cloud versus los umbrales configurados	<b>DATOS SALIDA</b>  Alertas de consumo energético y huella de carbono de cada uno de los recursos del cloud, por encima de los niveles de un sistema cloud sostenible.
<b>TABLAS:</b>  USER, NODO  METRICAS, ENERGIA, ALERTAS	<b>CLASES:</b>
<b>INTERFACES:</b>	
Tabla 8 – Caso de uso: Notificar las Alertas	

**DISEÑOS** (Los que procedan según el tipo de proyecto)

## Diagrama de clases.



## Diagrama E/R (Entidad - Relación)



## Diagrama de la base de datos. Con detalle de campos.

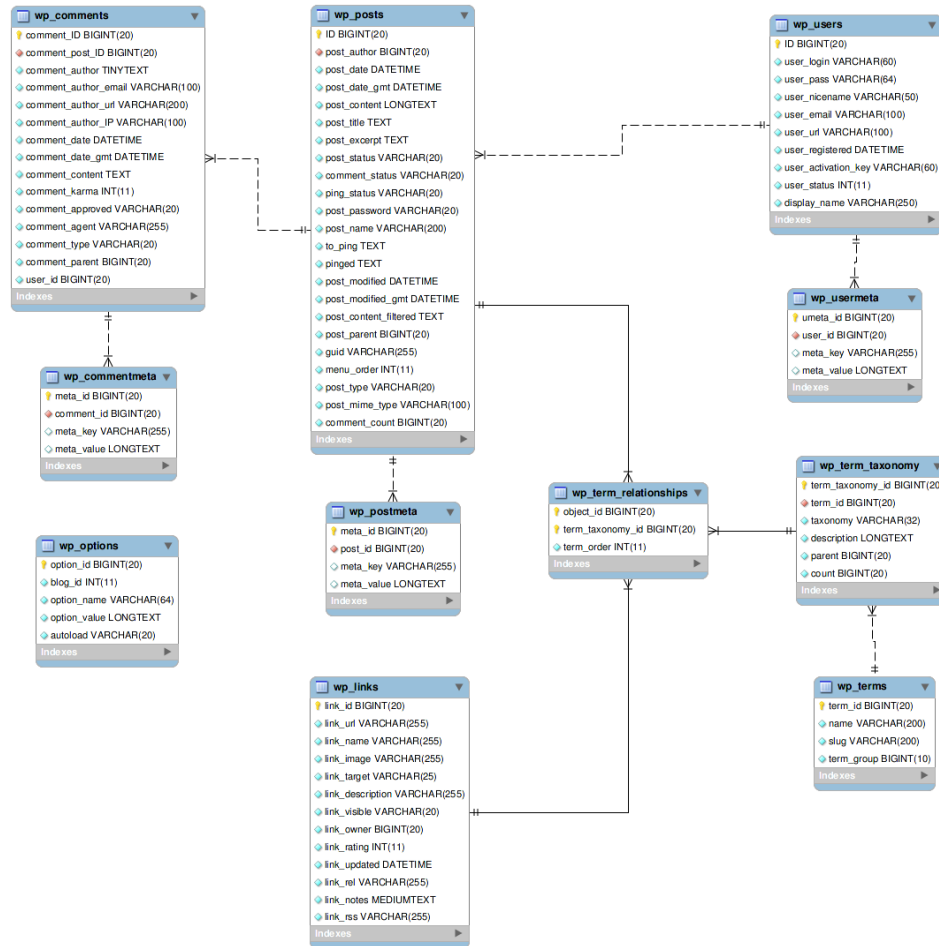
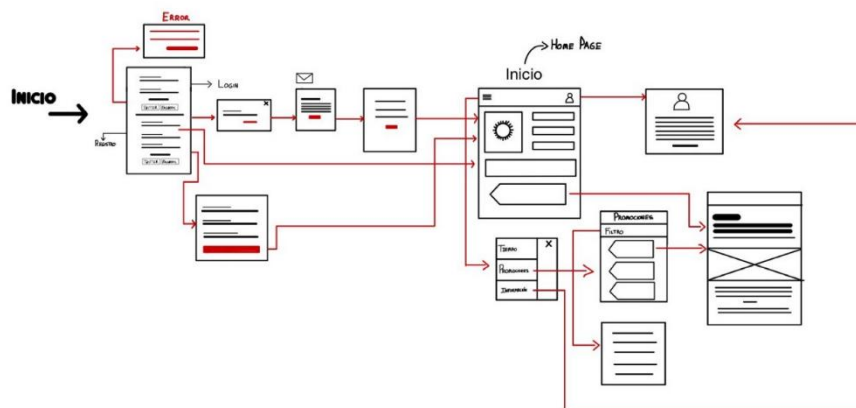


Diagrama de flujo de navegación. Esquemático. Debe incluirse en la propuesta.

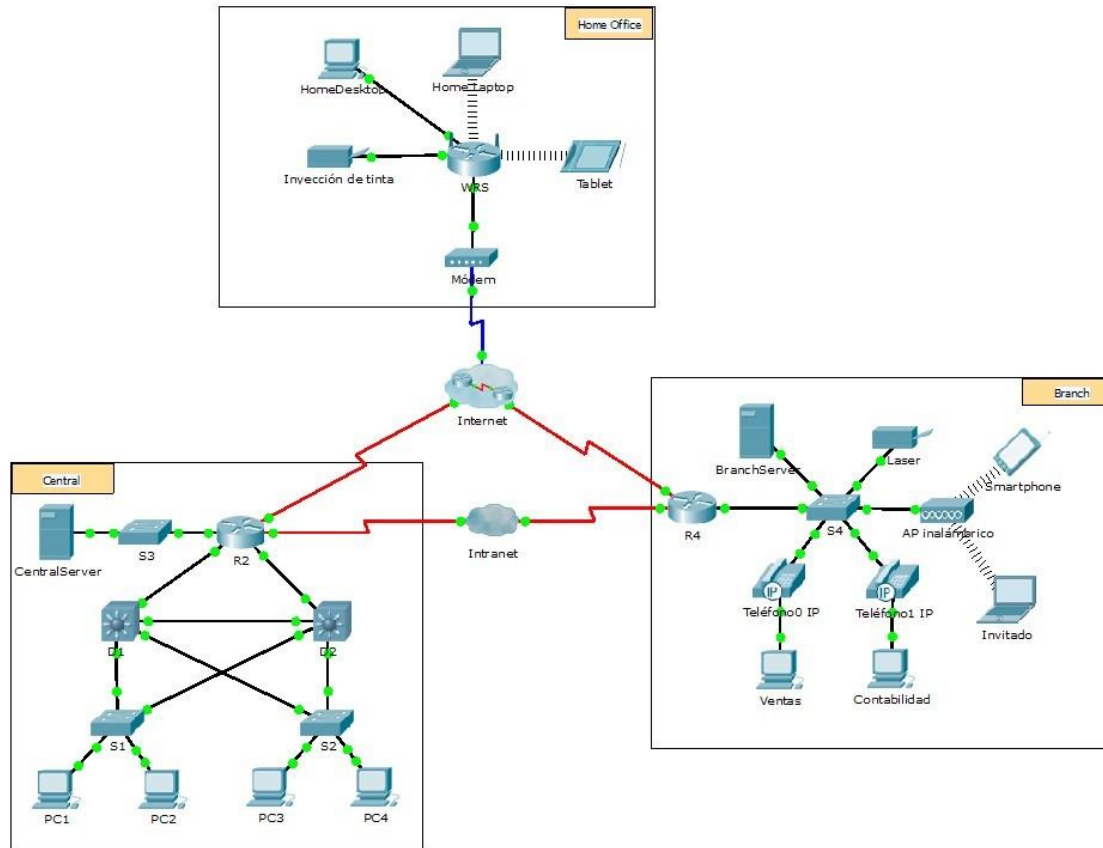


**Interfaces.** Interesa ver la solución en diferentes tamaños o dispositivos.





**Diagrama de red.**



## TECNOLOGÍA

Las tecnologías y herramientas utilizadas para este proyecto. Por ejemplo:



**Java.**

Descripción de la herramienta.

Descripción del uso de la herramienta en el proyecto.

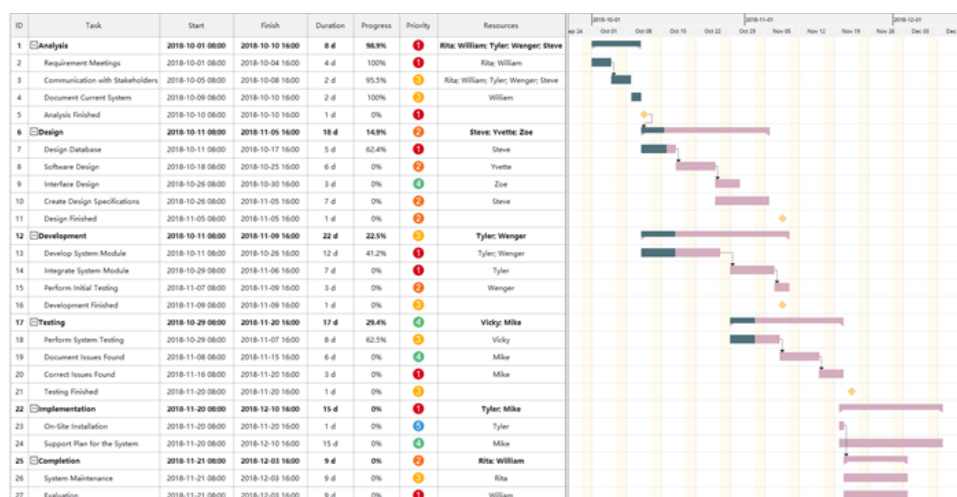
## METODOLOGÍA

### Metodología usada y justificación de la misma.

Se presentarán dos planificaciones, una valoración inicial y previa a la implementación del proyecto y otra final con el tiempo real dedicado a cada parte del RFTP. Se analizarán las desviaciones.

El tiempo se expresará en horas. Debe existir una totalización final.

**Diagrama de Gantt** (Microsoft Project o similar). Real, contrastable con GIT, RFTP y Casos de uso.



**Presupuesto.** Con detalle de horas, indispensable si se realiza en grupo, y coste total del desarrollo por cada requisito.

**README y GIT.**

## TRABAJOS FUTUROS

Trabajos de ampliación y mejora proyectados.

## CONCLUSIONES

Conclusión profesional del proyecto.

## REFERENCIAS

Según las normas APA.

Cada referencia se acompañará de un texto descriptivo con el apartado del proyecto asociado.

### **Formato:**

Autor, A. A. (Año de publicación). Título de la página. Recuperado de URL

### **Ejemplo:**

*Aplicado en la investigación del tema de la web.*

Smith, J. (2023). La importancia del reciclaje en la conservación del medio ambiente.

Recuperado de <https://www.ejemplodepagina.com/>

### **Otro ejemplo:**

*Aplicado para realizar las vistas de la base de datos.*

Oracle Corporation. (s. f.). Oracle Database 19c Documentation. Recuperado de <https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/index.html>