
**Diseño de un sistema de monitoreo conversacional basado en
modelos de lenguaje (LLM) integrado a SolarWinds.**

Autores
Miguel Andrés Munar Gutierrez

Director
Jose Alejandro Franco Calderon

Co-Director
Mauricio Garcés Restrepo



Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería
Especialización en Desarrollo de Bases de Datos

Bogotá - Colombia, Noviembre de 2025

Índice

	Página
Resumen	VI
Abstract	VII
Glosario	VIII
1. Introducción	1
2. Descripción del Problema	2
3. Objetivos	3
3.1. Objetivo General	3
3.2. Objetivos Específicos	3
4. Requerimientos	4
4.1. Requerimientos de negocio	4
4.2. Requerimientos funcionales	4
4.3. Requerimientos no funcionales	4
5. Estado del Arte	5
5.1. Ámbito internacional	5
5.2. Ámbito nacional y regional	5
5.3. Comparación de soluciones de monitoreo y AIOps	6
5.4. Brecha identificada y justificación del proyecto	6
6. Marco Teórico	8
6.1. Fundamentos Conceptuales de la Investigación Cuantitativa	8
6.1.1. Definición y naturaleza del enfoque cuantitativo	8
6.1.2. Propósito y ventajas del enfoque cuantitativo	8
6.1.3. Limitaciones y retos del enfoque cuantitativo	9
6.1.4. El proceso de investigación cuantitativa (según Hernández-Sampieri)	9
6.1.5. Relación de la revisión de literatura con el marco teórico	10
6.2. Teorías y enfoques sobre sistemas de monitoreo de infraestructura	11
6.2.1. Concepto de monitoreo de infraestructura de TI	11
6.2.2. Modelos tradicionales de monitoreo	11
6.2.3. Evolución hacia enfoques modernos	11
6.2.4. Perspectiva basada en métricas clave	12
6.2.5. Marcos conceptuales y normativos	12
6.2.6. Importancia en infraestructuras críticas	13
6.3. Inteligencia Artificial aplicada al monitoreo de redes	13
6.3.1. Introducción: la irrupción de la IA en la gestión de infraestructura	13
6.3.2. Fundamentos de la IA en redes y monitoreo	13
6.3.3. Beneficios de la IA en el monitoreo	14

6.3.4.	Retos y limitaciones actuales	14
6.3.5.	Estado del arte y aplicaciones recientes	15
6.3.6.	Relevancia para el presente estudio	15
6.4.	Integración de bases de datos y procesamiento de métricas	16
6.4.1.	Introducción: rol de los datos en el monitoreo	16
6.4.2.	Bases de datos tradicionales en monitoreo	16
6.4.3.	Bases de datos de series temporales	16
6.4.4.	Procesamiento de métricas y analítica	17
6.4.5.	Integración mediante APIs y arquitecturas híbridas	17
6.4.6.	Relevancia para este proyecto	18
6.4.7.	Marco conceptual del sistema propuesto	18
6.5.	Antecedentes investigativos y trabajos relacionados	19
6.5.1.	Introducción a los antecedentes	19
6.5.2.	Estado del arte a nivel global	19
6.5.3.	Estado del arte en Latinoamérica	19
6.5.4.	Trabajos industriales y reportes técnicos	20
6.5.5.	Brechas identificadas	20
6.5.6.	Relevancia para el presente proyecto	20
6.6.	Síntesis del marco teórico y articulación con el diseño	21
7.	Solución propuesta	22
7.1.	Descripción general de la solución	22
7.1.1.	Arquitectura en bloques de la solución	22
7.1.2.	Descripción de cada bloque e interfaces	23
7.1.3.	Flujo de operación resumido	26
7.2.	Modelo conceptual	26
7.2.1.	Propósito del modelo conceptual	26
7.2.2.	Entidades conceptuales principales	27
7.2.3.	Relaciones conceptuales entre entidades	28
7.2.4.	Narrativa científica del modelo conceptual	29
7.2.5.	Alcance conceptual del sistema	29
7.2.6.	Beneficios conceptuales	29
7.3.	Estándares de la solución	29
7.4.	Condiciones de diseño, propuesta de implementación y evaluación	30
8.	Planeación del Trabajo	33
8.1.	Descomposición de actividades WBS	33
8.2.	Diagrama de Gantt	36
9.	Presupuesto	37
10.	Conclusiones	38
	Bibliografía	41

A. Anexos	42
A.1. Anexo A: Diagrama WBS	42
A.2. Anexo B: Presupuesto Diseño	42
A.3. Anexo C: Diagrama de Gantt	42

Índice de figuras

1.	Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el Monitoreo de Redes.	14
2.	Framework Conceptual	18
3.	Arquitectura del diseño propuesto	23
4.	Modelo conceptual de entidades	28
5.	Pilares estándar de la solución	30
6.	Propuesta conceptual de implementación	31
7.	Diagrama detallado WBS	33
8.	Diagrama de Gantt Enter Caption	36

Índice de tablas

1.	COMPARATIVA DE HERRAMIENTAS DE MONITOREO	6
2.	ETAPAS DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA	10
3.	DETALLES DE LAS ACTIVIDADES DE LA FASE 1 - PLANEACIÓN DEL DISEÑO	34
4.	DETALLE DE LAS ACTIVIDADES DE LA FASE 2 - ANÁLISIS Y MODELO CONCEPTUAL	34
5.	DETALLES DE LAS ACTIVIDADES DE LA FASE 3 - DISEÑO DE LA AR- QUITECTURA Y COMPONENTES	35
6.	DETALLES DE LAS ACTIVIDADES DE LA FASE 4 - DISEÑO Y EVALUA- CIÓN DE PRUEBAS	35
7.	DETALLES DE LAS ACTIVIDADES DE LA FASE 5 - DOCUMENTACIÓN Y CIERRE DEL DISEÑO	36
8.	PRESUPUESTO ESTIMADO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA LLM-SOLARWINDS	37

Resumen

La creciente dependencia de las empresas en plataformas tecnológicas esenciales ha resaltado la urgencia de contar con herramientas de monitoreo más flexibles, intuitivas y con mayor capacidad de análisis. Si bien soluciones tradicionales como SolarWinds permiten centralizar información clave sobre el comportamiento de los sistemas —incluyendo consumo de CPU, memoria, almacenamiento, disponibilidad, interfaces y tráfico—, su adopción suele verse limitada por la gran cantidad de datos que presentan, la necesidad de recorrer múltiples paneles y la dependencia de conocimientos técnicos avanzados.

Frente a este escenario, el presente proyecto plantea el desarrollo de un sistema conversacional impulsado por Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLMs), que funcione como intermediario entre la base de datos de SolarWinds (SQL Server) y el usuario. La propuesta permite realizar consultas en lenguaje natural y recibir respuestas claras sobre métricas críticas, así como correlaciones entre eventos y alertas, todo ello sin recurrir a consultas SQL complejas. La arquitectura del sistema se sostiene en tres componentes principales:

- Un conector de base de datos que asegure la extracción precisa y confiable de los datos.
- Un motor de procesamiento basado en un LLM de entre 12B y 20B parámetros, operando en un entorno local y completamente privado.
- Una API de interacción implementada con FastAPI y desplegada mediante contenedores Docker, lo que garantiza portabilidad, escalabilidad y resiliencia.

El propósito general es fortalecer las operaciones de TI reduciendo el tiempo de análisis, mejorando la visibilidad y correlación entre métricas y eventos, y facilitando decisiones oportunas. La solución propuesta se posiciona como una contribución relevante dentro del ámbito de AIOps (Artificial Intelligence for IT Operations), destacando por ofrecer una arquitectura abierta, privada y adaptable a distintas realidades organizacionales.

Abstract

The increasing reliance of organizations on critical technological infrastructures has underscored the need for monitoring solutions that are more adaptive, intelligent, and easier to use. Although traditional platforms such as SolarWinds allow centralized access to essential performance indicators—CPU, memory, storage, availability, interfaces, and traffic—along with event and alert management, their practical use is often hindered by large volumes of data, extensive dashboard navigation, and the requirement for advanced technical expertise.

In response to these challenges, this project introduces the design and implementation of a conversational system driven by Large Language Models (LLMs), which serves as an intermediary between the SolarWinds SQL Server database and end users. The proposed system enables natural language queries and delivers accurate information regarding key performance metrics, event correlations, and alert states, removing the need for complex SQL commands. The architecture is structured around three essential components:

- A database connector responsible for ensuring consistent and dependable data retrieval.
- A processing engine powered by an LLM with 12B to 20B parameters, operating in a fully private environment.
- An interaction API developed using FastAPI and deployed through Docker containers to provide portability, scalability, and operational resilience.

The primary goal is to enhance IT operations by reducing diagnostic time, strengthening the relationship between metrics and associated events, and enabling quicker, more informed decision-making. This work positions itself as a novel contribution to the AIOps (Artificial Intelligence for IT Operations) landscape, differentiating itself from existing monitoring tools through its open, private, and customizable architecture suitable for various organizational contexts.

Glosario

ACID Propiedades de Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad de las transacciones.. VIII

AIOps Integración de IA y automatización para operaciones de TI.. VIII

API Interfaz de Programación de Aplicaciones que permite que dos sistemas se comuniquen.. VIII

Big Data Conjuntos masivos de datos que requieren procesamiento especializado.. VIII

Consulta Petición realizada a una base de datos para obtener o manipular información.. VIII

Contenedor Paquete ejecutable que contiene código, dependencias y configuraciones.. VIII

Data Warehouse Almacén de datos optimizado para análisis y toma de decisiones.. VIII

Docker Plataforma para ejecutar aplicaciones en contenedores aislados y reproducibles.. VIII

ETL Proceso de Extracción, Transformación y Carga de datos hacia un sistema central.. VIII

IoT Internet de las Cosas. Ecosistema de dispositivos conectados que recopilan y transmiten datos.. VIII

LLM Modelo de Lenguaje de Gran Escala capaz de interpretar y generar lenguaje natural.. VIII

Modelo ER Modelo Entidad-Relación para representar gráficamente bases de datos.. VIII

Modelo Relacional Modelo lógico basado en relaciones (tablas), formalizado por Edgar F. Codd.. VIII

NL2SQL Traducción automática de lenguaje natural a consultas SQL.. VIII

Normalización Proceso de organización de los datos para garantizar integridad y evitar redundancia.. VIII

NoSQL Familia de bases de datos no relacionales como documentos, grafos o clave-valor.. VIII

Observabilidad Capacidad de un sistema para exponer métricas, logs y trazas que revelan su estado interno.. VIII

Procedimiento Almacenado Secuencia de instrucciones SQL guardada en la base de datos y ejecutada como unidad.. VIII

- Prompt** Instrucción o contexto utilizado para guiar a un modelo LLM.. VIII
- SolarWinds** Suite de monitoreo de infraestructura que utiliza SQL Server como backend.. VIII
- SQL** Lenguaje estructurado para consultar y administrar bases de datos relacionales.. VIII
- SQL Server** Sistema gestor de bases de datos utilizado por SolarWinds.. VIII
- Transacción** Unidad de trabajo en una base de datos que cumple las propiedades ACID.. VIII
- Trigger (Disparador)** Mecanismo que ejecuta acciones automáticas ante eventos en una tabla.. VIII
- Índice** Estructura que acelera la búsqueda de registros dentro de una tabla.. VIII

1. Introducción

La creciente sofisticación de las infraestructuras de Tecnologías de la Información (TI) ha impulsado la necesidad de contar con herramientas capaces de acceder, relacionar y analizar datos de monitoreo con rapidez y precisión. En un entorno donde las organizaciones dependen de servicios digitales que deben mantenerse disponibles, estables y seguros, la labor de monitoreo adquiere un rol estratégico dentro de la gestión tecnológica.

Plataformas consolidadas como SolarWinds han sido ampliamente utilizadas debido a su capacidad para reunir indicadores clave de rendimiento —CPU, memoria, almacenamiento, interfaces, tráfico y disponibilidad— además de registrar eventos y alertas de relevancia crítica. No obstante, su uso suele estar circunscrito a personal especializado, pues requieren un alto nivel de conocimiento técnico y demandan navegar entre múltiples vistas y paneles, lo que incrementa el tiempo necesario para obtener conclusiones y puede dificultar la toma de decisiones en momentos clave.[1]

En este escenario, los avances recientes en Inteligencia Artificial (IA), particularmente en los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLMs, por sus siglas en inglés), ofrecen nuevas alternativas para mejorar el acceso a la información de monitoreo.[2] Estos modelos permiten interactuar mediante lenguaje natural, facilitando la comprensión de datos complejos y haciendo posible que distintos perfiles dentro de una organización accedan a métricas, alertas y eventos sin necesidad de dominar herramientas avanzadas.

Este proyecto plantea el desarrollo de un sistema conversacional basado en LLMs que funcione como puente inteligente entre las plataformas de monitoreo y los usuarios. La propuesta busca mejorar la experiencia de consulta, eliminar barreras técnicas en la interpretación de datos y agilizar la reacción frente a incidentes, contribuyendo así a una operación más eficiente y a la continuidad de los servicios tecnológicos.

Asimismo, se propone analizar las ventajas de este enfoque respecto a las soluciones tradicionales, considerando aspectos como facilidad de uso, tiempos de respuesta, integración con sistemas existentes y su impacto en la gestión de incidentes. Con ello, se aspira a ofrecer un marco práctico y enriquecedor para la modernización de los procesos de monitoreo en infraestructuras complejas.

2. Descripción del Problema

Los equipos de operación de TI enfrentan hoy en día una complejidad creciente en la gestión y supervisión de infraestructuras críticas. Plataformas como SolarWinds permiten centralizar métricas de rendimiento y alertas, pero presentan limitaciones que afectan la eficiencia operativa.[1]

Entre los principales problemas se identifican:

- Dificultad en el acceso ágil a métricas específicas: El volumen de datos y la necesidad de navegar por múltiples paneles ralentizan la identificación de información clave, especialmente en situaciones críticas.
- Falta de correlación automática: Relacionar métricas de recursos distintos (CPU, memoria, tráfico) con eventos y alertas requiere tiempo y conocimientos especializados, dificultando el hallazgo de la causa raíz.
- Brecha entre lenguaje natural y consultas técnicas: Traducir preguntas simples en SQL complejo o en comandos propios del sistema obliga a contar con personal especializado y prolonga los tiempos de respuesta.

Estas limitaciones generan ineficiencias operativas, retrasos en la resolución de incidentes y mayor dependencia de expertos. Por tanto, se hace necesario un sistema que permita interactuar en lenguaje natural con los datos de monitoreo, reduciendo la complejidad en el acceso a información, optimizando la correlación de métricas y facilitando decisiones oportunas.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Diseñar una propuesta de sistema conversacional basado en modelos de lenguaje (LLM) integrado con la base de datos de SolarWinds, que facilite el acceso y la correlación de métricas de infraestructura mediante consultas en lenguaje natural, contribuyendo a optimizar los procesos de diagnóstico y análisis en la gestión de entornos de TI.

3.2. Objetivos Específicos

- Analizar las limitaciones actuales de las herramientas de monitoreo tradicionales en cuanto al acceso, correlación y visualización de métricas en entornos TI.
- Definir los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema conversacional propuesto, en relación con la arquitectura y la base de datos de SolarWinds.
- Diseñar la arquitectura conceptual del sistema conversacional, estableciendo los componentes de conexión, procesamiento con LLM y servicio API.
- Especificar el modelo de interacción en lenguaje natural y los flujos de consulta esperados para los usuarios.
- Evaluar la viabilidad y pertinencia del diseño mediante el análisis de casos de uso y comparación con soluciones AIOps existentes.

4. Requerimientos

4.1. Requerimientos de negocio

- La organización requiere reducir los tiempos de diagnóstico y respuesta ante incidentes en su infraestructura tecnológica. El diseño del sistema debe permitir automatizar la consulta y correlación de métricas mediante un asistente conversacional basado en LLM, mejorando la eficiencia operativa y la toma de decisiones.
- La organización busca disminuir la dependencia del personal técnico para la interpretación de datos de monitoreo, ofreciendo una interfaz de lenguaje natural accesible y segura que permita la participación de distintos perfiles (operadores, coordinadores, analistas).

4.2. Requerimientos funcionales

- El sistema permitirá a los usuarios formular consultas en lenguaje natural sobre métricas de infraestructura.
- El LLM traducirá automáticamente las consultas a sentencias SQL ejecutables sobre la base de SolarWinds.
- El sistema deberá recuperar y presentar métricas de: CPU, memoria, disco, disponibilidad, tráfico de interfaces, eventos y alertas.
- Será capaz de correlacionar métricas con eventos y alertas en una misma respuesta, cuando la consulta lo requiera.
- Dispondrá de una interfaz conversacional vía API, integrable con aplicaciones web o herramientas de monitoreo existentes.

4.3. Requerimientos no funcionales

- Despliegue en Docker, garantizando portabilidad y escalabilidad.
- Tiempo de respuesta menor a 15 segundos para consultas simples y 10 segundos para correlaciones complejas.
- Seguridad: acceso a la base mediante credenciales cifradas y un gestor de secretos.
- Escalabilidad y concurrencia: soporte mínimo de 100 consultas simultáneas sin degradación significativa.
- Compatibilidad modular para futuras integraciones de métricas o fuentes de datos adicionales.
- Cumplimiento y auditoría: generación de logs que registren accesos, consultas y respuestas para trazabilidad.

5. Estado del Arte

Esta sección presenta un análisis de los principales desarrollos tecnológicos relacionados con el monitoreo avanzado de infraestructuras TI, el uso de inteligencia artificial aplicada a operaciones (AIOps) y la incorporación de Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLMs) en la interacción en lenguaje natural con sistemas de datos. Para ello, se revisaron publicaciones académicas, documentación técnica oficial y reportes industriales emitidos entre 2019 y 2024, aplicando criterios de actualidad, pertinencia y relación directa con el entorno del monitoreo de infraestructura. La revisión permite identificar tendencias, desafíos y oportunidades que motivan la propuesta de un sistema conversacional integrado con SolarWinds orientado a fortalecer la operación y ampliar el acceso a la información técnica.

5.1. Ámbito internacional

A nivel global, tanto la literatura especializada como las plataformas comerciales reflejan un impulso creciente hacia la adopción de enfoques AIOps. Soluciones como Dynatrace y Moogsoft incorporan mecanismos avanzados de correlación automática, detección de anomalías y análisis contextual que contribuyen a reducir significativamente el tiempo medio de resolución de incidentes (MTTR), tal como se expone en [6].

Sin embargo, estas herramientas suelen estar asociadas a esquemas de licenciamiento costosos, infraestructura propietaria y niveles de personalización limitados, factores que dificultan su adopción en entornos privados o altamente regulados. Este panorama ha fomentado el interés por alternativas más modulares y abiertas para la supervisión de sistemas distribuidos.

En paralelo, plataformas tradicionales de monitoreo como SolarWinds, Zabbix, Nagios y Prometheus mantienen una adopción amplia debido a su estabilidad, su capacidad para recopilar métricas detalladas y su soporte para múltiples entornos operativos, tal como se señala en [2]. No obstante, la interpretación de la información recolectada y la navegación entre paneles especializados requieren experiencia técnica, lo que puede limitar su uso por parte de perfiles no expertos.

Por otra parte, los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLMs) —entre ellos GPT, LLaMA, Mistral y Falcon— han demostrado una capacidad notable para comprender consultas en lenguaje natural y transformarlas en sentencias SQL estructuradas, dentro del campo NL2SQL (Natural Language to SQL) [8], [9]. Aunque estos avances facilitan el acceso a datos estructurados, persisten retos asociados con la seguridad, la validación semántica y la gestión de permisos, aspectos críticos cuando se interactúa con bases de monitoreo sensibles.

5.2. Ámbito nacional y regional

En el contexto latinoamericano y, particularmente en Colombia, la adopción de soluciones avanzadas de AIOps aún se encuentra en etapas tempranas. De acuerdo con la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones (CCIT) [10], las organizaciones continúan dependiendo de herramientas de monitoreo convencionales y muestran brechas en automatización operacional y en la formación de talento especializado.

Asimismo, informes del Ministerio TIC evidencian que, si bien la digitalización empresarial avanza, persisten limitaciones para integrar analítica avanzada e inteligencia artificial aplicada a la supervisión de infraestructura, en parte debido a preocupaciones de seguridad, costos asociados y requerimientos regulatorios [11].

Este escenario revela un interés creciente en mejorar la observabilidad y reducir la dependencia del personal altamente técnico; sin embargo, aún no existen desarrollos regionales que integren interfaces conversacionales basadas en LLMs para interpretar métricas de infraestructura directamente en lenguaje natural. Este vacío abre la posibilidad de proponer una solución modular y privada, adecuada a los requerimientos de organizaciones colombianas.

5.3. Comparación de soluciones de monitoreo y AIOps

La Tabla 1 sintetiza las características principales de diversas herramientas de monitoreo y plataformas AIOps, considerando aspectos como apertura, costo, privacidad, integración y compatibilidad con soluciones NL2SQL, basados en la documentación disponible.

Tabla 1: COMPARATIVA DE HERRAMIENTAS DE MONITOREO

Criterio	SolarWinds (Orion DB)	Zabbix	Prometheus/Grafana	Dynatrace/Moogsoft
Acceso a datos	Base relacional (SQL Server) con métricas detalladas	SQL + API	TSDB + API REST	APIs propietarias
Apertura	Comercial, parcialmente extensible	Abierto	Abierto	Cerrado
Facilidad para NL2SQL	Alta (estructura SQL estándar)	Media	Baja (no SQL relacional)	Media
Privacidad / despliegue on-premise	Alta	Alta	Alta	Variable
Costo	Licenciamiento medio	Libre	Libre	Alto
Adaptabilidad a entornos locales	Alta (implementación privada)	Media	Alta	Baja

Fuente: Elaboración propia con base en [2], [6], [9].

De acuerdo con esta comparación, SolarWinds Orion DB ofrece ventajas significativas al emplear una base de datos relacional SQL Server con estructura estándar, lo cual favorece su integración con modelos NL2SQL. Además, permite despliegues completamente privados, un aspecto clave para organizaciones que requieren mantener estrictos controles de seguridad. Estas características fundamentan su selección como entorno principal para el diseño propuesto, al permitir la construcción de una interfaz conversacional segura soportada en un LLM.

5.4. Brecha identificada y justificación del proyecto

El análisis realizado evidencia que, pese a los avances de las plataformas AIOps, no existen soluciones que integren directamente Modelos de Lenguaje de Gran Escala con bases de monitoreo empresariales como SolarWinds, manteniendo al mismo tiempo la trazabilidad, la seguridad y la posibilidad de operar en entornos totalmente privados.

Aunque las herramientas comerciales incorporan automatización, no contemplan una interacción conversacional que pueda ser utilizada por equipos con distintos niveles de conocimiento técnico. A su vez, las investigaciones sobre NL2SQL se enfocan principalmente en bases genéricas y no profundizan en la correlación de métricas, eventos y alertas propias de sistemas de monitoreo.

Esto sugiere una brecha tecnológica y académica en la aplicación de LLMs para consultas en lenguaje natural dentro del monitoreo de infraestructura TI. El presente trabajo busca abordar este vacío mediante el diseño de un sistema conversacional basado en LLM, implementado con arquitectura modular en contenedores Docker, integración con SQL Server (SolarWinds Orion DB) y una API de interacción con FastAPI. Esta propuesta responde a los requerimientos actuales de las organizaciones que buscan optimizar la operación y democratizar el acceso a información especializada.

A partir de esta revisión se presentan los fundamentos teóricos en la siguiente sección, donde se analizan en profundidad los conceptos que soportan la propuesta desarrollada.

6. Marco Teórico

El presente marco teórico integra los fundamentos conceptuales, metodológicos y tecnológicos que respaldan el diseño del sistema conversacional propuesto. En primer lugar, se revisan los principios de la investigación cuantitativa que orientan la forma de abordar, analizar y organizar la información. Posteriormente, se exponen los conceptos relacionados con el monitoreo de infraestructura, la inteligencia artificial aplicada a operaciones de TI y la integración de bases de datos. Finalmente, se analizan antecedentes y trabajos afines que permiten ubicar este proyecto dentro del panorama actual del conocimiento.

6.1. Fundamentos Conceptuales de la Investigación Cuantitativa

6.1.1. Definición y naturaleza del enfoque cuantitativo

La investigación cuantitativa corresponde a un enfoque científico centrado en la recopilación y el análisis de datos numéricos, apoyado en la objetividad, la medición precisa y la posibilidad de generalizar resultados. Este enfoque, de raíz positivista, parte de la premisa de que los fenómenos pueden observarse, medirse y analizarse mediante procedimientos estadísticos, con el propósito de identificar relaciones de causa-efecto o correlaciones significativas entre variables. [3]

Hernández-Sampieri, Mendoza y otros autores de referencia en metodología de la investigación señalan que el enfoque cuantitativo se inscribe dentro de las “rutas” de investigación y se caracteriza por su secuencialidad, su orientación deductiva, su base empírica y su búsqueda de objetividad. [4] Este marco proporciona una estructura lógica útil para organizar la forma en que se describen, comparan y evalúan los componentes del diseño planteado en este trabajo.

6.1.2. Propósito y ventajas del enfoque cuantitativo

El objetivo principal del enfoque cuantitativo es ofrecer explicaciones verificables sobre los fenómenos estudiados, a partir de métodos sistemáticos que permitan medirlos y compararlos. Entre sus propósitos más relevantes se encuentran:

- Contrastar hipótesis derivadas de teorías o modelos conceptuales.
- Medir fenómenos con precisión para describirlos, identificar patrones, tendencias o relaciones entre variables.
- Generalizar los resultados a poblaciones más amplias, siempre que la muestra utilizada sea representativa.
- Posibilitar la replicación del estudio y garantizar objetividad en la observación de los fenómenos.

Este enfoque ofrece ventajas significativas en términos de claridad, precisión y control metodológico:

- Favorece la obtención de resultados transparentes al trabajar con datos cuantificables.

- Permite el uso de técnicas estadísticas para determinar significancia, márgenes de error e intervalos de confianza.
- Facilita la estructuración del estudio y el control de variables externas que pueden influir en los resultados.

6.1.3. Limitaciones y retos del enfoque cuantitativo

A pesar de sus fortalezas, el enfoque cuantitativo presenta ciertas limitaciones que conviene considerar:

- No siempre logra capturar la complejidad de fenómenos con alto componente subjetivo o contextual.
- Puede simplificar la realidad al reducirla a variables medibles, dejando de lado matices cualitativos.
- Depende de la representatividad de la muestra y del contexto específico en el cual se realiza el estudio.
- Requiere instrumentos de medición válidos y confiables para garantizar la calidad de los datos obtenidos.

6.1.4. El proceso de investigación cuantitativa (según Hernández-Sampieri)

De acuerdo con Hernández-Sampieri y colaboradores, el proceso de investigación cuantitativa sigue una secuencia lógica y ordenada que asegura coherencia entre los objetivos, los métodos y los resultados. Las principales etapas se presentan de forma resumida en la Tabla 2 [4] [5]:

Tabla 2: ETAPAS DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA

Etapa	Descripción breve
1. Concebir la idea	Generar y delimitar la idea de investigación; identificar el problema central.
2. Planteamiento del problema	Precisar el problema, formular objetivos y preguntas de investigación.
3. Revisión de la literatura y desarrollo del marco teórico	Revisar la literatura disponible y construir el marco teórico a partir de la información relevante.
4. Definición de hipótesis y variables	Formular hipótesis (cuando corresponda) y operacionalizar variables, definiendo cómo serán medidas.
5. Diseño de la investigación	Seleccionar el tipo de estudio (descriptivo, correlacional, explicativo, experimental, etc.) y definir la estrategia de muestreo.
6. Selección de muestra	Determinar población, tamaño y características de la muestra, junto con criterios de inclusión y exclusión.
7. Recolección de datos	Establecer instrumentos, procedimientos de obtención de datos y consideraciones éticas.
8. Análisis de los datos	Aplicar técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales y realizar la interpretación de los resultados.
9. Elaboración del reporte de resultados	Redactar y presentar los hallazgos, incorporando discusión, conclusiones y recomendaciones.

Fuente: Elaboración propia con base en [4], [5].

6.1.5. Relación de la revisión de literatura con el marco teórico

La revisión de literatura constituye un componente clave que alimenta y da soporte al marco teórico. Este proceso comprende varias actividades complementarias:

- **Detección de literatura pertinente:** identificación de artículos, libros, tesis y reportes relacionados con el problema de estudio.
- **Obtención de literatura:** acceso a los materiales mediante bibliotecas, bases de datos científicas o repositorios digitales.
- **Consulta de literatura:** lectura crítica y comparativa de enfoques, marcos teóricos y resultados previos.
- **Extracción y recopilación de información:** selección de conceptos clave, teorías relevantes, metodologías y hallazgos significativos.
- **Construcción del marco teórico:** organización de la información de forma coherente (por temas, escuelas teóricas o cronología), estableciendo la base conceptual del estudio.

Este proceso permite sustentar las hipótesis, orientar la interpretación de resultados y evitar errores metodológicos ya identificados en investigaciones previas. [6]

6.2. Teorías y enfoques sobre sistemas de monitoreo de infraestructura

6.2.1. Concepto de monitoreo de infraestructura de TI

El monitoreo de infraestructura de TI comprende el conjunto de procesos, herramientas y prácticas destinadas a observar, recopilar y analizar información sobre el estado de los recursos tecnológicos de una organización. Estos recursos incluyen servidores, redes, aplicaciones, bases de datos, sistemas de almacenamiento, entornos virtualizados y servicios en la nube.

Dentro de la gestión de servicios de TI, el monitoreo se considera un elemento esencial para asegurar la continuidad y el rendimiento de los recursos tecnológicos [7]. La transición hacia enfoques de observabilidad ha favorecido la integración de métricas, logs y trazas distribuidas, lo que facilita el diagnóstico proactivo de fallas. En este contexto, la inteligencia artificial —y en particular los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLMs)— introduce un nuevo paradigma de interacción con los sistemas de monitoreo, al hacer posible la traducción de consultas en lenguaje natural a sentencias SQL u otras operaciones sobre datos [4], [7]. Este principio teórico representa uno de los pilares de la arquitectura que se propone en este trabajo.

Según Gartner (2023), el propósito del monitoreo de infraestructura es garantizar la disponibilidad, la confiabilidad y el rendimiento de los sistemas, permitiendo anticipar incidentes críticos y responder de manera oportuna ante fallas. [7]

6.2.2. Modelos tradicionales de monitoreo

En las primeras generaciones de sistemas de monitoreo, el enfoque predominante era reactivo: las fallas se detectaban una vez ya se habían manifestado. Estos sistemas se apoyaban en métricas básicas como el uso de CPU, memoria, disco o la disponibilidad de red, usualmente a través de pings o protocolos como SNMP (Simple Network Management Protocol). Entre sus principales características se pueden mencionar:

- Supervisión puntual de un conjunto reducido de variables clave.
- Emisión de alertas sencillas basadas en umbrales estáticos.
- Poca o nula correlación automática entre eventos.
- Fuerte dependencia de la interpretación manual de los datos por parte de operadores especializados.

6.2.3. Evolución hacia enfoques modernos

Con el aumento de la complejidad de los entornos tecnológicos —marcados por la adopción de arquitecturas distribuidas, nubes híbridas, contenedores y microservicios—, el monitoreo ha evolucionado de modelos esencialmente reactivos a enfoques más inteligentes y proactivos [8]. Este cambio se caracteriza por:

- **Correlación de métricas y eventos:** integración de múltiples fuentes de información para identificar causas raíz de incidentes.
- **Alertas dinámicas:** uso de umbrales adaptativos basados en patrones históricos o modelos de IA.

- **Observabilidad:** combinación de métricas, logs y trazas para obtener una visión integral del comportamiento del sistema.
- **Automatización:** incorporación de respuestas automáticas o semiautomáticas ante eventos recurrentes o críticos.

Un ejemplo relevante de estas soluciones es *SolarWinds Orion*, ampliamente utilizado en entornos corporativos para administrar nodos, servidores y aplicaciones, apoyándose en bases de datos relacionales (SQL Server) y paneles gráficos de monitoreo y alertamiento.

6.2.4. Perspectiva basada en métricas clave

Los enfoques modernos de monitoreo se apoyan en un conjunto de métricas críticas que reflejan el estado de la infraestructura y sus servicios:

- **Rendimiento del hardware:** consumo de CPU, memoria y almacenamiento.
- **Rendimiento de red:** tráfico, latencia, pérdida de paquetes y disponibilidad de interfaces.
- **Disponibilidad de nodos y servicios:** porcentaje de tiempo activo (uptime) y tiempos de respuesta.
- **Eventos y alertas:** registros de fallas, advertencias y anomalías.
- **Seguridad y cumplimiento:** identificación de accesos no autorizados o cambios indebidos en la configuración.

Estas métricas constituyen la base para el diagnóstico técnico y para la toma de decisiones estratégicas en la gestión de la infraestructura.

6.2.5. Marcos conceptuales y normativos

El monitoreo de infraestructura se alinea con marcos de referencia internacionales que establecen buenas prácticas para la gestión de servicios de TI:

- **ITIL (Information Technology Infrastructure Library):** proporciona lineamientos para la gestión del ciclo de vida de los servicios, incluyendo el monitoreo, la gestión de incidentes y problemas. [9]
- **ISO/IEC 20000:** norma que establece requisitos para un sistema de gestión de servicios de TI, con énfasis en procesos documentados y monitoreo continuo. [10]
- **COBIT (Control Objectives for Information and Related Technologies):** orientado al gobierno de TI y al control de procesos tecnológicos, incluyendo la supervisión de sistemas. [11]

Estos marcos subrayan la importancia del monitoreo como elemento clave para garantizar la calidad, la continuidad y el control de los servicios tecnológicos.

6.2.6. Importancia en infraestructuras críticas

En sectores como banca, telecomunicaciones, energía o salud, la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas son factores estratégicos. Una interrupción en los servicios puede implicar:

- Pérdidas económicas de alto impacto.
- Riesgos de seguridad, tanto en el plano físico como en el digital.
- Afectaciones a la reputación y confianza de los usuarios.

En este contexto, el monitoreo de infraestructura deja de ser un componente meramente técnico para convertirse en un eje central de la continuidad del negocio y la gestión del riesgo.

6.3. Inteligencia Artificial aplicada al monitoreo de redes

6.3.1. Introducción: la irrupción de la IA en la gestión de infraestructura

La administración de redes e infraestructuras de TI ha avanzado desde modelos manuales y reactivos hasta esquemas que incorporan automatización, analítica avanzada y aprendizaje automático. En este escenario, la Inteligencia Artificial (IA) se posiciona como un elemento clave, al permitir identificar patrones, anticipar anomalías y recomendar acciones correctivas en tiempos cercanos al real.

Gartner estima que más del 40% de las organizaciones medianas y grandes adoptarán soluciones de *AIOps* (Artificial Intelligence for IT Operations) antes de 2026 con el propósito de optimizar la gestión de sus infraestructuras. [12]

6.3.2. Fundamentos de la IA en redes y monitoreo

La aplicación de IA al monitoreo de infraestructura combina diversos enfoques técnicos complementarios [13]:

- **Machine Learning supervisado:** modelos entrenados con datos históricos para predecir fallas o degradaciones de servicio.
- **Machine Learning no supervisado:** técnicas de detección de anomalías que no requieren etiquetas previas, útiles para descubrir comportamientos inusuales.
- **Procesamiento de lenguaje natural (PLN):** análisis de logs, correlación de eventos y, más recientemente, interacción mediante modelos de lenguaje (LLMs).
- **Deep Learning:** uso de redes neuronales (p. ej., CNN, LSTM) para analizar tráfico y patrones de comportamiento en la red.
- **AIOps:** integración de IA en las operaciones de TI, unificando monitoreo, correlación, automatización y análisis avanzado.

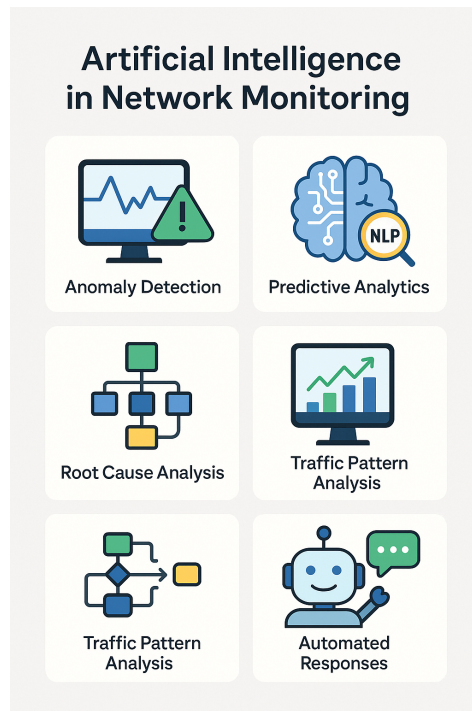


Figura 1: Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el Monitoreo de Redes.

6.3.3. Beneficios de la IA en el monitoreo

- **Proactividad:** permite anticipar fallas a partir de tendencias y patrones detectados en datos históricos.
- **Reducción de falsos positivos:** mejora la precisión de las alertas frente a esquemas basados únicamente en umbrales estáticos.
- **Optimización de recursos:** facilita la asignación dinámica de recursos como ancho de banda o capacidad de almacenamiento.
- **Diagnóstico asistido:** apoya la identificación de causas raíz y la sugerencia de acciones correctivas.
- **Escalabilidad:** posibilita el análisis de volúmenes de datos que serían inabordables de forma manual.

6.3.4. Retos y limitaciones actuales

La incorporación de IA al monitoreo también enfrenta desafíos importantes:

- **Sesgo y calidad de datos:** los modelos dependen de la calidad y representatividad de los datos de entrenamiento.
- **Explicabilidad:** la interpretación de las decisiones de modelos complejos puede ser limitada.

- **Requerimientos de infraestructura:** los modelos avanzados suelen demandar recursos de cómputo significativos (GPU, clusters).
- **Integración con sistemas heredados:** la coexistencia con tecnologías legadas presenta retos técnicos y de compatibilidad.
- **Dependencia tecnológica:** el uso intensivo de IA puede generar excesiva confianza en las recomendaciones automáticas si no existe supervisión humana adecuada.

Estos aspectos son materia de investigación activa en foros especializados como IEEE, ACM y NOMS.

6.3.5. Estado del arte y aplicaciones recientes

Diversos trabajos recientes refuerzan la relevancia de la IA en el monitoreo de redes [14] [15]:

- **Zhang et al. (2022):** propusieron un modelo de *Deep Reinforcement Learning* para optimizar la detección de congestión en redes 5G, logrando mejoras frente a métodos puramente estadísticos (SpringerLink).
- **Chen et al. (2021):** desarrollaron un sistema híbrido de AIOps para correlación de eventos y predicción de fallas en centros de datos, reportando reducciones cercanas al 35 % en falsos positivos (IEEE Xplore).
- **Liu & Wang (2020):** utilizaron redes LSTM para anticipar caídas de servidores a partir de métricas de CPU y memoria, obteniendo altos niveles de precisión en ambientes de producción.

Estos aportes evidencian una transición hacia modelos de observabilidad inteligente, en los que los sistemas no solo reportan métricas, sino que interpretan y actúan sobre la información recolectada.

6.3.6. Relevancia para el presente estudio

Para el proyecto que aquí se presenta, la Inteligencia Artificial constituye el componente diferenciador frente a los modelos tradicionales, ya que [8]:

- Permite interpretar consultas en lenguaje natural mediante LLMs y traducirlas en operaciones técnicas sobre bases de datos de monitoreo.
- Ofrece capacidades de análisis predictivo y diagnóstico automatizado, contribuyendo a reducir los tiempos de respuesta ante incidentes.
- Facilita la integración de múltiples fuentes de datos bajo un enfoque interpretativo unificado.

En consecuencia, la teoría sobre IA aplicada al monitoreo refuerza la pertinencia de utilizar modelos LLM como núcleo interpretativo y sustenta la relevancia de la solución propuesta.

6.4. Integración de bases de datos y procesamiento de métricas

6.4.1. Introducción: rol de los datos en el monitoreo

El monitoreo de infraestructura de TI depende de manera directa de la recolección, almacenamiento y análisis de métricas que describen el estado de nodos, interfaces, volúmenes y servicios. Estas métricas se obtienen a partir de diversas fuentes: protocolos como SNMP o ICMP, registros de sistemas, agentes desplegados en servidores y APIs de servicios en la nube. [16]

Para transformar estos datos en información útil, se requiere un sistema de gestión de bases de datos (SGBD) capaz de soportar:

- Altas tasas de escritura derivadas de la captura de métricas en tiempo real.
- Consultas eficientes para generación de reportes y diagnóstico de problemas.
- Mecanismos de integridad y consistencia de la información.
- Escalabilidad para el manejo de grandes volúmenes de datos históricos.

6.4.2. Bases de datos tradicionales en monitoreo

Las plataformas empresariales de monitoreo, como SolarWinds Orion, suelen apoyarse en bases de datos relacionales —por ejemplo, Microsoft SQL Server— debido a su robustez y su capacidad para gestionar relaciones entre múltiples entidades (nodos, interfaces, alertas, volúmenes, entre otras). [17]

Entre sus principales ventajas se encuentran:

- **Modelo relacional normalizado:** facilita la creación de consultas complejas mediante SQL estándar.
- **Integración con herramientas de análisis:** compatibilidad con plataformas de inteligencia de negocios (BI).
- **Confiablez:** soporte transaccional y mecanismos de recuperación ante fallos.

No obstante, también presentan ciertas limitaciones:

- Desempeño restringido cuando la frecuencia de muestreo es muy alta (por ejemplo, métricas capturadas cada pocos segundos).
- Crecimiento rápido de las tablas históricas, que exige políticas de archivado y depuración.

6.4.3. Bases de datos de series temporales

Para responder a la necesidad de gestionar métricas de alta frecuencia, han surgido bases de datos especializadas en series temporales, entre las cuales se destacan:

- **InfluxDB:** orientada al almacenamiento eficiente de métricas, con mecanismos de compresión y consultas a través del lenguaje InfluxQL. [18]

- **Prometheus:** ampliamente utilizado en entornos basados en contenedores y Kubernetes; emplea un modelo de recolección tipo *pull* y ofrece consultas mediante PromQL (prometheus.io). [19]
- **TimescaleDB:** extensión sobre PostgreSQL que optimiza el manejo de series temporales manteniendo compatibilidad con SQL estándar.[20]

Estas tecnologías permiten realizar consultas rápidas sobre tendencias, agregaciones y detección de anomalías en grandes volúmenes de datos métricos.

6.4.4. Procesamiento de métricas y analítica

El procesamiento de métricas consiste en transformar datos crudos en información comprensible y útil. Entre las técnicas más habituales se encuentran:

- **Agregaciones estadísticas:** cálculo de promedios, máximos, percentiles y desviaciones estándar.
- **Correlación entre métricas:** por ejemplo, analizar si un alto uso de CPU acompañado de bajo I/O puede indicar bloqueo de procesos.
- **Detección de anomalías:** uso de modelos estadísticos (EWMA, IQR, z-score) o enfoques de Machine Learning para identificar comportamientos atípicos.
- **Enriquecimiento de datos:** asociación de métricas con información contextual (nodo, cliente, nivel de servicio o SLA).

En las arquitecturas actuales, estas tareas suelen implementarse en *pipelines* de datos que integran procesos de extracción, transformación y carga (ETL), almacenamiento y analítica.

6.4.5. Integración mediante APIs y arquitecturas híbridas

El uso de APIs ha permitido que los sistemas de monitoreo combinen múltiples fuentes de datos, tanto en entornos locales (on-premise) como en la nube.[21] Algunos ejemplos incluyen:

- API de SolarWinds (SWIS/REST) para la consulta de métricas de red y servidores.
- API de Prometheus para obtener métricas de contenedores y clusters de Kubernetes.
- Sistemas de logs centralizados como Elasticsearch o Graylog para el análisis de eventos.

Esto posibilita arquitecturas híbridas donde la información se consolida en un hub de integración y se analiza de manera unificada.

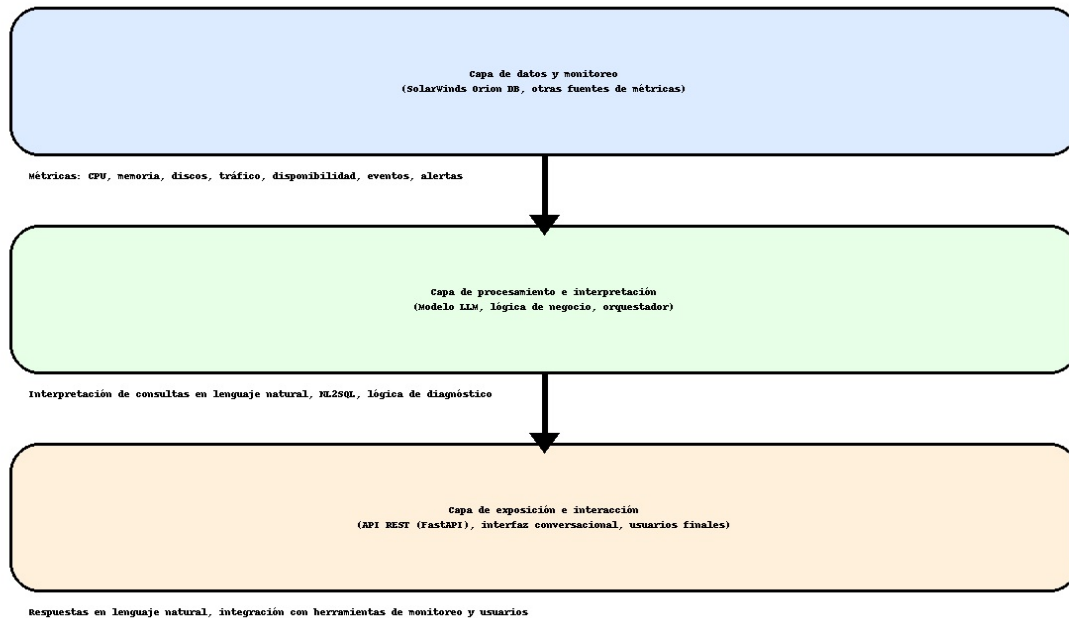


Figura 2: Framework Conceptual

6.4.6. Relevancia para este proyecto

En el marco de este trabajo, la integración de bases de datos adquiere un rol fundamental porque:

- SQL Server (como base de SolarWinds) provee métricas de infraestructura de red y hardware en entornos empresariales.
- MongoDB (dentro de la solución propuesta) permite almacenar anomalías detectadas, enriquecidas con atributos adicionales (cliente, sistema operativo, severidad, entre otros).
- La combinación de ambas tecnologías habilita un flujo bidireccional: datos históricos que alimentan el análisis con IA y resultados de los modelos que se almacenan para su seguimiento y retroalimentación.

6.4.7. Marco conceptual del sistema propuesto

A partir de los elementos descritos, es posible representar el marco conceptual del sistema conversacional propuesto en tres capas principales: (i) la capa de datos y monitoreo (SolarWinds Orion DB y otras fuentes de métricas), (ii) la capa de procesamiento e interpretación basada en modelos LLM y componentes de IA, y (iii) la capa de exposición a través de servicios API y canales de interacción en lenguaje natural.

En este esquema, las métricas recolectadas por la plataforma de monitoreo se almacenan en bases de datos estructuradas; el motor LLM interpreta las consultas en lenguaje natural y las traduce en operaciones sobre dichas bases, mientras que la API funciona como intermediaria entre el usuario y los componentes internos.

6.5. Antecedentes investigativos y trabajos relacionados

6.5.1. Introducción a los antecedentes

Todo proyecto de investigación requiere apoyarse en antecedentes académicos y técnicos que permitan contextualizar su relevancia y delimitar su aporte. En el ámbito del monitoreo de infraestructura con apoyo de IA, los antecedentes se encuentran tanto en literatura científica (artículos, congresos, tesis) como en informes técnicos y documentos de la industria (Gartner, IEEE, fabricantes de software).

En conjunto, estos antecedentes muestran una transición progresiva desde modelos de monitoreo manual y reactivo hacia enfoques predictivos e inteligentes, basados en bases de datos especializadas y algoritmos avanzados.

6.5.2. Estado del arte a nivel global

La literatura internacional ha documentado ampliamente la aplicación de IA en operaciones de TI, consolidándose el término AIOps (Artificial Intelligence for IT Operations). Algunos trabajos ilustrativos son:

- Zhang et al. (2022) exploraron el uso de *Deep Reinforcement Learning* para la detección temprana de anomalías en redes 5G, mostrando que los modelos profundos superan enfoques meramente estadísticos (SpringerLink).
- Chen et al. (2021) plantearon un modelo híbrido de AIOps para centros de datos, combinando correlación de eventos y predicción de fallas mediante aprendizaje automático, lo que permitió reducir de manera significativa la proporción de falsos positivos (IEEE Xplore).
- Liu & Wang (2020) propusieron un método basado en redes LSTM para anticipar caídas de servidores a partir de series temporales de CPU y memoria, alcanzando altos niveles de precisión en entornos productivos.

Estos trabajos demuestran que la incorporación de IA contribuye a una detección más rápida de problemas, un uso más eficiente de recursos y una disminución de los costos operativos.

6.5.3. Estado del arte en Latinoamérica

En América Latina, los estudios sobre monitoreo inteligente de infraestructura han crecido en los últimos años, aunque su volumen aún es menor en comparación con Norteamérica y Europa.

- Restrepo & Martínez (2021) analizaron la adopción de herramientas de observabilidad en organizaciones colombianas, identificando como principales desafíos la fragmentación de las fuentes de datos y la baja preparación para usar técnicas de IA.
- La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha desarrollado proyectos de sistemas expertos para diagnóstico en redes universitarias, empleando reglas basadas en métricas de rendimiento para anticipar caídas de servicios.

- En Brasil, trabajos basados en Prometheus y Grafana han aplicado modelos de Machine Learning y series temporales para la predicción de fallos en clusters de cómputo (Silva et al., 2020).

Estos antecedentes evidencian un avance gradual en la región hacia la adopción de IA en el monitoreo, aunque todavía persisten limitaciones de infraestructura y de formación técnica especializada.

6.5.4. Trabajos industriales y reportes técnicos

Además de los aportes académicos, los informes de la industria ofrecen información clave sobre tendencias y aplicaciones prácticas:

- Gartner (2023) documenta un crecimiento sostenido del mercado de plataformas AIOps, impulsado por la necesidad de gestionar entornos híbridos y multi-cloud.
- SolarWinds (2022) describe la incorporación de analítica avanzada en su plataforma Orion con el fin de mejorar la correlación de eventos y la priorización de alertas.
- IBM (2021), mediante Watson AIOps, ilustra el uso de procesamiento de lenguaje natural para relacionar tickets de soporte con métricas técnicas, acelerando la resolución de incidentes.

Estos reportes refuerzan la tendencia hacia el monitoreo inteligente y predictivo, y validan la relevancia del tema abordado en este proyecto.

6.5.5. Brechas identificadas

A partir del análisis de antecedentes, se identifican varias brechas:

- Número limitado de estudios en español y en contextos latinoamericanos que integren IA y bases de datos en el monitoreo de infraestructura.
- Escasa documentación sobre soluciones híbridas que combinen plataformas tradicionales (SolarWinds, SQL Server) con tecnologías emergentes (Prometheus, MongoDB, LLMs).
- Ausencia de propuestas que habiliten la interacción en lenguaje natural con sistemas de monitoreo, aspecto que constituye una innovación central del presente trabajo.

6.5.6. Relevancia para el presente proyecto

Estas brechas justifican la pertinencia de la solución planteada, la cual no solo recolecta métricas desde una plataforma consolidada como SolarWinds (SQL Server), sino que incorpora modelos de lenguaje de gran escala (LLMs) para traducir preguntas formuladas en lenguaje natural a consultas técnicas y generar respuestas diagnósticas y, potencialmente, predictivas en tiempo cercano al real.

De esta forma, la investigación se sitúa en la intersección de tres líneas principales:

- Monitoreo de infraestructura de TI.
- Inteligencia artificial aplicada a operaciones de red (AIOps).
- Procesamiento de lenguaje natural para la interacción humano-máquina.

6.6. Síntesis del marco teórico y articulación con el diseño

En conjunto, los fundamentos de investigación cuantitativa, las teorías de monitoreo de infraestructura, la inteligencia artificial aplicada a operaciones de TI, la gestión de bases de datos y los antecedentes revisados conforman el marco conceptual que guía el diseño del sistema conversacional propuesto.

El enfoque cuantitativo aporta la estructura lógica para formular objetivos, orientar la revisión de literatura y definir criterios de evaluación del sistema. Los marcos de monitoreo y observabilidad permiten comprender la naturaleza de las métricas, su relevancia operativa y los desafíos asociados a la gestión de infraestructuras críticas. La inteligencia artificial —particularmente los modelos de lenguaje de gran escala— ofrece el sustento para habilitar la interacción en lenguaje natural y traducir consultas en operaciones sobre las bases de datos. Finalmente, la integración de bases de datos y el procesamiento de métricas explican cómo se almacenan, transforman y analizan los datos que el sistema empleará para generar respuestas útiles.

De este modo, el marco teórico no solo describe el contexto tecnológico, sino que establece las bases conceptuales que sustentan la arquitectura del sistema conversacional basado en LLM integrado con SolarWinds, en coherencia con los objetivos planteados y con las necesidades de optimización operativa en la gestión de entornos de TI.

7. Solución propuesta

7.1. Descripción general de la solución

La solución planteada consiste en un sistema de monitoreo conversacional impulsado por modelos de lenguaje de gran escala (LLMs), diseñado para operar en conjunto con la plataforma SolarWinds. Su propósito es ofrecer a operadores, ingenieros y personal de TI un mecanismo intuitivo para consultar y analizar el estado de la infraestructura mediante lenguaje natural, evitando la necesidad de dominar consultas SQL, estructuras internas de la base de datos o la interfaz nativa de SolarWinds.

La herramienta no reemplaza al sistema de monitoreo existente, sino que actúa como una capa cognitiva sobre éste, aprovechando los datos recolectados por SolarWinds para entregar:

- Consultas conversacionales (p. ej.: “¿Cómo se ha comportado la CPU del servidor de bases de datos en las últimas 24 horas?”).
- Recomendaciones operativas (p. ej.: “¿Qué puedo hacer para reducir la saturación de disco en este nodo?”).
- Diagnósticos guiados (p. ej.: “Explícame por qué este nodo ha generado tantas alertas críticas en la última semana”).

A continuación se presenta la arquitectura conceptual del sistema mediante un diagrama de bloques y una descripción detallada de las interfaces que definen su funcionamiento.

7.1.1. Arquitectura en bloques de la solución

El sistema se compone de un conjunto de módulos interrelacionados:

- Usuarios y canales de acceso.
- Capa de experiencia conversacional (Frontend conversacional).
- Gestor de sesiones y contexto.
- Orquestador conversacional basado en LLM.
- Módulo de interpretación e intención (NLU/LLM).
- Capa de conectores de datos.
- Capa de datos de monitoreo.
- Módulo de seguridad, auditoría y gobierno.
- Subsistema de monitoreo interno (observabilidad del propio sistema).

La Figura siguiente ilustra la arquitectura conceptual de la solución:

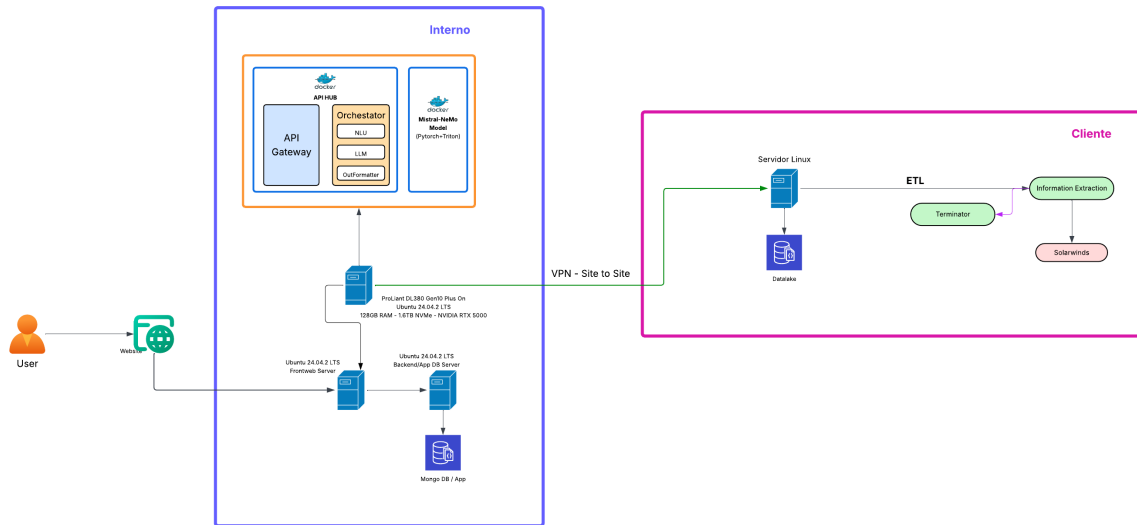


Figura 3: Arquitectura del diseño propuesto

7.1.2. Descripción de cada bloque e interfaces

Usuarios y canales de acceso

Función: Representa a los distintos perfiles que interactúan con el sistema —operadores, ingenieros de soporte, personal de NOC/SOC y administradores de TI— mediante consultas expresadas en lenguaje natural.

Interfaces:

- Entrada: mensajes escritos (y eventualmente de voz) formulados por los usuarios.
- Salida: respuestas en lenguaje natural generadas por el sistema.

Capa de experiencia conversacional (Frontend conversacional)

Función: Constituye la interfaz gráfica donde el usuario formula preguntas y recibe respuestas. Tiene la responsabilidad de:

- Visualizar el historial de conversación.
- Enviar las consultas al backend de IA.
- Presentar respuestas en formatos claros (texto, tablas, resúmenes).

Interfaces:

- Con los usuarios: intercambio de mensajes.
- Con el backend de IA: comunicación mediante API REST.

Responsabilidades clave:

- Manejar errores comunes de comunicación.

- Adjuntar metadatos mínimos (usuario, canal, hora).

Gestor de sesiones y contexto

Función: Mantiene la continuidad semántica de la conversación, permitiendo referencias como “ese nodo”, “la misma interfaz de antes” o “el mismo rango de tiempo”.

Interfaces:

- Con el frontend: recibe el ID de sesión y los mensajes del usuario.
- Con el orquestador LLM: entrega el contexto consolidado para cada interacción.

Responsabilidades:

- Asociar cada mensaje al hilo conversacional correspondiente.
- Registrar nodos consultados, intenciones previas y rangos temporales activos.
- Gestionar la vigencia del contexto según el flujo de conversación.

Orquestador conversacional basado en LLM

Función: Constituye el núcleo lógico del sistema. Coordina el uso del modelo LLM, determina qué datos consultar en SolarWinds y construye la respuesta final para el usuario.

Entrada:

- Mensaje en lenguaje natural.
- Contexto conversacional activo.

Salida:

- Respuesta final en lenguaje natural.
- Instrucciones para los conectores de datos.

Responsabilidades:

- Invocar al módulo de interpretación para obtener intención, métricas, nodos y rangos temporales.
- Definir qué datos consultar en SolarWinds.
- Coordinar múltiples llamadas a los conectores según las métricas requeridas.
- Construir prompts enriquecidos para el LLM.
- Ajustar la respuesta final, añadiendo aclaraciones o advertencias cuando sea necesario.

Módulo de interpretación e intención (NLU/LLM)

Función: Traducir la consulta en lenguaje natural a una estructura semántica procesable.

Interfaces:

- Con el orquestador: recibe el texto y devuelve la interpretación.
- Con el LLM: puede usarlo para desambiguar o corregir errores.

Responsabilidades:

- Identificar intención (consulta, diagnóstico, recomendación, etc.).
- Extraer métricas relevantes (CPU, memoria, discos, tráfico, alertas, etc.).
- Determinar nodos por nombre, IP o ID.
- Interpretar rangos de tiempo expresados libremente.
- Manejar ambigüedades solicitando aclaraciones pertinentes.

Capa de conectores de datos

Conector a SolarWinds

Función: Traducir las solicitudes del orquestador en consultas concretas contra SolarWinds.

Interfaces:

- Con el orquestador: recibe métricas, nodos y rangos de tiempo.
- Con SolarWinds: se comunica vía SQL, SWQL o API REST según la implementación.

Responsabilidades:

- Resolver NodeID a partir de nombres o direcciones IP.
- Ejecutar consultas sobre CPU, memoria, discos, tráfico, disponibilidad, alertas y eventos.
- Aplicar filtros temporales y agregaciones estadísticas.
- Validar consultas para evitar riesgos de seguridad o carga excesiva.

Conectores adicionales (futuros)

Podrán integrarse nuevas fuentes de información (CMDB, documentación técnica, IoT), manteniendo la misma arquitectura modular.

Capa de datos de monitoreo (SolarWinds)

Función: Constituye la base oficial de información técnica del sistema. Contiene:

- Métricas de rendimiento.
- Alertas y eventos.
- Datos de disponibilidad y latencia.

La solución propuesta no modifica ni interfiere con la operación de SolarWinds; solo consume sus datos.

Módulo de seguridad, auditoría y gobierno

Función: Garantizar un uso seguro, autorizado y trazable del sistema.

Interfaces:

- Con el frontend y el orquestador (manejo de credenciales).
- Con sistemas de identidad corporativa (LDAP/AD/SSO, opcional).

Responsabilidades:

- Autenticación y autorización de usuarios.
- Restricciones sobre nodos y tipos de consultas.
- Auditoría completa de consultas y respuestas para cumplimiento normativo.

Capa de monitoreo del propio sistema (observabilidad interna)

Función: Supervisa el comportamiento de la solución conversacional.

Responsabilidades:

- Medir latencias y tiempos de respuesta.
- Detectar errores en conectores o comunicación con el LLM.
- Proveer métricas para análisis y mejora continua.

7.1.3. Flujo de operación resumido

1. El usuario formula una consulta en lenguaje natural.
2. El gestor de sesiones añade la consulta al contexto correspondiente.
3. El orquestador envía el texto al módulo de interpretación.
4. La interpretación define métricas, nodos e intención.
5. El orquestador solicita datos al conector de SolarWinds.
6. Los datos estructurados retornan al orquestador.
7. El orquestador construye un prompt enriquecido y lo envía al LLM.
8. El LLM genera una respuesta técnica en lenguaje natural.
9. El orquestador valida coherencia y envía la respuesta al usuario.

7.2. Modelo conceptual

El modelo conceptual describe los elementos esenciales del sistema, su relación funcional y los flujos de información, sin entrar en detalles de implementación. Busca clarificar cómo se estructura la interacción conversacional apoyada en datos de monitoreo, definiendo roles, entidades y relaciones fundamentales.

7.2.1. Propósito del modelo conceptual

El modelo conceptual tiene como objetivos:

- Identificar las entidades clave del sistema.
- Establecer relaciones lógicas entre los componentes.
- Describir cómo fluye la información entre consulta y respuesta.

- Alinear el entendimiento de todos los interesados.
- Delimitar el “qué” del sistema, independiente del “cómo”.

Siguiendo lineamientos de Hernández Sampieri, este modelo sirve como base para el diseño técnico posterior.

7.2.2. Entidades conceptuales principales

El sistema se compone de siete entidades conceptuales:

1. Usuario

Entidad que emite consultas en lenguaje natural y recibe respuestas técnicas. Características:

- Formula preguntas operativas.
- Puede referirse a nodos o métricas sin usar terminología técnica.
- Interactúa por texto (voz a futuro).

2. Interfaz Conversacional

Medio de interacción humano-máquina:

- Captura consultas.
- Envía al motor conversacional.
- Presenta la respuesta.

3. Contexto Conversacional

Representa la memoria dinámica del diálogo:

- Historial de la sesión.
- Nodos consultados.
- Rango temporal activo.
- Intenciones previas.

Su función es mantener coherencia semántica.

4. Intención (Intent)

Expresa la meta comunicativa del usuario:

- Consulta, recomendación, diagnóstico, explicación, etc.

5. Orquestador Conversacional Basado en LLM

Entidad central que:

- Interpreta intención.
- Decide qué métricas consultar.
- Coordina el flujo de datos.

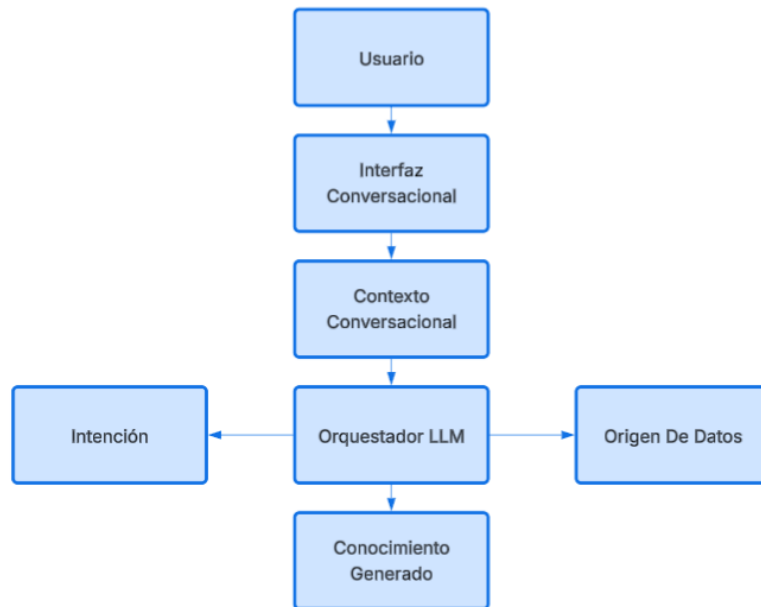


Figura 4: Modelo conceptual de entidades

- Genera el contenido final.

6. Origen de Datos de Monitoreo (SolarWinds)

Fuente primaria de datos:

- Métricas de rendimiento.
- Alertas y eventos.
- Inventario de nodos.
- Registros temporales.

7. Conocimiento Generado (Respuesta Técnica)

Resultado final:

- Texto técnico explicativo.
- Basado en datos reales.
- Coherente con la intención del usuario.

7.2.3. Relaciones conceptuales entre entidades

- Usuario → Interfaz: formula la consulta.
- Interfaz → Contexto: se registra el mensaje.
- Contexto → Orquestador: se envía la información consolidada.

- Orquestador → Intención: deriva la intención técnica.
- Orquestador → SolarWinds: solicita los datos.
- SolarWinds → Orquestador: retorna métricas y eventos.
- Orquestador → Conocimiento: genera una respuesta enriquecida.
- Conocimiento → Usuario: se entrega la respuesta final.

Esto configura un ciclo conversacional adaptativo y coherente.

7.2.4. Narrativa científica del modelo conceptual

El sistema funciona como un entorno conversacional inteligente: el usuario formula una consulta, la interfaz la captura y el contexto mantiene la coherencia del diálogo. La intención deriva el propósito de la consulta, mientras que el orquestador LLM opera como el núcleo cognitivo que interpreta, consulta datos y genera una respuesta contextualizada. SolarWinds actúa como la fuente estructurada de datos reales. El conocimiento generado fluye nuevamente hacia el usuario, completando el ciclo interactivo.

7.2.5. Alcance conceptual del sistema

El sistema:

- No reemplaza a SolarWinds.
- No modifica datos ni procesos del monitoreo base.
- Interpreta métricas sin requerir conocimientos técnicos del usuario.
- Opera como capa cognitiva entre usuario y plataforma.

7.2.6. Beneficios conceptuales

- Reduce la complejidad percibida por operadores.
- Aporta razonamiento lingüístico al análisis de métricas.
- Facilita acceso a patrones históricos y diagnósticos.
- Promueve decisiones más informadas mediante lenguaje natural.

7.3. Estándares de la solución

El diseño del sistema requiere estándares que aseguren coherencia conversacional, fidelidad técnica, interoperabilidad segura y sostenibilidad. Estos estándares actúan como criterios que guían la calidad de la experiencia y la confiabilidad del sistema.

En el ámbito conversacional, el modelo debe interpretar correctamente lenguaje natural incluso con ambigüedades, errores o variaciones. Asimismo, debe mantener continuidad temática y reconocer referencias previas, consolidando una interacción fluida y natural.

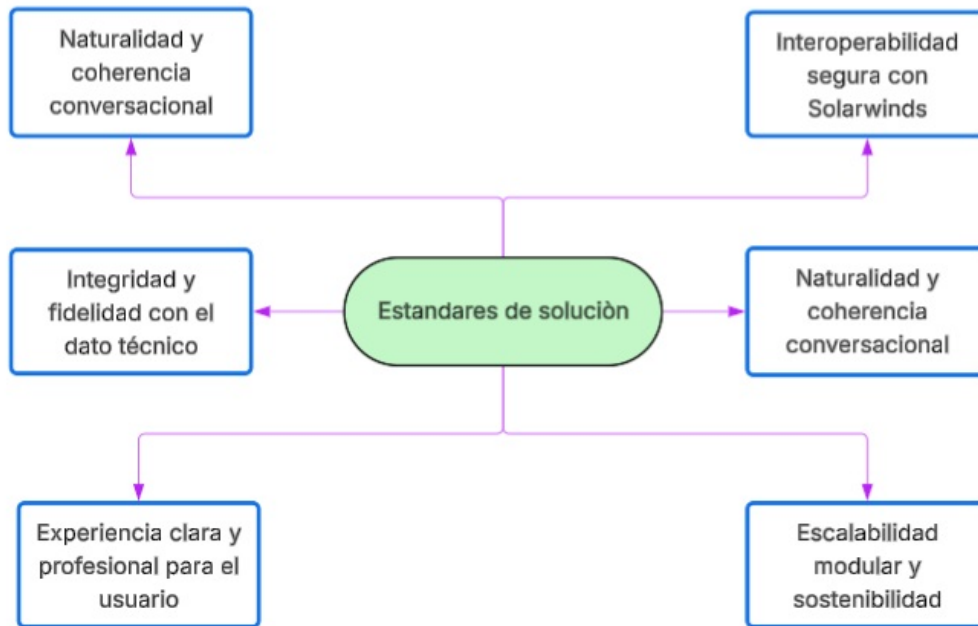


Figura 5: Pilares estándar de la solución

En cuanto a integridad del dato, la solución debe reflejar con exactitud la información proveniente de SolarWinds, evitando cualquier generación especulativa. Debe señalar explícitamente datos faltantes o inconsistentes, preservando la transparencia técnica.

Desde la perspectiva de seguridad, el sistema debe implementar autenticación, autorización por roles y auditoría completa de acciones, garantizando trazabilidad y cumplimiento normativo. A nivel de experiencia del usuario, el sistema debe entregar respuestas claras y profesionales, manteniendo un equilibrio entre rigor técnico y comprensión accesible. También debe ser modular y escalable, capaz de agregar nuevas métricas o conectores sin rediseños profundos. En síntesis, los estándares se agrupan en:

- Naturalidad y coherencia conversacional.
- Interoperabilidad segura con SolarWinds.
- Integridad y fidelidad del dato técnico.
- Seguridad, ética y auditoría.
- Claridad y calidad profesional de las respuestas.
- Escalabilidad modular y sostenibilidad.

7.4. Condiciones de diseño, propuesta de implementación y evaluación

El diseño del sistema se basa en condiciones que garantizan su viabilidad técnica y conceptual. Estas condiciones no son aún implementación, sino principios que orientan la arquitectura

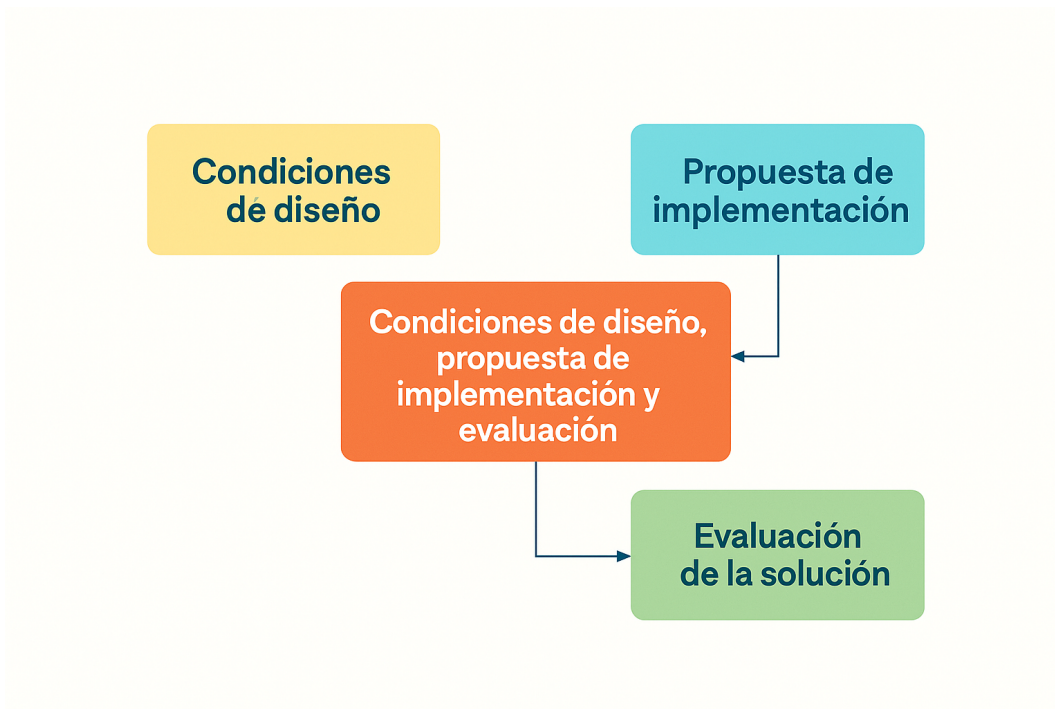


Figura 6: Propuesta conceptual de implementación

futura.

Condiciones de diseño

La primera condición es que la solución actúe únicamente como capa cognitiva sobre SolarWinds, sin modificar su funcionamiento ni realizar operaciones de escritura. Es un sistema no intrusivo y estrictamente informacional.

La segunda condición es mantener una interacción conversacional continua: cada respuesta debe considerar la historia reciente de la sesión, preservando contexto solo mientras aporte coherencia.

La tercera condición es la fidelidad del dato: ninguna información puede ser inventada o extrapolada sin respaldo factual. Todo valor debe provenir de SolarWinds.

Por último, el diseño debe cumplir criterios de seguridad, auditoría y gobernanza para mantener la trazabilidad y el control de acceso.

Propuesta de implementación

La implementación recomendada adopta una arquitectura modular y desacoplada. El sistema actúa como intermediario entre usuario y SolarWinds. La consulta se interpreta mediante un módulo soportado por LLM, se ejecutan consultas controladas sobre SolarWinds y se construye un conjunto curado de datos que alimenta un prompt enriquecido. El LLM genera una respuesta explicativa y contextualizada.

La solución debería desplegarse como servicios contenedorizados para facilitar escalabilidad, actualizaciones independientes y control de recursos. Una API REST centraliza la interacción con los componentes.

Es indispensable incluir mecanismos de validación robusta: si un nodo no se reconoce, o un rango temporal es ambiguo, el sistema debe solicitar aclaración en lugar de entregar datos

erróneos.

Evaluación de la solución

La evaluación debe considerar tres pilares: precisión técnica, coherencia conversacional y utilidad operativa.

En precisión técnica se evaluará la fidelidad entre respuestas y datos reales. La coherencia conversacional medirá la capacidad del sistema para mantener un diálogo continuo y lógico. La utilidad operativa valorará si las respuestas ayudan a reducir tiempos de diagnóstico y facilitan la labor del personal técnico.

La evaluación se realizará mediante escenarios reales con consultas simples, complejas, ambiguas o combinadas, permitiendo refinar interpretación, modelado de prompts y funcionamiento de conectores.

8. Planeación del Trabajo

La planeación del trabajo para el diseño del sistema de monitoreo conversacional basado en modelos del lenguaje (LLM) integrado a SolarWinds se estructura exclusivamente alrededor de las actividades necesarias para llegar a un diseño completo y validado, sin abordar aún etapas de implementación, despliegue o mantenimiento. El objetivo de esta planificación es descomponer el proyecto de diseño en fases, subtarefas y actividades específicas, de manera que se pueda controlar el avance, estimar el esfuerzo requerido y anticipar los riesgos asociados. La propuesta organiza el trabajo en cinco grandes fases:

1. Planeación del diseño,
2. Análisis y modelo conceptual.
3. Diseño de arquitectura y componentes.
4. Diseño de evaluación y pruebas.
5. Documentación y cierre del diseño.

Cada fase se descompone en subtarefas y actividades concretas, que cuentan con tiempos estimados, costos aproximados, recursos requeridos, responsable principal y riesgos identificados.

8.1. Descomposición de actividades WBS

La Work Breakdown Structure (WBS) del proyecto de diseño se construye como una jerarquía que va desde el proyecto completo hasta actividades individuales claramente delimitadas. A nivel más alto, el proyecto se define en la siguiente figura y anexo A:

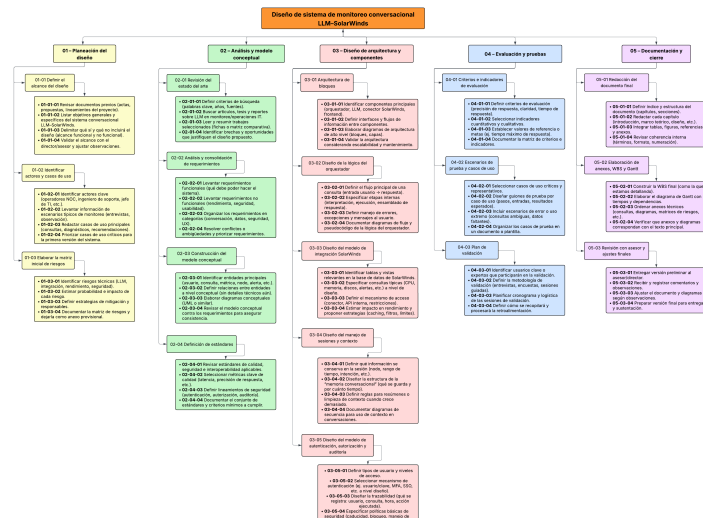


Figura 7: Diagrama detallado WBS

Los siguientes son las fases de manera independiente:

Tabla 3: DETALLES DE LAS ACTIVIDADES DE LA FASE 1 - PLANEACIÓN DEL DISEÑO

FASE 1 - PLANEACIÓN DEL DISEÑO					
Actividad	Costo (COP)	Recursos	Tiempo (horas)	Responsable	Riesgo
Definir el alcance del diseño del sistema de monitoreo conversacional LLM-SolarWinds	\$800,000	Director de proyecto, actas previas	16	Autor 1	Alcance poco claro que afecte el resto del diseño
Identificar actores, casos de uso y escenarios principales de interacción conversacional	\$1,000,000	Entrevistas, documentación de monitoreo actual	20	Autor 1	Omisión de actores o casos críticos
Elaborar la matriz inicial de riesgos del diseño y estrategias de mitigación	\$600,000	Plantillas de gestión de riesgos	12	Autor 1	Subestimación de riesgos técnicos

Tabla 4: DETALLE DE LAS ACTIVIDADES DE LA FASE 2 - ANÁLISIS Y MODELO CONCEPTUAL

FASE 2 - ANÁLISIS Y MODELO CONCEPTUAL					
Actividad	Costo (COP)	Recursos	Tiempo (horas)	Responsable	Riesgo
Revisión del estado del arte en LLM aplicados a monitoreo y operaciones IT	\$1,600,000	Acceso a bases de datos académicas	32	Autor 1	Retrasos en la búsqueda bibliográfica
Análisis y consolidación de requerimientos funcionales y no funcionales del sistema	\$1,200,000	Entrevistas, políticas de TI	24	Autor 1	Requerimientos contradictorios o incompletos
Construcción formal del modelo conceptual del sistema conversacional	\$1,200,000	Herramientas de modelado, notas de análisis	24	Autor 1	Modelo conceptual ambiguo o poco consistente
Definición de estándares funcionales, de calidad, seguridad e interoperabilidad	\$900,000	Referencias teóricas y normativas	18	Autor 1	Estándares poco realistas o difíciles de aplicar

Tabla 5: DETALLES DE LAS ACTIVIDADES DE LA FASE 3 - DISEÑO DE LA ARQUITECTURA Y COMPONENTES

FASE 3 - DISEÑO DE ARQUITECTURA Y COMPONENTES					
Actividad	Costo (COP)	Recursos	Tiempo (horas)	Responsable	Riesgo
Diseñar la arquitectura de bloques del sistema y sus interfaces principales	\$1,600,000	Herramienta de diagramación	32	Autor 1	Arquitectura poco escalable o demasiado compleja
Diseñar la lógica del orquestador conversacional y su interacción con el LLM	\$1,500,000	Esquemas de flujo, documentación del LLM	30	Autor 1	Flujo de orquestación incompleto
Diseñar el modelo de integración y consultas hacia SolarWinds (solo diseño, sin implementación)	\$1,500,000	Documentación de SolarWinds, esquemas de base de datos	30	Autor 1	Diseño que afecte el rendimiento de la plataforma
Diseñar el manejo de sesiones, contexto y memoria conversacional	\$1,200,000	Herramientas UML, notas de requerimientos	24	Autor 1	Gestión ineficiente del contexto
Diseñar el modelo de autenticación, autorización y auditoría del sistema	\$1,200,000	Políticas de seguridad, lineamientos corporativos	24	Autor 1	Modelo de seguridad incompleto

Tabla 6: DETALLES DE LAS ACTIVIDADES DE LA FASE 4 - DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PRUEBAS

FASE 4 - DISEÑO DE EVALUACIÓN Y PRUEBAS					
Actividad	Costo (COP)	Recursos	Tiempo (horas)	Responsable	Riesgo
Definir criterios e indicadores para evaluar el desempeño del diseño propuesto	\$900,000	Marco teórico de evaluación, métricas de calidad	18	Autor 1	Criterios poco medibles o excesivamente subjetivos
Diseñar escenarios de prueba y casos de uso para validar el sistema a nivel conceptual	\$900,000	Plantillas de casos de prueba	18	Autor 1	Escenarios que no cubran casos críticos
Elaborar el plan de validación del diseño con usuarios clave o expertos	\$800,000	Agenda con stakeholders, cuestionarios	16	Autor 1	Baja participación de expertos en la validación

Tabla 7: DETALLES DE LAS ACTIVIDADES DE LA FASE 5 - DOCUMENTACIÓN Y CIERRE DEL DISEÑO

FASE 5 - DOCUMENTACIÓN Y CIERRE DEL DISEÑO					
Actividad	Costo (COP)	Recursos	Tiempo (horas)	Responsable	Riesgo
Redactar y consolidar el documento completo de diseño del sistema	\$2,000,000	Herramientas ofimáticas, plantillas institucionales	40	Autor 1	Retrasos en la redacción o en la revisión del documento
Elaborar anexos, diagramas, WBS y diagramas de Gantt finales	\$1,200,000	Herramientas de diagramación y hoja de cálculo	24	Autor 1	Diagramas incongruentes con el texto principal
Revisar el diseño con el asesor/director y ajustar observaciones finales	\$1,000,000	Reuniones con el asesor, retroalimentación	20	Autor 1	Cambios mayores de última hora en el diseño

8.2. Diagrama de Gantt

A partir de esta estructuración se elaboran los diagramas de Gantt que permiten visualizar la distribución temporal estimada para cada una de las actividades del proyecto. La Figura a continuación muestra el diagrama de Gantt general generado para el diseño del sistema, en el cual se organizan de manera cronológica las fases, subtareas y actividades, permitiendo identificar su duración, secuencia y posibles solapamientos. Adicionalmente, se incluyen diagramas de Gantt específicos para cada actividad planteada.

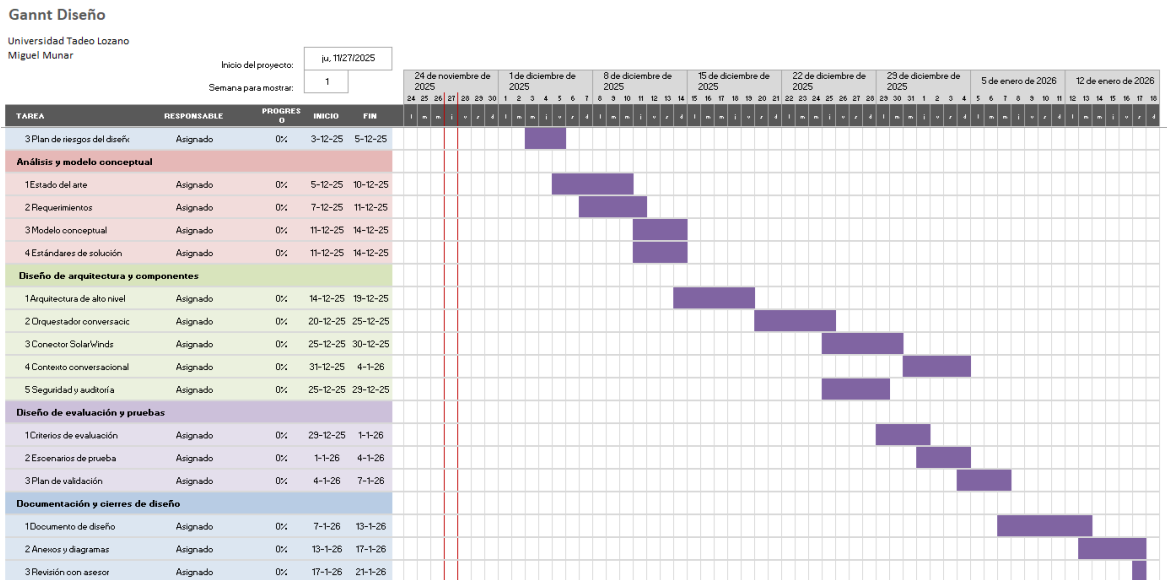


Figura 8: Diagrama de Gantt Enter Caption

9. Presupuesto

El presente presupuesto corresponde exclusivamente a la fase de diseño del sistema de monitoreo conversacional basado en modelos del lenguaje (LLM) integrado a SolarWinds. Dado que este trabajo se centra en la planeación, modelado conceptual, diseño arquitectónico, formulación de estándares y elaboración de la documentación técnica, los costos contemplados no incluyen componentes asociados a fases posteriores como la implementación, el despliegue o el mantenimiento de la solución, ya que tales etapas están fuera del alcance definido para este proyecto académico.

El objetivo de esta estimación es establecer un valor aproximado, realista y razonado para el conjunto de actividades intelectuales, técnicas y administrativas necesarias para la elaboración del diseño. Se incluyen costos derivados del tiempo de trabajo del autor, la participación de un asesor académico, la consulta de documentación especializada, el uso de herramientas profesionales para diagramación y edición, así como los recursos logísticos y administrativos requeridos para la producción del documento final.

La Tabla 8 presenta el desglose consolidado del presupuesto estimado para la totalidad de la fase de diseño.

Tabla 8: PRESUPUESTO ESTIMADO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA LLM-SOLARWINDS

PRESUPUESTO DEL DISEÑO DEL SISTEMA LLM-SOLARWINDS			
Ítem	Cantidad	Costo Unitario (COP)	Costo Total (COP)
Horas de trabajo del autor (diseño, análisis, diagramas, documentación)	280 horas	\$50.000	\$14.000.000
Horas de trabajo del asesor académico	20 horas	\$120.000	\$2.400.000
Horas de consultor externo (revisión conceptual, arquitectura)	10 horas	\$150.000	\$1.500.000
Acceso a bases de datos académicas y artículos especializados	1 suscripción	\$600.000	\$600.000
Herramientas de diagramación profesional (UML, arquitectura; licencia temporal)	1 licencia	\$850.000	\$850.000
Herramientas ofimáticas y software de edición avanzada	1 licencia	\$450.000	\$450.000
Impresión, encuadernación y copias del documento final	3 unidades	\$80.000	\$240.000
Costos asociados a entrevistas, reuniones y levantamiento de información	6 sesiones	\$100.000	\$600.000
Infraestructura computacional (estación de trabajo para elaboración del diseño)	1 mes	\$700.000	\$700.000
Gastos administrativos y logísticos (papelería, soporte técnico, transporte)	1 set	\$300.000	\$300.000
TOTAL			\$21.640.000

Este presupuesto refleja el esfuerzo requerido para la construcción del diseño del sistema, contemplando tanto la producción técnica como los insumos necesarios para garantizar un documento estructurado, fundamentado y coherente con los lineamientos académicos y las necesidades operativas del proyecto. El valor total estimado de \$21.640.000 (COP) constituye una aproximación adecuada para cubrir la totalidad de las actividades planteadas dentro del alcance del diseño del sistema.

10. Conclusiones

Las conclusiones del presente trabajo permiten sintetizar los avances logrados durante el diseño del sistema conversacional basado en modelos de lenguaje (LLM) integrado a la base de datos de SolarWinds. A partir del análisis, la definición de requerimientos, la construcción del modelo conceptual y el diseño arquitectónico, fue posible estructurar una propuesta técnicamente coherente y alineada con los objetivos planteados. En este apartado se presentan los principales resultados agrupados según los lineamientos definidos para el informe.

- El desarrollo del diseño del sistema conversacional basado en modelos de lenguaje (LLM) integrado a SolarWinds permitió consolidar una propuesta técnica sólida, estructurada y conceptualmente coherente con las necesidades actuales de monitoreo en entornos de TI. A lo largo del proceso se logró cumplir el objetivo general planteado, orientado a facilitar el acceso, la correlación y la interpretación de métricas de infraestructura mediante consultas en lenguaje natural, aportando una capa de inteligencia conversacional a una plataforma tradicional de monitoreo.
- En primer lugar, el análisis inicial permitió identificar las principales limitaciones de los sistemas de monitoreo convencionales, especialmente en lo relacionado con la accesibilidad de la información, la complejidad para correlacionar métricas heterogéneas y la necesidad de conocimientos técnicos avanzados para interpretar datos operativos. Estos hallazgos justificaron la pertinencia de incorporar un enfoque conversacional soportado por LLM, capaz de reducir barreras cognitivas y mejorar la experiencia de análisis de los usuarios.
- En primer lugar, el análisis inicial permitió identificar las principales limitaciones de los sistemas de monitoreo convencionales, especialmente en lo relacionado con la accesibilidad de la información, la complejidad para correlacionar métricas heterogéneas y la necesidad de conocimientos técnicos avanzados para interpretar datos operativos. Estos hallazgos justificaron la pertinencia de incorporar un enfoque conversacional soportado por LLM, capaz de reducir barreras cognitivas y mejorar la experiencia de análisis de los usuarios.
- En cuanto al diseño, se definieron con precisión los requerimientos funcionales y no funcionales, estableciendo una arquitectura conceptual clara que integra un orquestador conversacional, un módulo de interpretación basado en LLM, conectores dedicados a la base de datos de SolarWinds y un servicio API capaz de mediar entre el usuario y las fuentes de datos. Esta arquitectura responde a principios de modularidad, escalabilidad y seguridad, incorporando estándares que garantizan la integridad de la información y la trazabilidad de las consultas.
- El modelo conceptual diseñado permitió estructurar el sistema como un ecosistema conversacional coherente, donde conceptos como intención, contexto, sesiones, nodos, métricas y flujos de consulta se encuentran claramente definidos. Este modelo constituye uno de los mayores logros del proyecto, al permitir describir de manera abstracta, pero precisa, cómo interactúan los diferentes componentes de la solución y cómo se transforma una pregunta en lenguaje natural en un conjunto estructurado de operaciones técnicas.

- Asimismo, la elaboración del plan de evaluación y de los escenarios de prueba conceptuales permitió determinar la viabilidad del sistema en términos de usabilidad, claridad de respuestas, pertinencia técnica y utilidad operativa. Si bien se requiere de fases posteriores de implementación para validar empíricamente dichas condiciones, el diseño propuesto demuestra ser factible, pertinente y alineado con los avances actuales en inteligencia artificial aplicada al monitoreo de infraestructura.
- Dentro de los logros alcanzados, destaca la consolidación de una propuesta metodológica completa que integra análisis, modelado conceptual, diseño arquitectónico, estándares de calidad y un plan de evaluación robusto. También se obtuvo una visión clara de los beneficios potenciales de un sistema conversacional sobre plataformas tradicionales de monitoreo, tales como la reducción del tiempo de diagnóstico, la facilidad de consulta para usuarios no expertos y la posibilidad de habilitar flujos de análisis más intuitivos y eficientes.
- Respecto a las mejoras futuras, se identifican múltiples líneas de continuidad para el proyecto, entre ellas la implementación del sistema propuesto, la incorporación de capacidades avanzadas de razonamiento con IA, el uso de modelos generativos optimizados para entornos de TI, la integración con múltiples fuentes de datos (AIOps), así como la expansión del sistema hacia funcionalidades predictivas y de recomendación automática.
- Como usos alternativos, la arquitectura diseñada podría aplicarse más allá del monitoreo de infraestructura, extendiéndose a dominios como observabilidad, ciberseguridad, análisis de logs, soporte técnico automatizado o automatización de operaciones (MLOps/DevOps). El enfoque conversacional proporciona una base flexible para múltiples escenarios en los que se requiera interpretar información técnica mediante lenguaje natural.
- Finalmente, entre las principales lecciones aprendidas se encuentran la importancia de diseñar arquitecturas conversacionales con un fuerte énfasis en la gobernanza del dato, la necesidad de un modelado conceptual robusto previo a cualquier implementación, y el valor de integrar enfoques de IA con plataformas existentes sin reemplazarlas, sino complementándolas para potenciar su utilidad y accesibilidad.
- En conjunto, las conclusiones reafirman que el diseño desarrollado no solo cumple los objetivos planteados, sino que constituye un aporte significativo hacia la evolución de los sistemas de monitoreo tradicionales, habilitando una interacción más humana, accesible y eficiente con los datos críticos de infraestructura.

Referencias

- [1] Solarwinds, *One platform to rule your IT stack*. Solarwinds, 2025. dirección: <https://www.solarwinds.com/solutions/orion>.
- [2] T.Brown, *Language Models are Few-Shot Learners*. McGraw Hill, 2010, págs. 1877-1901.
- [3] Carlos Arturo Monje, *Metodología de la investigación cuantitativa*. Universidad Surcolombiana, 2011. dirección: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>.
- [4] Roberto Hernández, *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Universidad de Celaya, 2014. dirección: <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>.
- [5] Sampieri, R., *Metodología de la Investigación*. Red de investigadores peruanos, 2006. dirección: <https://www.riper.edu.pe/publicacion/el-proceso-de-la-investigacion-cuantitativa-segun-sampieri-2006>.
- [6] Sampieri, R., *Enfoques Cuantitativo y Cualitativo*. Estudioteca, 2007. dirección: <https://www.estudioteca.net/universidad/magisterio/investigacion-cientifica-procesos-cuantitativos-y-cualitativos-segun-hernandez-sampieri/>.
- [7] Gartner, *Unmissable Insights from IT Symposium/Xpo™*. Gartner, 2022. dirección: <https://www.gartner.com/en/information-technology>.
- [8] Solarwinds, *IT Monitoring Support Tools*. Solarwinds, 2025. dirección: <https://www.solarwinds.com/es/tools>.
- [9] Peoplecert, *Why choose ITIL 4?* Peoplecert, 2025. dirección: <https://www.peoplecert.org/Frameworks-Professionals/ITIL-framework>.
- [10] International Organization for Standardization, *ISO/IEC 20000-1*. International Organization for Standardization, 2018. dirección: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:20000:-1:ed-3:v1:en>.
- [11] ISACA, *COBIT - Effective Governance*. ISACA, 2022. dirección: <https://www.isaca.org/resources/cobit>.
- [12] Gartner, *Market Guide for AIOps Platforms*. Quinox, 2023. dirección: <https://www.quinox.com/gartner-report/deliver-value-to-succeed-in-implementing-aiops-platforms>.
- [13] IBM, *What is AIOps?* IBM, 2024. dirección: <https://www.ibm.com/think/topics/aiops>.
- [14] Zhang, *Deep Learning-Based Solutions for 5G Network*. Springer, 2022. dirección: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/6855435>.
- [15] Qian Cheng, *AI for IT Operations (AIOps) on Cloud Platforms*. Salesforce IA, 2021. dirección: https://www.researchgate.net/publication/369924819_AI_for_IT_Operations_AIOps_on_Cloud_Platforms_Reviews_Opportunities_and_Challenges.
- [16] Solarwinds, *SNMP and ICMP in Network Performance Monitor*. Solarwinds, 2024. dirección: https://solarwindscore.my.site.com/SuccessCenter/s/article/SNMP-and-ICMP-in-Network-Performance-Monitor?language=en_US.

- [17] Solarwinds, *SNMP and ICMP in Network Performance Monitor Databases used by SolarWinds Platform modules*. Solarwinds, 2024. dirección: https://solarwindscore.my.site.com/SuccessCenter/s/article/Databases-used-by-SolarWinds-modules?language=en_US.
- [18] InfluxDB, *Why InfluxDB*. Solarwinds, 2024. dirección: <https://www.influxdata.com/>.
- [19] Prometheus, *Powerful Queries*. Solarwinds, 2024. dirección: <https://prometheus.io/docs/prometheus/latest/querying/basics/>.
- [20] TimescaleDB, *Development and production environments*. Timescale BD, 2024. dirección: <https://docs.tigerdata.com/self-hosted/latest/install/>.
- [21] Solarwinds, *Use the API Poller feature with the SolarWinds Platform SDK*. Solarwinds, 2024. dirección: https://documentation.solarwinds.com/en/success_center/sam/content/sam-api-poller-orion-sdk.htm.
- [22] Hugging Face, *Llama*. Hugging Face, 2024. dirección: https://huggingface.co/docs/transformers/en/model_doc/llama.
- [23] FastAPI, *FastAPI*. FastAPI, 2025. dirección: <https://fastapi.tiangolo.com/>.
- [24] Microsoft, *SQL Server Documentation*. Microsoft Learn, 2024. dirección: <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/sql-server/?view=sql-server-ver17>.
- [25] Moogsoft, *AI Ops Platform Overview*. Moogsoft Official Site, 2025. dirección: <https://www.moogsoft.com/aiops-platform/>.
- [26] Dynatrace, *AI-Powered Answers and Automation*. Dynatrace, 2025. dirección: <https://www.dynatrace.com/>.
- [27] Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones, *Use the API Poller feature with the SolarWinds Platform SDK*. CCIT, 2024. dirección: <https://www.ccit.org.co/noticias/transformacion-digital-en-colombia-la-inteligencia-artificial-como-motor-de-modernizacion-del-sector-publico/>.
- [28] Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, *Informe de gestión 2024*. CCIT, 2024. dirección: https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-399819_recurso_1.pdf.

A. Anexos

Los siguientes son los anexos empleados para el respaldo del presente documento.

A.1. Anexo A: Diagrama WBS

A.2. Anexo B: Presupuesto Diseño

A.3. Anexo C: Diagrama de Gantt