

Trabajo de Grado para Optar al Título de:
Ingeniero Electrónico
Modalidad:
Pasantía

Diseño, Implementción y Despliegue de una Plataforma de Monitoreo de Rectificadores de los Nodos para una Red de Fibra Óptica

Autor
Thomas Felipe Peña Herrera

Docente Director Interno
Ing. Juan Carlos Gómez Paredes

Profesional Director Externo
Ing. Diego Alejandro Collazos Velasco

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Proyecto Curricular de Ingeniería Electrónica
Bogotá, Colombia

Agosto de 2023

Índice

Página

1. Resumen **1**

2. Planteamiento del Problema **2**

3. Justificación **3**

4. Objetivos **4**
4.1. **Objetivo General** . . . 4
4.2. **Objetivos Específicos** . . . 4

5. Descripción y análisis de los resultados **5**
5.1. **Levantamiento de información** . . . 5
5.1.1. **Rectificador Huawei ETP4830-A1** . . . 6
5.1.2. **Rectificador Eltek FlatPack2** . . . 8
5.1.3. **Rectificador Eltek SmartPack2** . . . 10
5.1.4. **Rectificador Delta DSP 2900B-48-3** . . . 12
5.1.5. **Proceso ingreso a los nodos de la Red** . . . 14
5.2. **Objetivos y requisitos de la plataforma** . . . 16
5.3. **Identificación de las herramientas tecnológicas existentes en la empresa** . . . 17
5.3.1. **Ubuntu Server** . . . 17
5.3.2. **Zabbix** . . . 17
5.3.3. **Grafana** . . . 18
5.3.4. **GLPI de la empresa** . . . 19
5.3.5. **Postman** . . . 20
5.3.6. **Bases de datos MySQL** . . . 21
5.4. **Arquitectura de la plataforma y forma de despliegue** . . . 21
5.4.1. **Arquitectura** . . . 21
5.4.2. **Forma de despliegue** . . . 22
5.4.3. **Integración de Zabbix con Grafana en Ubuntu** . . . 22
5.5. **Implementación y despliegue de la plataforma** . . . 24
5.5.1. **Instalación de Ubuntu Server** . . . 24
5.5.2. **Instalación de Zabbix en el servidor** . . . 26
5.5.3. **Instalación de Grafana en el servidor** . . . 31
5.5.4. **Instalación de complemento para enlazar Grafana con Zabbix** . . . 32
5.5.5. **Creación de Dashboard** . . . 33
5.5.6. **Creación de Interfaz de Usuario** . . . 35
5.5.7. **Implementación de Alertas y Plan de Acción** . . . 49
5.6. **Pruebas y ajustes** . . . 58

5.6.1. **Prueba de funcionamiento del servidor** 58
5.6.2. **Prueba de conexión de la base de datos** 60
5.6.3. **Prueba de inventario de los rectificadores de Zabbix** . . 61

6. Alcances e impactos **64**

7. Evaluación y cumplimiento de los objetivos **65**

8. Conclusiónes y recomendaciones **66**

Referencias **67**

Índice de figuras

1. Organigrama de la Dirección de Operaciones. Tomada de [1] 5
2. Base de datos rectificadores. Tomada de [1] 6
3. Módulo Subbastidor de distribución de Energía CA/CC. Tomada de [2] 6
4. Módulo Rectificador. Tomada de [2] 7
5. Módulo SMU. Tomada de [2] 7
6. Interfaz Rectificador marca Huawei. Tomada de [] 8
7. Módulo Rectificador Eltek. Tomada de [3] 9
8. Interfaz Rectificador marca Eltek. Tomada de [3] 9
9. Módulo Rectificador SmartPack2. Tomada de [4] 11
10. Interfaz Rectificador marca Eltek. Tomada de [4] 11
11. Módulo Rectificador Delta DSP 2900B-48-3. Tomada de [5] 13
12. Interfaz Rectificador marca Delta. Tomada de [5] 13
13. Ejemplo Solicitud Ingreso a Nodo. Elaboración Propia. 14
14. Ejemplo Rectificador ingreso a nodo. Elaboración propia 15
15. Interfaz de ingreso al rectificador. Elaboración propia 15
16. Interfaz de alarmas Rectificador. Elaboración propia 16
17. Interfaz de usuario Zabbix. Elaboración propia 18
18. Interfaz de usuario Grafana. Elaboración propia 19
19. Interfaz de usuario GLPI. Elaboración propia 19
20. Interfaz de usuario Postman. Elaboración propia 20
21. Arquitectura Cliente-Servidor. Elaboración Propia. 22
22. Diagrama de despliegue. Elaboración Propia. 23
23. Ventana de instalación de Ubuntu Server. Elaboración propia. 24
24. Ventana de configuración de red del servidor. Elaboración propia. . . . 25
25. Ventana de configuración de usuario y contraseña del servidor. Elaboración propia. 25
26. Ventana de confirmación de la correrecta instalación del servidor. Elaboración propia. 26
27. Página oficial de Zabbix. Tomada de []. 26

28. Ventana de instalación de Zabbix. Elaboración propia. 28
29. Ventana de pre-requisitos de instalación de Zabbix. Elaboración propia. 28
30. Ventana de pre-requisitos de instalación de Zabbix. Elaboración propia. 29
31. Ventana de pre-requisitos de instalación de Zabbix. Elaboración propia. 29
32. Prámetros definidos para la instalación de Zabbix. Elaboración propia. 30
33. Interfaz de usuario de Zabbix. Elaboración propia. 30
34. Ventana de login de Grafana. Elaboración propia. 31
35. Configuración fuente de datos. Elaboración propia. 32
36. Creación de un Dashboard. Elaboración propia. 33
37. Creación variables en el Dashboard. Elaboración propia. 33
38. Diagrama dependencias de las variables. Elaboración propia. 35
39. Casillas de los filtros de Departamento, Municipio y Rectificadores. Elaboración propia. 35
40. Panel de Cabecera. Elaboración propia. 36
41. Configuración Querry System Uptime. Elaboración propia. 37
42. Panel de System Uptime. Elaboración propia. 37
43. Configuración del Data Link. Elaboración propia. 38
44. Panel Datos Principales. Elaboración propia. 39
45. Configuración Querry Disponibilidad. Elaboración propia. 39
46. Panel de Disponibilidad. Elaboración propia. 40
47. Configuración Querry ICMP Response Time. Elaboración propia. . . . 40
48. Panel de ICMP Response Time. Elaboración propia. 41
49. Configuración Querry Voltaje Fase 1. Elaboración propia. 41
50. Panel de Voltaje Fase 1. Elaboración propia. 42
51. Configuración Querry Voltaje Fase 2. Elaboración propia. 42
52. Panel de Voltaje Fase 2. Elaboración propia. 43
53. Configuración Querry Corriente Rectificador. Elaboración propia. . . . 43
54. Panel de Corriente Rectificador. Elaboración propia. 44
55. Configuración Querry Corriente de carga del Rectificador. Elaboración propia. 44
56. Panel de Corriente de carga del Rectificador. Elaboración propia. . . . 45
57. Configuración Querry Temperatura Baterías. Elaboración propia. . . . 45
58. Panel de Temperatura Baterías. Elaboración propia. 46
59. Configuración Querry Capacidad Restante de Baterías. Elaboración propia. 46
60. Panel de Capacidad Restante de Baterías. Elaboración propia. 47
61. Configuración Querry Voltaje Baterías. Elaboración propia. 47
62. Panel de Voltaje Baterías. Elaboración propia. 48
63. Vista general de los paneles. Elaboración propia. 48
64. Generación de alerta panel de disponibilidad. Elaboración propia. . . . 49
65. Gráfica de Estadísticas ICMP Response Time. Elaboración propia. . . . 50
66. Generación de alerta panel de ICMP Response Time. Elaboración propia. 51
67. Gráfica de Estadísticas Voltaje Baterías. Elaboración propia. 51
68. Generación de alerta panel de Voltaje Baterías. Elaboración propia. . . 52

69. Gráfica de Estadísticas Temperatura Baterías. Elaboración propia. . . . 52
70. Generación de alerta panel de Temperatura Baterías. Elaboración propia. 53
71. Gráfica de Estadísticas Corriente del Rectificador. Elaboración propia. . 54
72. Generación de alerta panel de Corriente del Rectificador. Elaboración propia. 55
73. Gráfica de Estadísticas Corriente de Carga. Elaboración propia. 55
74. Generación de alerta panel de Corriente de Carga. Elaboración propia. 56
75. Generación de alerta Voltajes de Fase 1 y Fase 2. Elaboración propia. . 57
76. Ping a la IP del servidor. Elaboración propia. 58
77. Ping a el localhost. Elaboración propia. 59
78. Ping a el servidor de Google. Elaboración propia. 60
79. Prueba conexión de base de datos con el servidor. Elaboración propia. . 60
80. GLPI Equipos Rectificadores. Elaboración propia 61
81. Inventario Rectificadores de Zabbix. Elaboración propia 62

Índice de tablas

1. Resumen

La empresa de telecomunicaciones hace parte del grupo empresarial mexicano presente en México, Estados Unidos, Centroamérica y Suramérica, que reúne un conjunto de empresas dinámicas y a la vanguardia tecnológica, con enfoque en la creación de valor y presencia en los sectores de comercio, financiamiento, medios, telecomunicaciones, energía y responsabilidad social.
Lidera el transporte de datos e internet en Colombia con una sólida red de fibra óptica presente en más de 900 municipios, conectando el 83 % del territorio nacional. En su propósito de ser una empresa que brinda soluciones digitales innovadoras y de alta calidad.
Como parte de la dirección de operaciones, este trabajo de grado busca la optimización de procesos para dar un mejor servicio a los clientes. Para realizar dicha optimización, se realiza una plataforma de monitoreo para los rectificadores de los nodos de la red de fibra óptica de la empresa, los cuales son equipos de vital importancia para el funcionamiento de la red. La plataforma se diseña ultilizando los aplicativos web **Zabbix** y **Grafana**, desplegados de un servidor local con sistema operativo **Ubuntu Server**, los cuales permiten realizar el monitoreo correspondiente a los rectificadores de la red, que se encuentran actualmente en una base de datos. Al conectar la base de datos con **Zabbix** y enlazar este con **Grafana**, se realizan las respectivas consultas de la bese de datos para "llamar"dichos datos e información y crear una interfaz en la cual se puedan monitorear los datos en tiempo real de los rectificadores para indentificar alertas de los mismos y así implementar un plan de acción con el fin evitar caída de los servicios que puedan afectar al cliente.
En este proyecto se hicieron uso de conocimientos y aptitudes adquiridos durante la carrera de ingeniería electrónica como lo son la telemática, las telecomunicaciones, programación (manejo de bases de datos) y la gestión de proyectos.

2. Planteamiento del Problema

Actualmente, en la empresa se realiza el proceso de monitoreo de los rectificadores de los nodos de la red de fibra óptica a través de una hoja de cálculo de Excel, donde se encuentra una dirección IP con la cual se accede a cada rectificador del nodo a monitorear. Este proceso puede resultar ineficiente, ya que toma tiempo acceder a la información de cada rectificador y en dicha hoja de calculo de excel no se puede monitorear en tiempo real el estado de los rectificadores.

En otro aspecto, para realizar una reparación o mantenimiento en un nodo caído de la red, el personal de operaciones y mantenimiento debe solicitar un ingreso al nodo de la falla al área de dirección de operaciones, el cual debe entrar a la IP del rectificador del nodo en falla, revisar el estado de las alarmas y autorizar el ingreso al personal que lo solicitó. Para este proceso, el área de dirección de operaciones recibe la solicitud de ingreso y consulta la dirección IP del rectificador para entrar y dar el ingreso al personal de operaciones y mantenimiento.

3. Justificación

El diseño de una plataforma web de monitoreo de rectificadores de los nodos de la red de fibra óptica permitirá mejorar la calidad del servicio ofrecido a los clientes, optimizar los procesos de operación, con el fin de disminuir el impacto de las fallas que se puedan presentar en la red. La justificación la podemos abarcar desde diferentes aspectos: Investigativa, académica, social, económica, ambiental y personal.

En el aspecto investigativo, esta plataforma permitirá la adquisición de conocimientos sobre tecnologías de monitoreo y control de redes de fibra óptica, lo que puede ser de utilidad para futuros proyectos en el mismo campo, también permitirá la evaluación y selección de tecnologías adecuadas para el monitoreo de los rectificadores de los nodos de la red de fibra óptica.

En el ámbito académico, el diseño de esta plataforma puede ser una oportunidad para innovar en el desarrollo académico de tecnologías de la información, la gestión y evaluación de proyectos. Además, puede ser un tema de interés para el desarrollo de proyectos de investigación sobre esta temática.

En el punto de vista social, este diseño puede contribuir a la mejora de la calidad del servicio al cliente, lo cual es fundamental para escalar en un sector tan competitivo como el de las telecomunicaciones, lo que puede tener un impacto positivo en nuestra sociedad.

Desde una perspectiva económica; este diseño puede generar importantes ahorros en la empresa de telecomunicaciones en el monitoreo, el seguimiento en tiempo real de rectificadores de los nodos de la red de fibra óptica de la empresa, lo que se traduce en una mejora en la productividad y rentabilidad de la empresa.

En el aspecto ambiental, al optimizar los procesos de mantenimiento se puede reducir la emisión de gases contaminantes asociados con el transporte de personal y equipos en campo. Además, puede ser una herramienta para la gestión eficiente de los recursos energéticos.

Por último, a nivel personal, el proyecto en cuestión nos brinda la oportunidad de crecer a nivel personal, ya que nos permitirá adquirir nuevos conocimientos y experiencias acerca del manejo de operación y mantenimiento de la red de la empresa, así como aprender sobre las técnicas utilizadas en la transmisión de grandes volúmenes de información, el uso de DWDM (División Multiplexada por Densidad de Longitud de Onda) y los protocolos aplicados en la gestión de acceso y transmisión de los paquetes de información con el fin de adquirir experiencia en el campo de las telecomunicaciones.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Realizar el diseño e implementación de una plataforma web local de monitoreo para los rectificadores de los nodos para la red de fibra óptica de la empresa.

4.2. Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento de información y elementos requeridos del diseño de la plataforma, incluyendo las funcionalidades y recursos utilizados.
- Entender el funcionamiento y las características de los rectificadores de los nodos de la red de fibra óptica de la empresa.
- Definir la arquitectura, componentes, la interacción entre ellos y los requisitos técnicos de la plataforma web de monitoreo.
- Desarrollar los módulos necesarios para la plataforma web de monitoreo, como la interfaz de usuario, la base de datos, y los sistemas de alerta del estado de los nodos respecto al suministro de energía eléctrica, baterías, temperatura, alarmas de ingreso.
- Implementar el plan de acción respecto a las alarmas generadas por los rectificadores en la plataforma web de monitoreo.
- Elaborar pruebas de concepto de los componentes, módulos y sistemas de la plataforma web de monitoreo.
- Generar la hoja de ingeniería completa del proyecto.

5. Descripción y análisis de los resultados

De acuerdo con los objetivos y metodología planteada, se obtuvieron los siguientes resultados:

5.1. Levantamiento de información

En el levantamiento de información, se realizó un análisis detallado para identificar los procesos y procedimientos que se llevan actualmente en la empresa en la dirección de operaciones, específicamente en el área de torre de control, donde los ingenieros realizan el monitoreo de los nodos de la red de fibra óptica, por consiguiente, se muestra una figura representativa del mapa de procesos que se maneja en la dirección de operaciones:

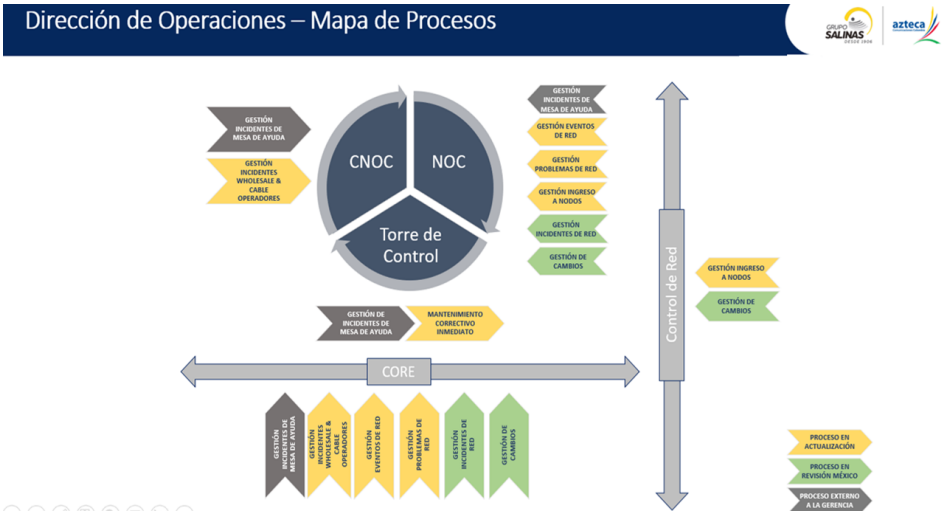


Figura 1: Organigrama de la Dirección de Operaciones. Tomada de [1]

Teniendo en cuenta la organización de la dirección de operaciones, el área de torre de control, es la encargada de gestionar el ingreso a los nodos de la red de fibra óptica, por consiguiente, monitorear los rectificadores que se encuentran en cada nodo, con el fin de dar seguimiento al correcto funcionamiento de dicho nodo y evitar la caída del servicio. Adicionalmente, el área de torre de control, gestiona el ingreso del personal de operaciones y mantenimiento a los nodos, para realizar reparaciones en los equipos del nodo o realizar ventanas de mantenimiento.
El área de torre de control tiene una base de datos en Microsoft Excel, en la cual están almacenados los datos de todos los rectificadores existentes en la red de fibra óptica, donde se especifica la ubicación del rectificador, el voltaje de las baterías y tipo de rectificador, como se muestra en la siguiente figura:

4	DANE	Departamento	Municipio	Nemonico	IP	Rectificador
1	73055	Antioquia	**La Union**	LUN	172.19.52.37	RC_DT_DP29_AN_LUN_1
2	5031	Antioquia	Retiro	RET	172.19.52.40	RC_DT_DP29_AN_RET_1
3	5044	Antioquia	Sonson	SON	172.19.53.226	RC_DT_DP29_AN_SON_1
4	15051	Antioquia	Abejorral	ABE	172.19.121.253	RC_EV_SCF2_AN_ABE_1_BB
5	41016	**Antioquia**	Medellin	MED	172.19.121.243	**RC_EV_SMPS_AN_MED_1_BB**
6	54051	Antioquia	**Amalfi**	AMF	172.19.52.7	RC_DT_DP29_AN_AMF_1
7	73030	**Antioquia**	**Peque**	PEQ	172.19.52.19	RC_DT_DP29_AN_PEQ_1
8	76243	Antioquia	Granada	GRA	172.19.52.36	RC_DT_DP29_AN_GRA_1
9	5790	Antioquia	**Taraza**	TRZ	**172.19.121.45**	**RC_EV_SCF2_AN_TRZ_1_BB**

Figura 2: Base de datos rectificadores. Tomada de [1]

Los rectificadores utilizados actualmente por la empresa son de 3 marcas: Huawei, Eltek y Delta, con 4 referencias, las cuales se ajustan a las características geográficas y necesidades de los equipos que se encuentran en el nodo. A continuación se encuentra la interfaz de usuario de cada uno de los tipos y marcas de los rectificadores utilizados en la red de fibra óptica de la empresa, con sus características principales:

5.1.1. Rectificador Huawei ETP4830-A1

Este rectificador se compone de 3 módulos:

- **Subbastidor de distribución de energía CA/CC:**Se caracteriza por la ubicación de los cables, ya que se enrutan hacia adentro y hacia afuera desde el frente, lo cual es fácil de mantener y operar. A continuación se muestra una figura del módulo.[2]



Figura 3: Módulo Subbastidor de distribución de Energía CA/CC. Tomada de [2]

- **Rectificador:**Este rectificador funciona de manera eficiente y estable, es intercambiable en caliente, está protegido contra sobrevoltaje de entrada y salida, subvoltaje de entrada, sobrecorriente de entrada y salida, cortocircuito de salida, limitación de corriente de salida y sobretemperatura. A continuación se muestra una figura del módulo.[13]



Figura 4: Módulo Rectificador. Tomada de [2]

- **SMU:**Se conecta con los equipos de la red de fibra óptica de acceso a través de una SMU solo sobre protocolos punto a punto (PTP), protocolos maestro/esclavo originales y protocolos maestro y esclavo normalizados. Incluye puerto de entrada y salida de CA, puerto de entrada y salida de corriente CC en el subtrack de distribución de energía y los puertos de comunicaciones en a SMU. A continuación se muestra una figura del módulo.[2]



Figura 5: Módulo SMU. Tomada de [2]

La interfaz de usuario de control del rectificador huawei se compone de un panel donde se puede observar la configuración del sistema, el estado del rectificador con los valores de voltajes, corrientes y potencias, así como el estado y voltaje de las baterías, alarmas de temperatura de los equipos y alarmas de ingreso al nodo. A continuación se muestra una figura con la interfaz.[2]

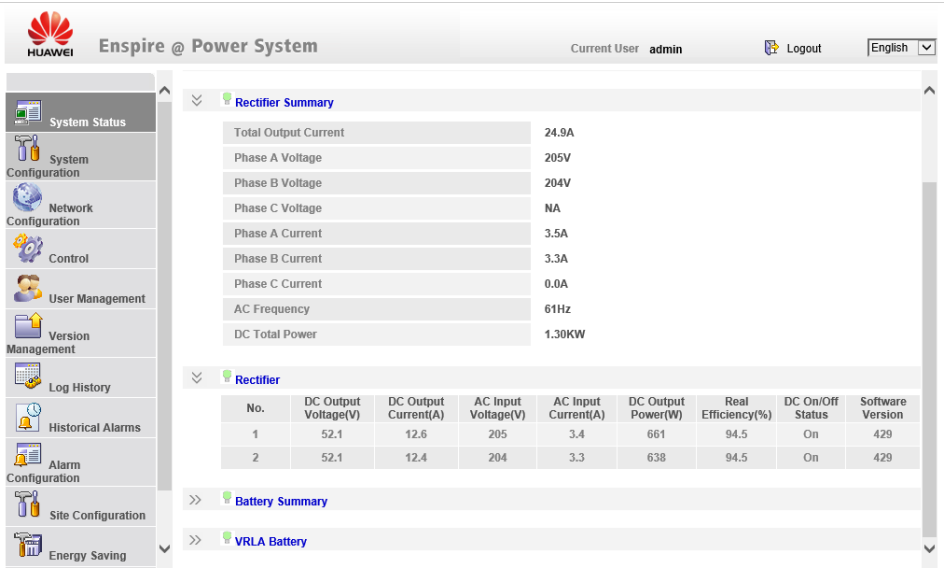


Figura 6: Interfaz Rectificador marca Huawei. Tomada de []

5.1.2. Rectificador Eltek FlatPack2

Este rectificador consta de un solo módulo, ofrece una solución versátil y poderosa para cualquier aplicación. Combina la alta eficiencia, densidad de potencia y confiabilidad. La versatilidad de este rectificador sumado con el control y supervisión hace que se pueda utilizar en una amplia variedad de aplicaciones de telecomunicaciones de CC, tanto para redes fijas como par energías alternativas en todo el mundo. Es óptimo para redes de telecomunicaciones de altas velocidades que necesitan soluciones de alimentación de corriente continua flexibles y ampliables.
El sistema de suministro de potencia del rectificador utiliza los siguientes rangos:

- **Entrada de Alimentación:** 230V CA, monofásico, trifásico en configuración delta y estrella, con una frecuencia de 45 a 66 Hz
- **Voltaje de Salida:** 48V DC con corriente máxima de 300.
- **Baterías:** Banco de 4 o 6 baterías con voltaje de salida de 48V DC con corriente máxima de 300A.[3]

En la siguiente figura se muestra el módulo del rectificador:



Figura 7: Módulo Rectificador Eltek. Tomada de [3]

La interfaz de usuario de control del rectificador de la marca Eltek FlatkPack2 se compone de un panel donde se puede observar la configuración del sistema, el estado del rectificador con los valores de voltajes, corrientes y potencias, así como el estado y voltaje de las baterías, alarmas de temperatura de los equipos y alarmas de ingreso al nodo. A continuación se muestra una figura con la interfaz.

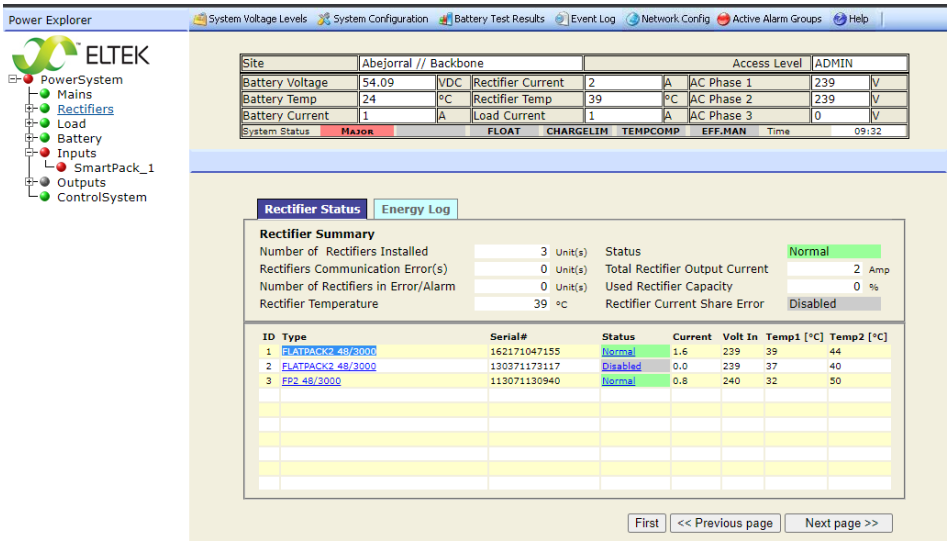


Figura 8: Interfaz Rectificador marca Eltek. Tomada de [3]

5.1.3. Rectificador Eltek SmartPack2

La línea de sistemas disponibles para ENERGY STAR® de rectificadores Smartpack2 HE 48V va desde 8kW con una distribución para gabinetes múltiples y para instalaciones de telefonía que requieran grandes requerimientos de potencia. El rectificador Smartpack2 alimenta y a su vez hace la función de cargador de las baterías asociadas, para ofrecer un mayor tiempo de respaldo y evitar cortes en el servicio de la red de telefonía.
Características principales:

- Probada confiabilidad.
- Alta eficiencia (HE).
- Alta densidad de potencia, arriba de 33W/INCH.
- Amplio rango de temperatura de operación.
- Certificaciones (CE, UL).
- Tecnología HE patentada.

Especificaciones técnicas:

- **Voltaje Nominal:** 185-275 V AC
- **Rango Voltaje:** 85-300 V AC
- **Frecuencia:** 45-66 Hz
- **Corriente Máxima de entrada:** 11.6 A
- **Voltaje Salida:** 53.5 V DC
- **Rango Voltaje Salida:** 43.5-57.6 V DC
- **Potencia Máxima:** 2000 W. [4]

En la siguiente figura se muestra el módulo del rectificador:



Figura 9: Módulo Rectificador SmartPack2. Tomada de [4]

La interfaz de usuario de control del rectificador de la marca Eltek SmartPack2 se compone de un panel donde se puede observar el diagrama de conexión y configuración del sistema eléctrico, el estado del rectificador con los valores de voltajes, corrientes y potencias, así como la gráfica temporal del estado y voltaje de las baterías y red eléctrica, alarmas de temperatura de los equipos y alarmas de ingreso al nodo. A continuación se muestra una figura con la interfaz.

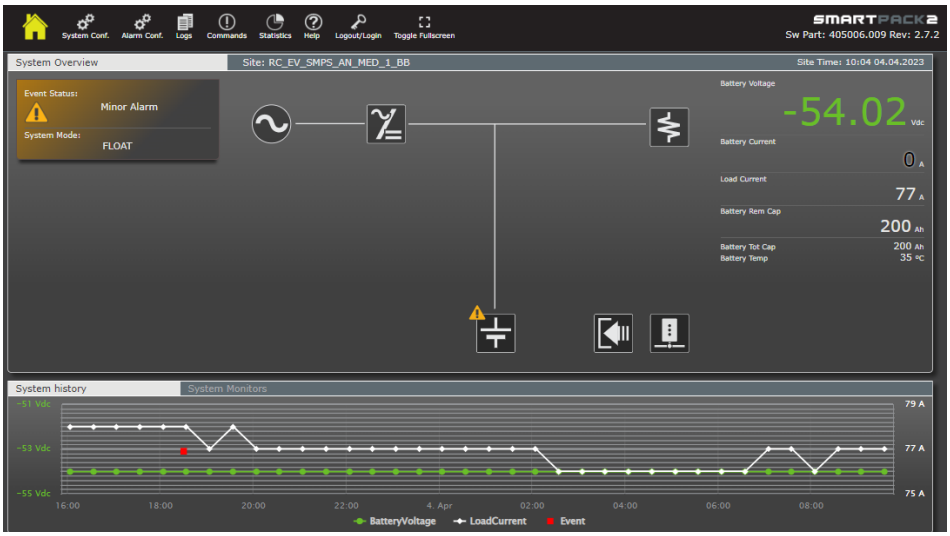


Figura 10: Interfaz Rectificador marca Eltek. Tomada de [4]

5.1.4. Rectificador Delta DSP 2900B-48-3

El DPS 2900B-48-3 pertenece a la serie de productos Delta CellD. Este sistema de alta densidad de potencia es ideal para aplicaciones de espacio crítico. Un sistema modular integrado permite instalaciones flexibles y adaptables.
El sistema incluye hasta tres rectificadores, conexiones AC y DC, conexión de batería y controlador Delta PSC 3. Además, la fácil instalación y capacidad de expansión se suman al éxito del sistema. Esta marca es conocida por la calidad y la confiabilidad del producto, y a esta solución se le ha agregado rentabilidad.
Principales características:

- Sistema de alimentación de estantería de 19" / 4U.
- Potencia de hasta 8,7 kW, alta densidad de potencia.
- Dimensiones (AlxAnxPr): 176x483x300mm.
- Opción para supervisión y control mejorados.

Aplicaciones principales:

- Estaciones base de red.
- Aplicaciones inalámbricas.
- Aplicaciones de línea fija, comunicaciones de datos.

Especificaciones técnicas:

- **Voltaje Nominal:** 3x230 VRMS (LN)
- **Rango de Votaje:** 88-310 VRMS
- **Rango de Frecuencia:** 50/60 Hz
- **Voltaje de Salida:** 42-58 VCC; 54VCC nominal. [5]

En la siguiente figura se muestra el módulo del rectificador:



Figura 11: Módulo Rectificador Delta DSP 2900B-48-3. Tomada de [5]

La interfaz de usuario de control del rectificador de la marca Delta se compone de un panel donde se puede observar la configuración del sistema, el estado del rectificador con los valores de voltajes, corrientes y potencias, así como el estado y voltaje de las baterías, alarmas de temperatura de los equipos y alarmas de ingreso al nodo. A continuación se muestra una figura con la interfaz.

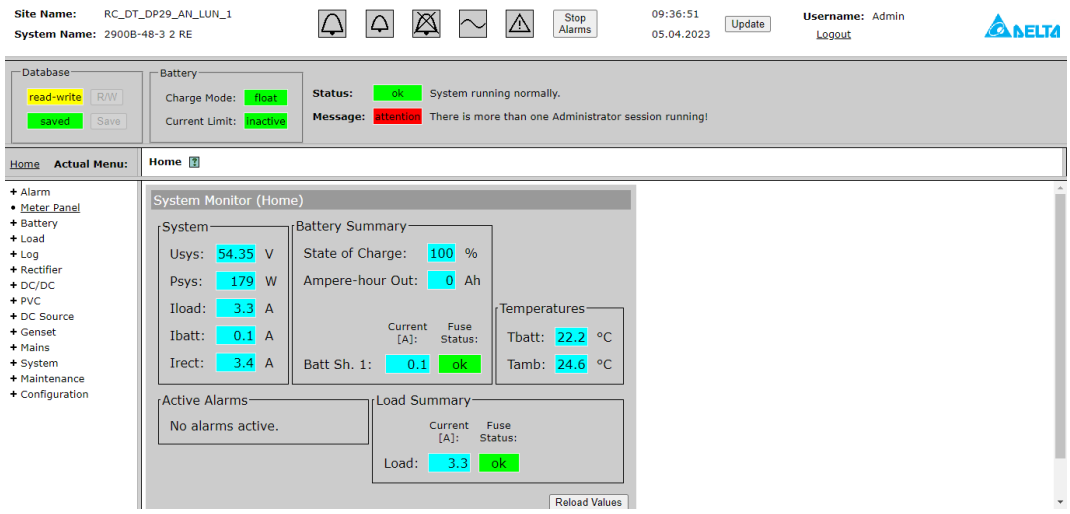


Figura 12: Interfaz Rectificador marca Delta. Tomada de [5]

5.1.5. Proceso ingreso a los nodos de la Red

Actualmente, el procedimiento que llevan los ingenieros de torre de control para monitorear los nodos de la red y dar ingreso a el personal de operación y mantenimiento se realiza a través de un grupo corporativo de Telegram, en donde el personal realiza la solicitud de ingreso a determinado nodo, con el fin de realizar un procedimiento en el mismo, ya sea corregir una falla, mantenimiento, etc. Como se muestra un ejemplo a continuación:

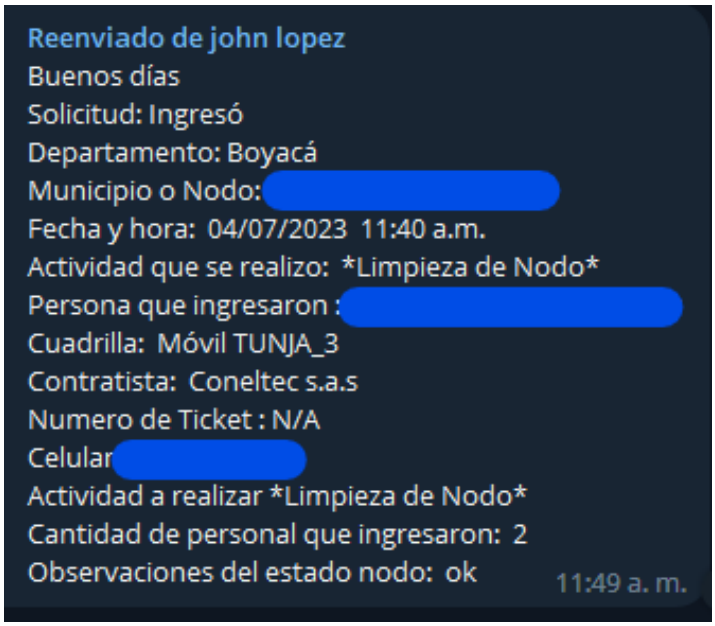


Figura 13: Ejemplo Solicitud Ingreso a Nodo. Elaboración Propia.

Después de recibir la solicitud, el ingeniero a cargo debe buscar en la hoja de cálculo de excel, la correspondiente dirección IP del rectificador del nodo a ingresar, una vez identificada la IP, debe copiarla y pegarla en el navegador de internet e ingresar con las credenciales para entrar a la interfaz del rectificador, como se muestra a continuación:

4	DANE	Departamento	Municipio	Nemonico	IP	Rectificador
50	19075	Bolivar	Mompos	MPS	**172.19.20.18**	RC_EV_SCF2_BL_MPS_1
51	41013	Bolivar	Altos Del Rosario	ALR	172.19.22.234	RC_EV_SCF2_BL_ALR_1
52	20045	Bolivar	Regidor	REG	172.19.22.98	RC_EV_SCF2_BL_REG_1
53	25053	Bolivar	**Cicuco**	CIC	172.19.20.10	RC_EV_SCF2_BL_CIC_1
54	13030	Bolivar	Arroyohondo	ARR	172.19.20.138	RC_EV_SCF2_BL_ARR_1
55	25086	Bolivar	Talaigua Nuevo	TAL	172.19.20.66	RC_EV_SCF2_BL_TAL_1
56	13244	Bolivar	El Carmen de Bolivar	ELC	172.19.121.10	RC_EV_SMPS_BL_ELC_1_BB
57	23068	Bolivar	Magangue	**MGG**	172.19.20.178	RC_EV_SCF2_BL_MGG_1
58	13222	Bolivar	Malagana	MGN	172.19.21.2	RC_EV_SCF2_BL_MGN_1
59	13683	Bolivar	Santa Catalina	CAT	172.19.20.226	RC_EV_SCF2_BL_CAT_1
60	13212	Boyaca	La Capilla	LAC	172.19.16.68	RC_DT_DP29_BY_LAC_1
61	66383	Boyaca	Macanal	MCN	172.19.16.74	RC_DT_DP29_BY_MCN_1
62	15814	Boyaca	Paz De Rio	PZR	172.19.16.226	RC_DT_DP29_BY_PZR_1
63	20060	Boyaca	Beteitiva	BTT	172.19.16.172	RC_DT_DP29_BY_BTT_1
64	68235	Boyaca	Tota	TOT	172.19.16.164	RC_DT_DP29_BY_TOT_1
65	20175	Boyaca	Oicata	OIC	172.19.16.3	RC_DT_DP29_BY_OIC_1
66	27135	Boyaca	Tuta	TUT	172.19.16.131	RC_DT_DP29_BY_TUT_1
67	54174	Boyaca	Moniquira	MOI	172.19.17.66	RC_DT_DP29_BY_MOI_1
68	19517	Boyaca	Sutamarchan	STA	172.19.17.34	RC_DT_DP29_BY_STA_1

Figura 14: Ejemplo Rectificador ingreso a nodo. Elaboración propia



Figura 15: Interfaz de ingreso al rectificador. Elaboración propia



Figura 16: Interfaz de alarmas Rectificador. Elaboración propia

Una vez verificadas las alarmas, se observa que no se encuentra activada la alarma de puerta abierta del nodo, por lo cual se le da autorización al personal para que ingrese a realizar su labor.

5.2. Objetivos y requisitos de la plataforma

Una vez realizado el levantamiento de la información, se definieron los objetivos y requisitos necesarios para que la plataforma cumpla su función y optimice el proceso actualmente usado.

- La plataforma debe contener una interfaz de usuario donde se pueda filtrar la ubicación del rectificador por departamento, municipio y rectificador, asi mismo, se deben observar las alarmas principales del rectificador como lo son: System Uptime, Ip del rectificador, indicador de disponibilidad, ICMP Response Time, voltaje de fase 1, voltaje de fase 2, corriente del rectificador, temperatura baterías, corriente de carga del rectificador, capacidad restante de las baterías y voltaje de las baterías.
- Desde la plataforma se debe re-direccionar a la interfaz de administrador del rectificador para ingresar y dar ingreso al personal de operación y mantenimiento al nodo a realizar sus respectivas labores.
- Generar las alarmas en la plataforma cuando los valores de las alarmas no correspondan valores normales y así poder generar un plan de acción.
- La plataforma debe desplegarse en un servidor con sistema operativo **Ubuntu Server** proporcionado por la empresa.

- Desplegar la plataforma en la red LAN de la empresa, para el uso del personal de la dirección de operaciones.
- La plataforma utilizará los aplicativos de **Zabbix** y **Grafana**, los cuales deben ser instalados en el servidor.
- Se debe realizar la conexión a la base de datos existente actualmente en la empresa, con los aplicativos a usar para la plataforma.

5.3. Identificación de las herramientas tecnológicas existentes en la empresa

Actualmente, en la empresa se manejan aplicativos y plataformas web como lo son **Zabbix** y **Grafana**, las cuales son herramientas de código abierto ampliamente utilizadas para el monitoreo de sistemas y visualización de datos en tiempo real. Estas herramientas deben estar instaladas en un servidor (en nuestro caso se utilizará **Ubuntu Server**) para poder conectarlas con la base de datos de la información a analizar. A continuación presentamos algunas generalidades necesarias para una mejor comprensión del desarrollo del proyecto:

5.3.1. Ubuntu Server

Es un sistema operativo basado en Linux Ubuntu diseñado específicamente para servidores. Este sitema operativo ofrece herramientas y utilidades de manejo amigable con el usuario para administrar el servidor, como el uso de la línea de comandos con Bash, así como interfaces gráficas opcionales. Además es compatible con gran cantidad de hardware, lo que permite la instalación y configuración de una variedad de aplicaciones, como servidores web, bases de datos, como los que vamos a utilizar en el proyecto. También ofrece estabilidad y seguridad, son aspectos fundamentales a la hora de instalar un servidor.[6]

5.3.2. Zabbix

Es un software libre y de código abierto diseñado con arquitectura cliente-servidor, que cumple la función de plataforma monitoreo, principalmente para infraestructuras de TI, la cual proporciona un conjunto de herramientas para monitorear el rendimiento, la disponibilidad de diferentes sistemas, redes y aplicaciones recopilando métricas y parámetros de los sistemas.
Esta plataforma se encarga de recopilar los datos de monitoreo, almacenarlos en una base de datos y generar alertas y notificaciones. Dichas alertas permiten una configuración personalizable para adaptarse a diferentes requisitos de monitoreo. Se pueden definir reglas de monitoreo, umbrales de alerta, escalamiento de alertas, entre otros. Los agentes de Zabbix se instalan en los dispositivos y sistemas que se desean monitorear y se comunican con el servidor para enviar los datos recopilados. Adicionalmente,

ofrece una interfaz web intuitiva y personalizable que permite visualizar los datos de monitoreo en forma de gráficos, mapas, tablas y widgets. Los paneles de control se pueden personalizar para mostrar información relevante de manera clara y concisa. A continuación se muestra una figura con la interfaz de usurio de Zabbix.[7]

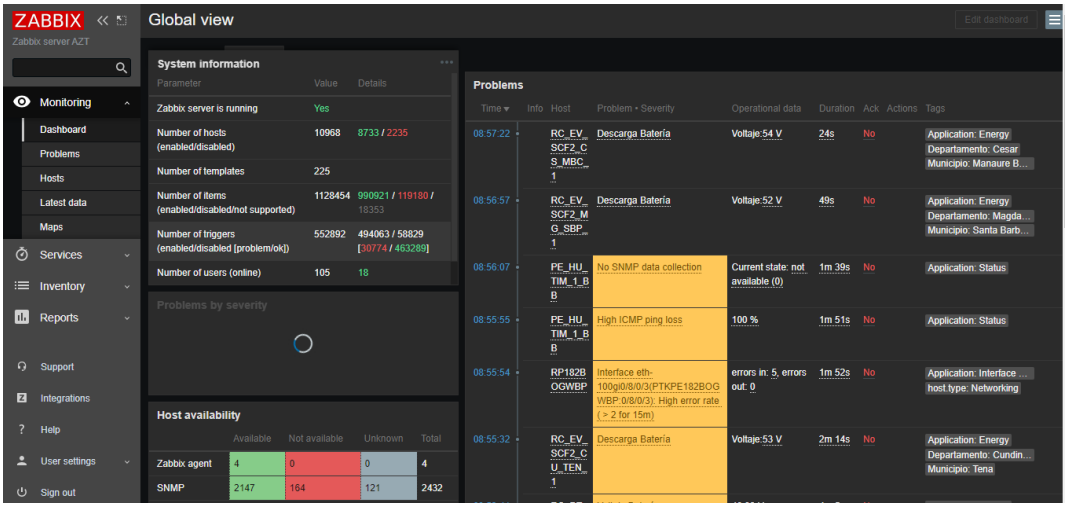


Figura 17: Interfaz de usuario Zabbix. Elaboración propia

5.3.3. Grafana

Grafana es una plataforma de código abierto, libre y gratuita que permite conectar diferentes fuentes de datos como sistemas de monitoreo con el fin de visualizar y monitorear datos, en tiempo real. Esta plataforma permite la creación de paneles personalizados para mostrar métricas y estadísticas. Además, ofrece una amplia variedad de características y opciones de personalización. Los usuarios pueden elegir entre diferentes tipos de visualizaciones, aplicar filtros y consultas para refinar los datos, configurar alertas y notificaciones. A continuación se muestra una figura con la interfaz de usuario de Grafana.

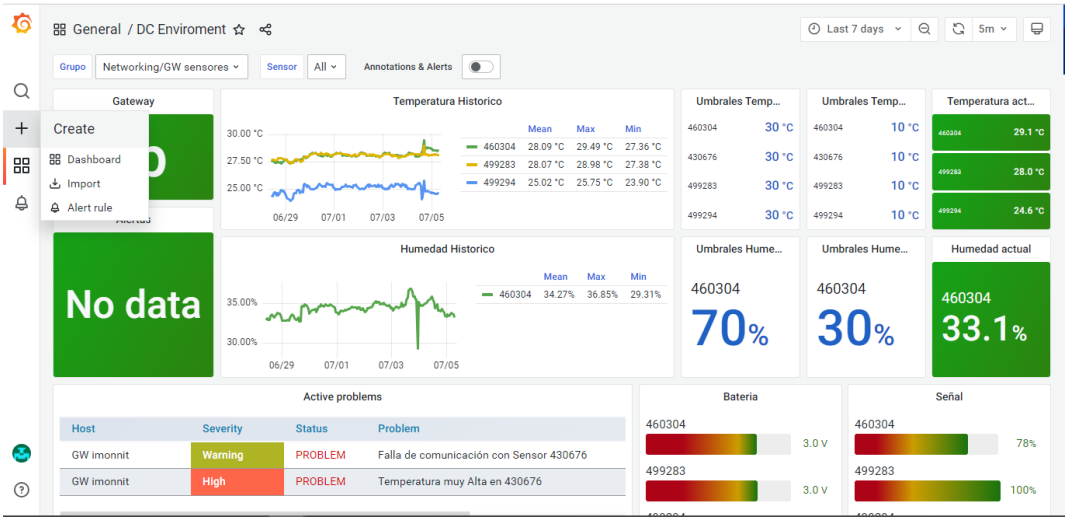


Figura 18: Interfaz de usuario Grafana. Elaboración propia

Además de los aplicativos anteriormente mencionados, la empresa utiliza una **GLPI** propia:

5.3.4. GLPI de la empresa

Es un software de gestión de servicios de tecnologías de la información (TI) y gestión de activos de código abierto. GLPI proporciona una interfaz basada en web que permite a las organizaciones administrar sus recursos, como computadoras, software, periféricos y otros activos [9] como lo son la clasificación de los equipos ópticos de la red de fibra óptica de la empresa, con un número de identificación para cada grupo de equipos existente. Es útil a la hora de obtener información sobre el inventario de los rectificadores activos actualmente en la red. a continuación se muestra la interfaz de usuario de la GLPI.

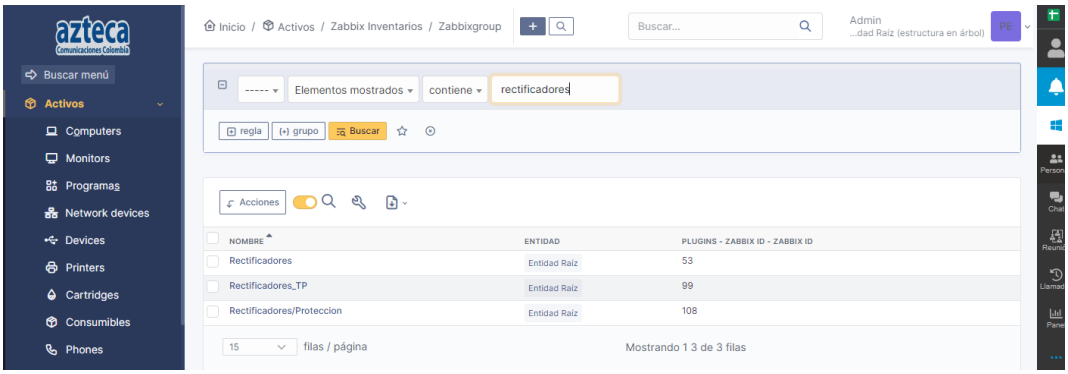


Figura 19: Interfaz de usuario GLPI. Elaboración propia

5.3.5. Postman

Postman es una plataforma de colaboración para el desarrollo de API (Interfaces de Programación de Aplicaciones) que permite a los desarrolladores diseñar, probar y documentar API de manera eficiente. Postman ofrece una interfaz de usuario amigable y una amplia gama de herramientas que facilitan el trabajo con API's. En este caso, la empresa utiliza Postman conectado con Zabbix para realizar consultas de las bases de datos y obtener datos e información deseada para su tratamiento y realizar estadísticas de diferentes tipos. A continuación se muestra la interfaz de usuario de Postman.[10]

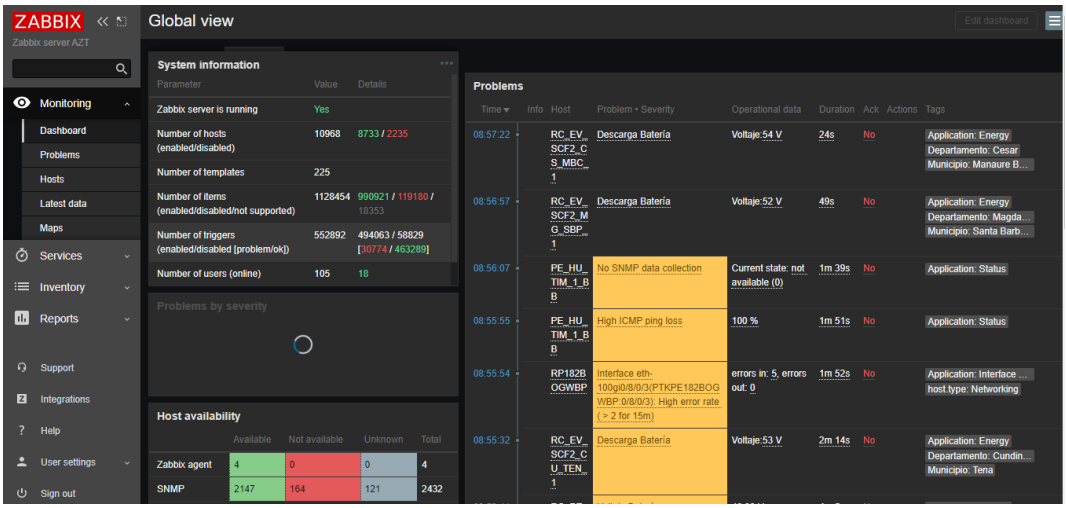


Figura 20: Interfaz de usuario Postman. Elaboración propia

5.3.6. Bases de datos MySQL

Es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS, por sus siglas en inglés) ampliamente utilizado. Es de código abierto y ofrece una amplia gama de características y funcionalidades para almacenar, organizar y manipular datos. Permite crear y administrar bases de datos relacionales. Utiliza tablas para almacenar datos estructurados en filas y columnas, y utiliza relaciones (claves primarias y externas) para establecer conexiones entre tablas, utiliza el lenguaje SQL (Structured Query Language) para realizar consultas y manipular datos. Es conocido por su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos y mantener un buen rendimiento. Soporta replicación, que permite crear copias de la base de datos para distribuir la carga de trabajo y mejorar la disponibilidad. La base de datos de los rectificadores de la red de fibra óptica de la empresa está basada en MySQL para poder realizar su conexión con Zabbix para posteriormente enlazarlo con Grafana.[11]

5.4. Arquitectura de la plataforma y forma de despliegue

5.4.1. Arquitectura

En este proyecto se aplicará el modelo de arquitectura cliente-servidor. Es un modelo de diseño común en el desarrollo de aplicaciones de software y sistemas distribuidos. Se basa en la idea de dividir las responsabilidades de una aplicación o sistema entre el cliente y el servidor, esto permite una mayor flexibilidad, escalabilidad y distribución del procesamiento, lo que resulta útil en una amplia variedad de aplicaciones, desde sistemas web hasta aplicaciones empresariales.
La comunicación entre el cliente y el servidor generalmente se realiza a través de un protocolo de red, como HTTP (para aplicaciones web) o TCP/IP (para sistemas distribuidos). El cliente envía solicitudes al servidor y espera las respuestas correspondientes. En este modelo, el software se divide en dos componentes principales: el cliente y el servidor.

- **Cliente:** Es la parte de la aplicación o sistema que interactúa directamente con el usuario final. Proporciona una interfaz de usuario a través de la cual el usuario puede enviar solicitudes al servidor y recibir respuestas. El cliente generalmente se ejecuta en un dispositivo local, en este caso en los dispositivos disponibles que estén conectados a la red local de la empresa.

- **Servidor:** El servidor es la parte de la aplicación o sistema que procesa las solicitudes del cliente y envía las respuestas correspondientes. Se ejecuta en un dispositivo remoto y está diseñado para gestionar múltiples solicitudes de diferentes clientes de manera eficiente. El servidor tiene acceso a recursos y datos que pueden ser necesarios para procesar las solicitudes del cliente.[12]

A continuación se muestra un diagrama donde se describe el modelo de la arquitectura cliente-servidor.

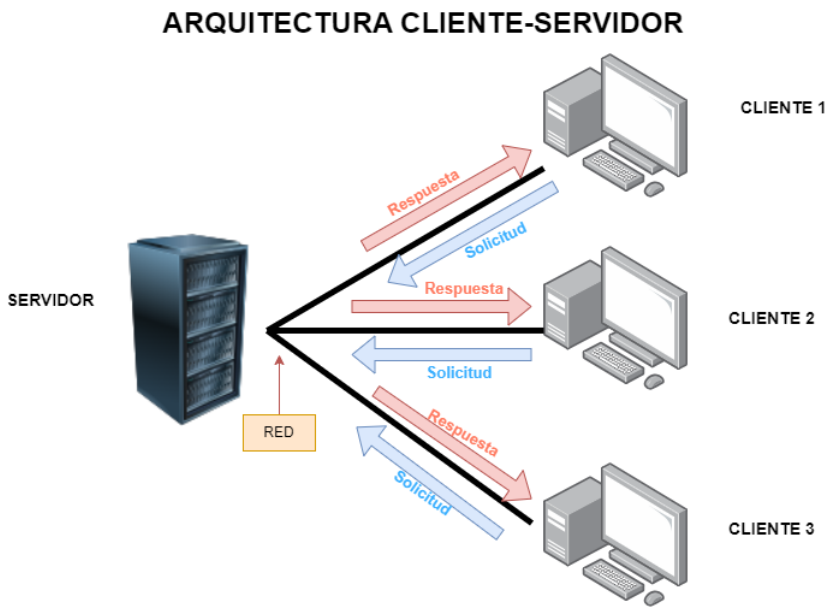


Figura 21: Arquitectura Cliente-Servidor. Elaboración Propia.

5.4.2. Forma de despliegue

La plataforma se desplegará en un servidor web proporcionado por la empresa, donde se instalará el sistema operativo **Ubuntu Server** en la versión 22.04.2 LTS. Se necesitará una máquina con las siguientes características:

- **Memoria RAM:** 1.5 GB
- **Memoria del disco:** 20 GB minímo.
- **Tipo de SO:** 64 Bits.

Una vez instalado el servidor, se procede a instalar Zabbix en el y realizar su conexión con la base de datos y con el Plugin de Grafana

5.4.3. Integración de Zabbix con Grafana en Ubuntu

Integrar las plataformas anteriormente mencionadas, permite aprovechar la potencia de Zabbix para recopilar y almacenar datos de monitoreo, mientras Grafana proporciona herramientas avanzadas para visualizar y analizar esos datos de manera más flexible y personalizada. Al instalarlas en el servidor de Ubuntu, podremos acceder desde cualquier equipo conectado a internet en la red LAN de la empresa. A continuación se muestra un diagrama donde se muestra la forma de despliegue que se realizara y la integración de las herramientas a utilizar.

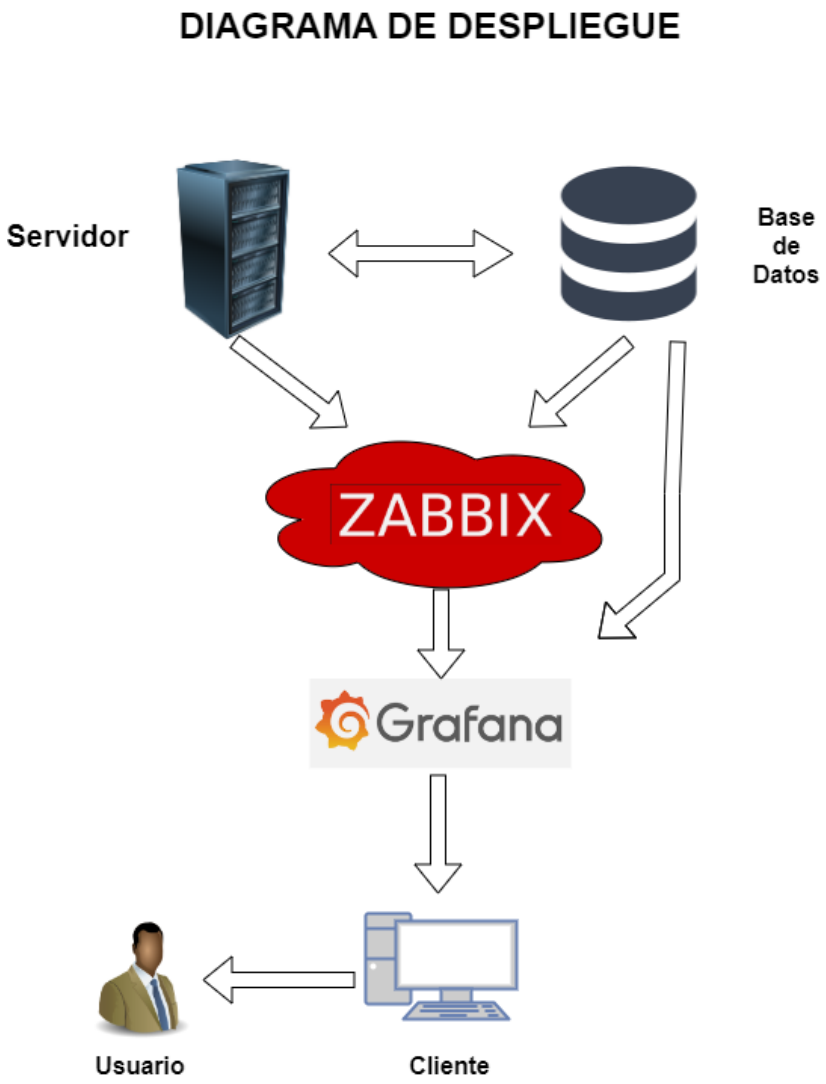


Figura 22: Diagrama de despliegue. Elaboración Propia.

Una vez instalado el aplicativo, la empresa me proporcionó un usuario de administrador para poder acceder a la base de datos y configuraciones, se crea un dashboard donde se implementa la interfaz de usuario que contenga los requisitos descritos anteriormente.

5.5. Implementación y despliegue de la plataforma

Una vez definida la arquitectura de la plataforma y la forma de despliegue de la misma, se inició la fase de implementación y despliegue, la cual se dividió en varias fases con el fin de dar un orden.
En primera instancia, se realiza la instalación del sistema operativo del servidor proporcionado por la empresa.

5.5.1. Instalación de Ubuntu Server

Realizamos la instalación de Ubuntu Server en la versión 22.04.2 LTS con interfaz gráfica, por su facilidad de manejo y para pdoer tomar pantallazos de los pasos a seguir. Para proceder con la descarga de este sistema operativo se accedió a la web oficial de Ubuntu Server.[13] Una vez descargada la imagen ISO, procedemos con la instalación de esta ISO en una memoria USB para arrancarlo en el servidor.
Como segundo paso, iniciamos la BIOS de nuestra máquina para configurar el arranque de esta, la finalidad de esto es que nuestro hardware arranque el sistema operativo que se encuentra la memoria USB.
Una vez ingresado al ejecutable de instalación, procedemos a escoger el idioma del sistema operativo y a instalarlo, como se muestra en la siguiente figura:

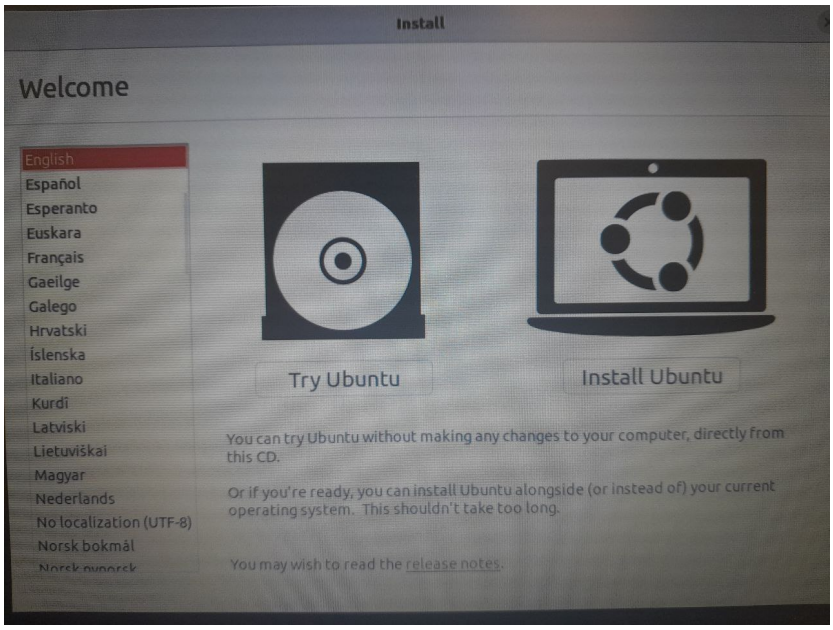


Figura 23: Ventana de instalación de Ubuntu Server. Elaboración propia.

Una vez configurado lo anterior, se realiza la configuración de la red a la que se va a conectar el servidor. El servidor tiene de forma predeterminada el nombre de la interfaz como **ens33** y la configuración del cliente tiene predeterminado el protocolo **DHCP**, como se muestra en la siguiente figura.

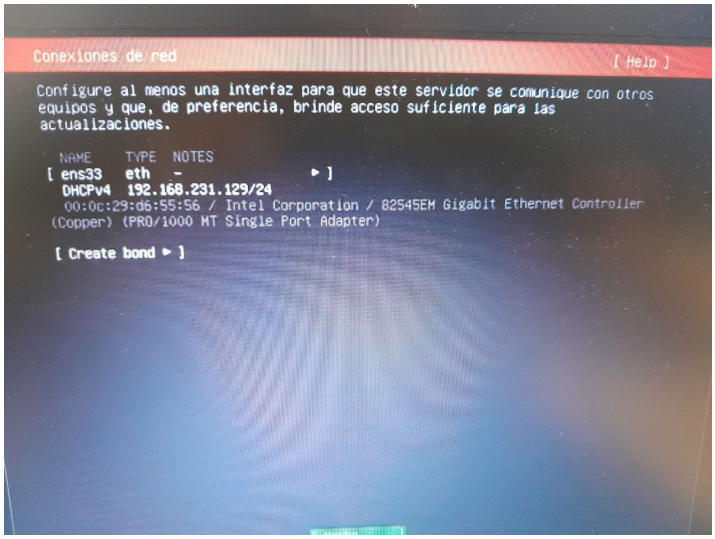


Figura 24: Ventana de configuración de red del servidor. Elaboración propia.

Ahora el sistema nos pedirá nombrar el servidor, así como asignar una contraseña para entrar al servidor, como se muestra en la siguiente figura.

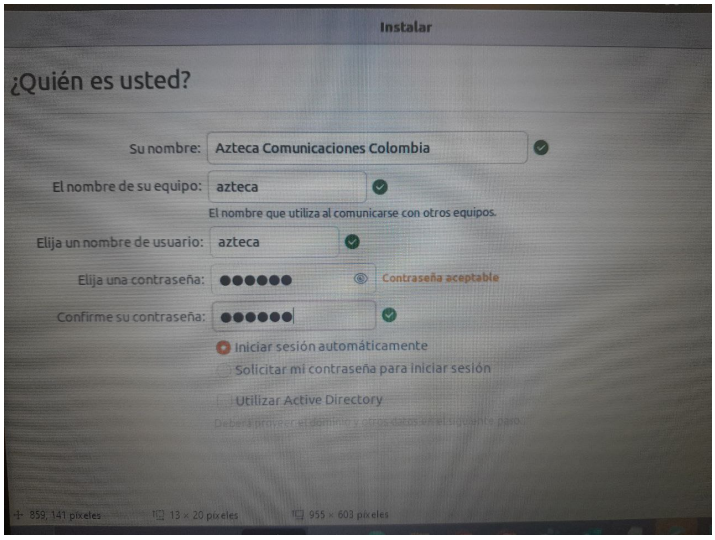


Figura 25: Ventana de configuración de usuario y contraseña del servidor. Elaboración propia.

Por último, se instala el sistema operativo en el servidor; el cual nos muestra una ventana confirmando la correcta instalación, como se muestra en la siguiente figura.

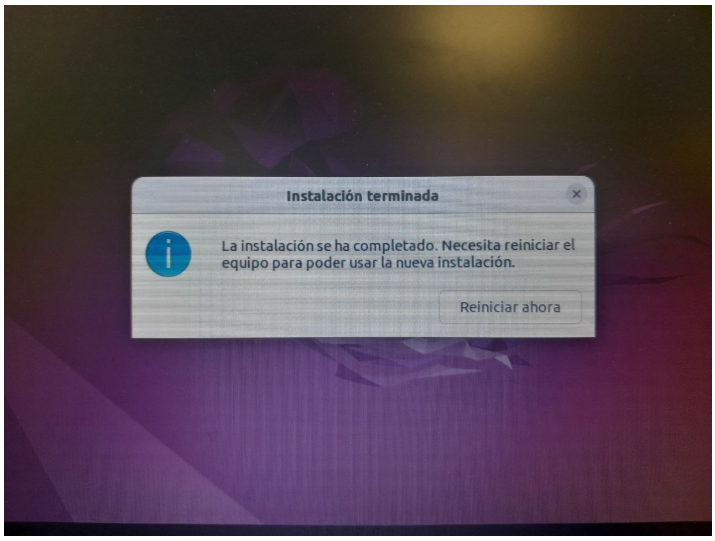


Figura 26: Ventana de confirmación de la correcta instalación del servidor. Elaboración propia.

5.5.2. Instalación de Zabbix en el servidor

Una vez se tuvo el servidor con el sistema operativo instalado, ingresamos a la terminal del mismo, para realizar la instalación del aplicativo **Zabbix**.
La pagina oficial de **Zabbix** [14] nos ofrece una documentación para la instalación del aplicativo. Para el proyecto se instaló la versión 6.4, el sistema operativo del servidor instalado, en este caso **Ubuntu Server 22.04.2 LTS**, la componente de Zabbix de servidor, Frontend y Aget, la base de datos MySQL y el servidor Web Apache. Como se muestra en la siguiente figura.

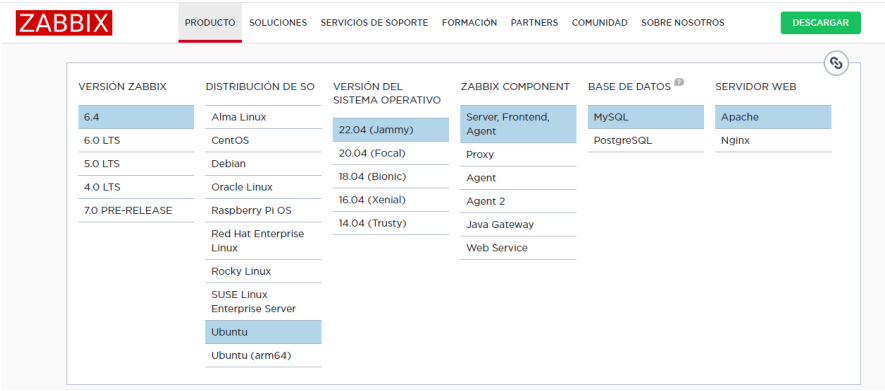


Figura 27: Página oficial de Zabbix. Tomada de [].

Seguimos los pasos de su instalación, como se muestra a continuación.

Instalación y configuración de Zabbix: Digitamos los comandos proporcionados por la página oficial en la terminal del servidor, como se muestra a continuación.

- **Instalar el repositorio de Zabbix**

```
# wget https://repo.zabbix.com/zabbix/6.4/ubuntu/pool/main/z/zabbix-release/zabbix-release_6.4-1+ubuntu22.04_all.deb
# dpkg -i zabbix-release_6.4-1+ubuntu22.04_all.deb
# apt update

```

- **Instalación del servidor, la interfaz y el agente de Zabbix**

```
# apt install zabbix-server-mysql zabbix-frontend-php zabbix-apache-conf zabbix-sql-scripts zabbix-agent

```

- **Creación de la base de datos inicial**
  Ejecutamos los siguientes comandos en el host de base de datos.

```
# mysql -uroot -p
password
mysql> create database zabbix character set utf8mb4 collate utf8mb4_bin;
mysql> create user zabbix@localhost identified by 'password';
mysql> grant all privileges on zabbix.* to zabbix@localhost;
mysql> set global log_bin_trust_function_creators = 1;
mysql> quit;

```

  En el servidor Zabbix, se importó el esquema y los datos iniciales.

```
# zcat /usr/share/zabbix-sql-scripts/mysql/server.sql.gz | mysql --default-character-set=utf8mb4 -uzabbix -p zabbix

```

  Se deshabilitó la opción log_bin_trust_function_creators después de importar el esquema de la base de datos.

```
# mysql -uroot -p
password
mysql> set global log_bin_trust_function_creators = 0;
mysql> quit;

```

- **Configuramos la base de datos para el servidor Zabbix asignando una contraseña**

```
 DBPassword=password

```

- **Iniciar los procesos del agente y del servidor Zabbix**
  Iniciar los procesos del agente y del servidor Zabbix y configúralos para que se inicien con el sistema.

```
# systemctl restart zabbix-server zabbix-agent apache2
 # systemctl enable zabbix-server zabbix-agent apache2

```

- **Abrimos la página web de la interfaz de usuario de Zabbix**
  La URL predeterminada para la interfaz de usuario de Zabbix cuando se usa el servidor web Apache es: http://host/zabbix.
  Al abrir esta URL en el navegador, se abre una ventana para iniciar la instalación del Zabbix en el servidor, como se muestra en la siguiente figura:



Figura 28: Ventana de instalación de Zabbix. Elaboración propia.

Luego verificamos los pre-requisitos previos que se necesitan para el correcto funcionamiento de la plataforma e interfaz, como se muestra en la siguiente figura.

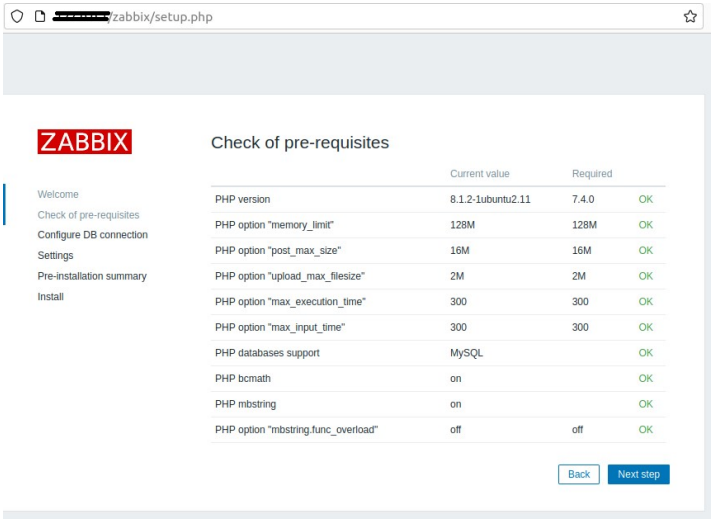


Figura 29: Ventana de pre-requisitos de instalación de Zabbix. Elaboración propia.

Luego se configura la conexión de la base de datos, con los parámetros que se muestran a continuación en la figura.

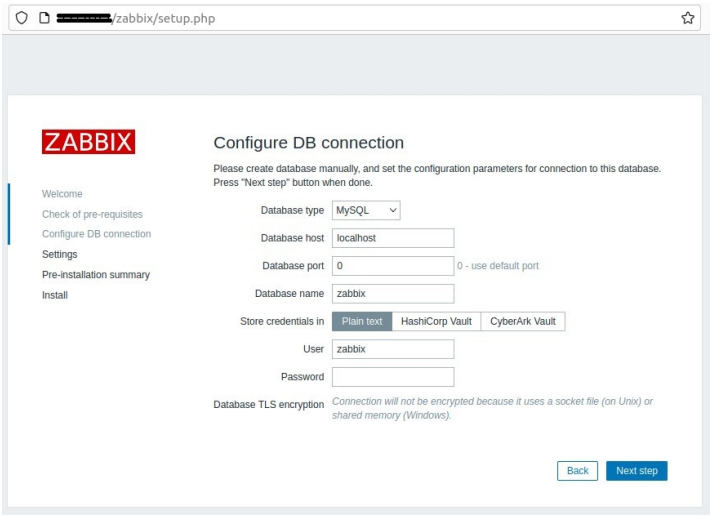


Figura 30: Ventana de pre-requisitos de instalación de Zabbix. Elaboración propia.

Despues se configuró la instalación para que concuerde con el nombre del servidor donde se va a instalar la plataforma. Como se muestra en la siguiente figura:

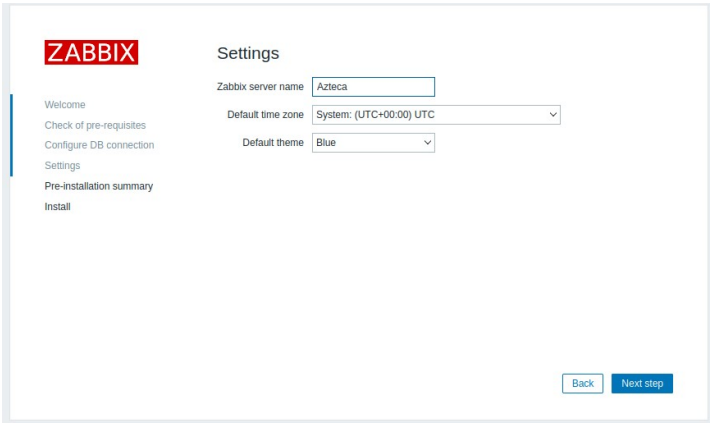


Figura 31: Ventana de pre-requisitos de instalación de Zabbix. Elaboración propia.

Por último, se muestra el resumen de la instalación, con los parámetros definidos, como se muestra en la siguiente figura.

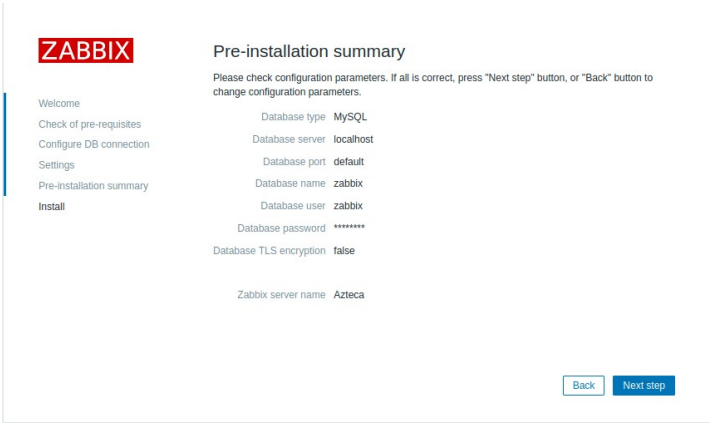


Figura 32: Prámetros definidos para la instalación de Zabbix. Elaboración propia.

Al terminar la instalación, se abre la interfaz de usuario, como se muestra en la siguiente figura.

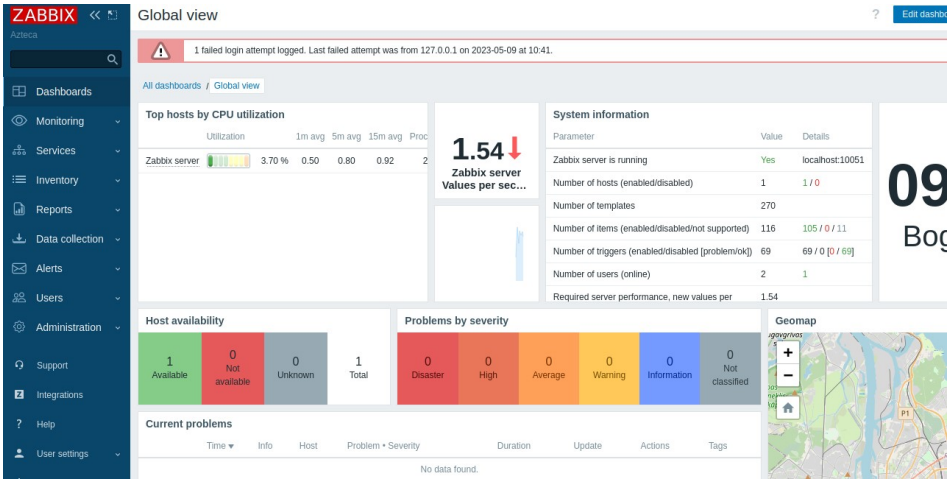


Figura 33: Interfaz de usuario de Zabbix. Elaboración propia.

5.5.3. Instalación de Grafana en el servidor

Luego de la instalación de Zabbix, se realiza también la instalación de Grafana, siguiendo las instrucciones que nos ofrece la página oficial[15]. La instalación se realizará a través de la consola del servidor.

- **Se ejecutan los siguientes comandos para instalar los paquetes necesarios y descargar la clave de firma del repositorio de Grafana**

```
sudo apt-get install -y apt-transport-https
sudo apt-get install -y software-properties-common wget
sudo wget -q -O /usr/share/keyrings/grafana.key https://apt.grafana.com/gpg.key
```

- **Se ejecuta el siguiente comando, para agregar un repositorio para versiones estables**

```
echo "deb [signed-by=/usr/share/keyrings/grafana.key] https://apt.grafana.com stable main" | sudo tee -a /etc/apt/sources.list.d/grafana.list
```

- **Para instalar Grafana, se ejecuta el siguiente comando:**

```
sudo apt-get install grafana
```

- **Abrimos la página web de la interfaz de usuario de Zabbix**
  La URL predeterminada para la interfaz de usuario de Grafana cuando se usa el servidor web Apache es: http://localhost:3000
  Al abrir esta URL en el navegador, se abre una ventana con la interfaz de usuario de grafana, como se muestra en la siguiente figura:

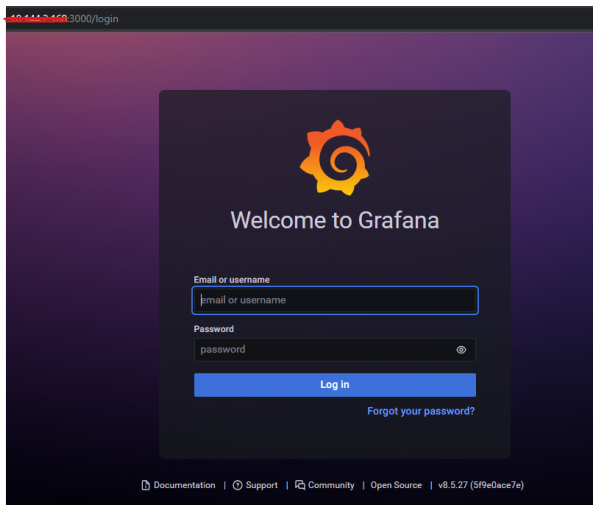


Figura 34: Ventana de login de Grafana. Elaboración propia.

5.5.4. Instalación de complemento para enlazar Grafana con Zabbix

Se ejecuta el siguiente comando para la instalación del complemento

```
Los complementos de grafana-cli instalan alexanderzobnin-zabbix-app
```

Ahora, se reinicia el servidor Grafana para que se ejecute la instalación del complemento, ejecutando el siguiente comando

```
systemctl reiniciar servidor grafana
```

Una vez instalado el complemento, se ingresa a la dirección URL de Grafana, en donde se "Logueóçon usuario y contraseña proporcionado por la empresa. Una vez dentro de la interfaz, vamos a configuración >Complementos y habilitamos la opción de **Zabbix Plugin Congig**.

Configuración de la fuente de datos: Se Agrega la fuente de datos de Zabbix en Grafana para poder traer todos los datos de la base de datos enlazados con Zabbix, como se muestra en la siguiente figura:

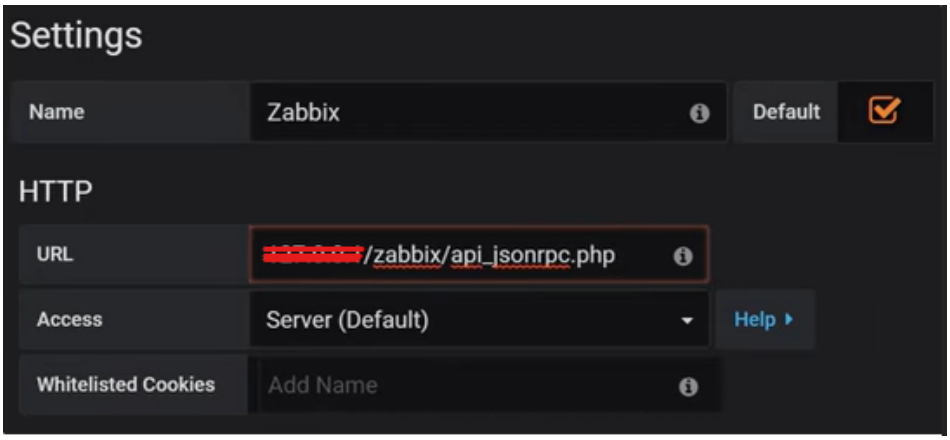


Figura 35: Configuración fuente de datos. Elaboración propia.

5.5.5. Creación de Dashboard

Se crea un Dashboard en Grafana, el cual será la interfaz de usuario que manejara y controlará el ingeniero de la dirección de operaciones para el monitoreo de los rectificadores de la red de fibra óptica de la empresa, como se muestra en la siguiente figura.

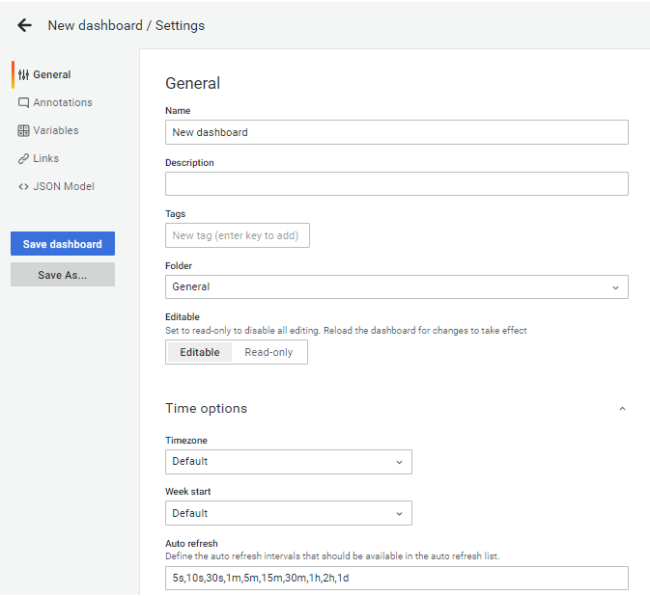


Figura 36: Creación de un Dashboard. Elaboración propia.

Creación de variables: Se crean las variables necesarias para poder traer los datos de Zabbix y de la base de datos de MySQL y poder filtrar los rectificadores de la red de la empresa. Se deben tener en cuenta aspectos como: El nombre de la variable, tipo, la etiqueta, la fuente de datos, la codificación de la consulta, entre otros. La creación de las variables se muestra en la siguiente figura.

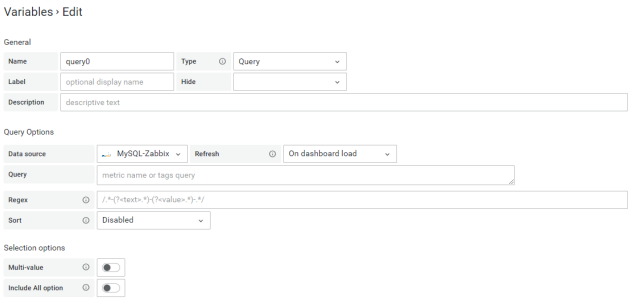


Figura 37: Creación variables en el Dashboard. Elaboración propia.

Se crearon las siguientes variables para filtrar los datos que se necesitan traer de la base de datos:

- **Variable Departamento:** Se crea esta variable para filtrar los rectificadores por departamento, se realiza la siguiente consulta para llamar los datos de la base de datos de Zabbix:

```
SELECT hi.site_state
FROM host_inventory hi
JOIN hosts_groups hg on hg.hostid = hi.hostid
JOIN hstgrp hst on hst.groupid = hg.groupid
WHERE (hst.name) IN ($Grupo)

```

- **Variable Municipio:** Se crea esta variable para filtrar los rectificadores por Municipio, se realiza la siguiente consulta para llamar los datos de la base de datos de Zabbix:

```
SELECT site_city
FROM host_inventory hi
JOIN hosts_groups hg on hg.hostid = hi.hostid
JOIN hstgrp hst on hst.groupid = hg.groupid
WHERE (hst.name) IN ($Grupo) AND (hi.site_state) IN ($depto)

```

- **Variable Router/Agregador:** Se crea esta variable para filtrar los Router/Agregadores de los grupos de los equipos, se realiza la siguiente consulta para llamar los datos de la base de datos de Zabbix:

```
SELECT h.name
FROM hosts h, host_inventory hi
WHERE h.name like 'PE%' and hi.hostid = h.hostid and (hi.site_state) in(
$depto) and (hi.site_city) in ($muni)

```

- **Variable Grupo:** Se crea esta variable para filtrar los grupos de equipos existentes en la red de la empresa, se realiza la siguiente consulta para llamar los datos de la base de datos de Zabbix:

```
SELECT hst.name
FROM host_inventory hi
JOIN hosts_groups hg on hg.hostid = hi.hostid
JOIN hstgrp hst on hst.groupid = hg.groupid;

```

- **Variable Equipos:** Se crea esta variable para llamar a todos los equipos existentes en la red de la empresa, se realiza la siguiente consulta para llamar los datos de la base de datos de Zabbix:

```
SELECT h.name
FROM hosts h
JOIN hosts_groups hg on h.hostid = hg.hostid
JOIN hstgrp hst on hg.groupid = hst.groupid
JOIN host_inventory hi on hg.hostid = hi.hostid
WHERE (hst.name) IN ($Grupo) AND (hi.site_state) IN ($depto) AND (hi.
site_city) IN ($muni)

```

- **Variable Rectificador:** Se crea esta variable para llamar a todos los rectificadores existentes en la red de la empresa, se realiza la siguiente consulta para llamar los datos de la base de datos de Zabbix:

```
1        SELECT h.name
2        FROM hosts h, host_inventory hi
3        WHERE h.name like 'RC%' and hi.hostid = h.hostid and (hi.site_state) in(
   $depto) and (hi.site_city) in ($muni)
4
```

Una vez creadas las variables, se realiza un esquema donde se muestran las dependencias de las variables creadas, como se muestra en la siguiente figura:

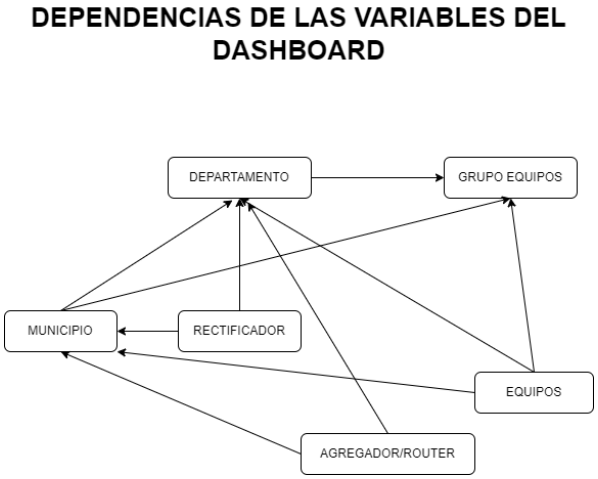


Figura 38: Diagrama dependencias de las variables. Elaboración propia.

5.5.6. Creación de Interfaz de Usuario

Una vez creadas las variables, se implementa la interfaz de usuario, en la cual se van a monitorear los rectificadores de la red de fibra óptica de la empresa.
Automáticamente en el dashboard aparecen las casillas con los filtros del Departamento, municipio y rectificadores, para filtrar la ubicación y rectificador a monitorear por el usuario, como se muestra en la siguiente figura.

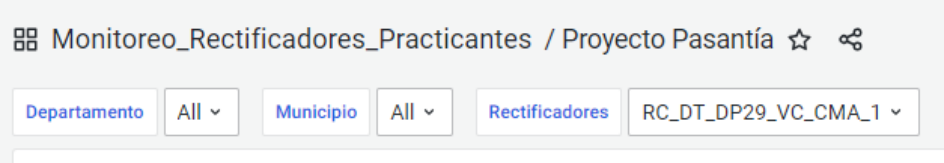


Figura 39: Casillas de los filtros de Departamento, Municipio y Rectificadores. Elaboración propia.

Luego se realiza la creación de los paneles del dashboard para la visualización de los datos y alarmas de los rectificadores en tiempo real, como se muestra a continuación:

- **Cabecera**
  El primer panel que se crea es la cabecera, donde se muestra el logo de la empresa y el nombre de la plataforma. Es un panel tipo texto, en el cual se utiliza con lenguaje HTML, se inserta el enlace URL del logo y el título realizando el siguiente código:

```
1
2     <center>
3
4             <img src="https://www.aztecacomunicaciones.com/Content/assets/images/
      logo.svg" width="500", height="300" >
5
6     </center>
7     <H1>
8     <center>
9
10                MONITOREO RECTIFICADORES RED DE AZTECA
11
12    </center>
13    </H1>
14
15
```

  En la siguiente figura se muestra el resultado del panel.



Figura 40: Panel de Cabecera. Elaboración propia.

- **System Uptime**
  El system uptime nos indica el tiempo que el rectificador lleva encendido sin tener alguna caída. Para crear este panel, se genera un panel con visualización de estadísticas y generamos un querry con el modo métricas con la fuente de datos del servidor de Zabbix, como se muestra en la siguiente figura.

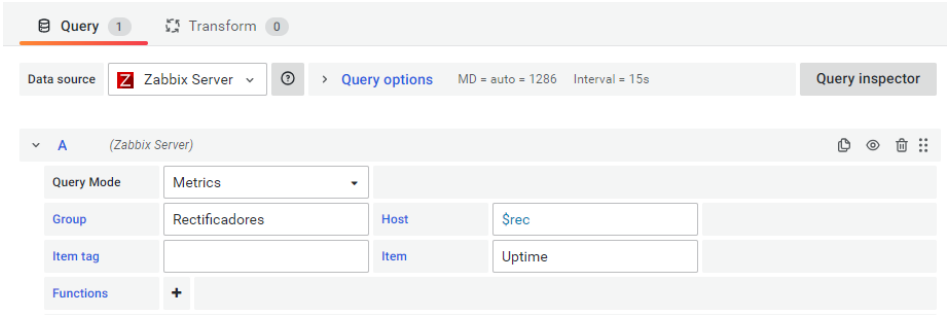


Figura 41: Configuración Querry System Uptime. Elaboración propia.

El resultado se muestra en la siguiente figura:

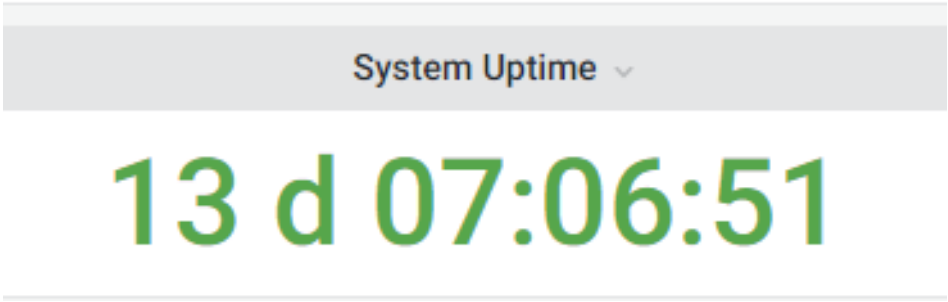


Figura 42: Panel de System Uptime. Elaboración propia.

- **Datos Principales** En los datos principales se muestra información acerca del rectificador, como lo es la dirección IP del rectificador, departamento, municipio, latitud y longitud de ubicación del mismo. Se creó a partir de un panel con visualización de tabla. Se crearon 5 querry's (uno para cada fila de la tabla) con la fuente de datos de MySQL-Zabbix para traer los datos. Se realiza una consulta de base de datos para cada fila de la tabla, como se muestra a continuación:

  - **Fila Dirección IP**

```
1   select "IP" as dato,i.ip as valor
2   from interface i, hosts h
3   where h.hostid=i.hostid and h.name='$host' and i.main=1 and i.type=2;
4
```

- **Fila Departamento**

```
SELECT "Departamento" as dato,site_state as valor
from host_inventory
where hostid=(select hostid from hosts where name='$host')
```

- **Fila Municipio**

```
SELECT "Municipio" as dato,site_city as valor
from host_inventory
where hostid=(select hostid from hosts where name='$host')
```

- **Fila Longitud**

```
SELECT "Latitud" as dato,location_lat as valor
from host_inventory
where hostid=(select hostid from hosts where name='$host')
```

- **Fila Latitud**

```
SELECT "Longitud" as dato,location_lon as valor
from host_inventory
where hostid=(select hostid from hosts where name='$host')
```

Luego de realizar las consultas, se realiza el proceso de añadir el hipervínculo para que al dar click se re-dirija al administrador del rectificador. Este proceso se realiza asignando un data link a la fila de la tabla de la dirección IP, como se muestra en la siguiente figura.

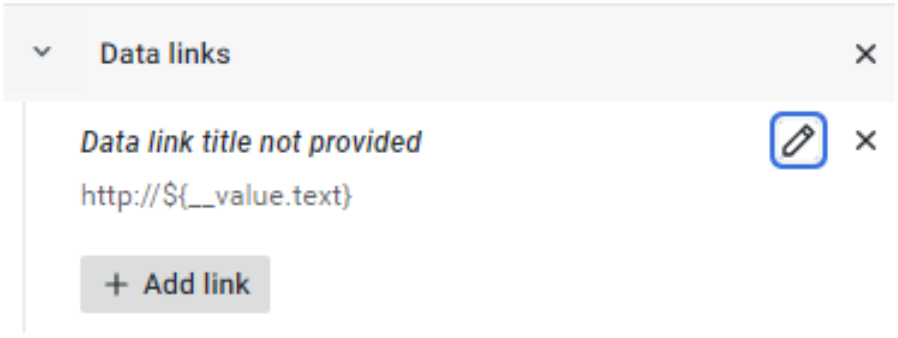


Figura 43: Configuración del Data Link. Elaboración propia.

El resultado se muestra en la siguiente figura:



Figura 44: Panel Datos Principales. Elaboración propia.

- **Disponibilidad**
  La disponibilidad nos indica si el rectificador se encuentra encendido y funcionando, se genera un panel con visualización de estadísticas y un querry con el modo métricas con la fuente de datos del servidor de Zabbix, como se muestra en la siguiente figura.

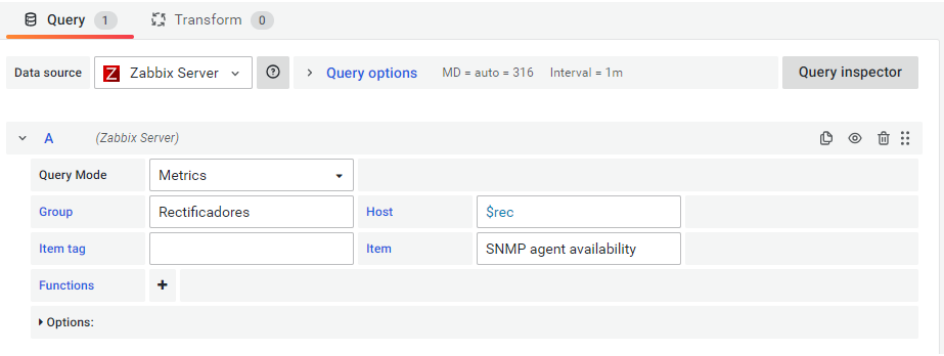


Figura 45: Configuración Querry Disponibilidad. Elaboración propia.

El resultado se muestra en la siguiente figura:



Figura 46: Panel de Disponibilidad. Elaboración propia.

- **ICMP Response Time**
  El ICMP Response Time es un protocolo que el rectificador utiliza para comunicar errores de transmisión de datos en la red para identificar el tiempo de respuesta de envío de datos. Se genera un panel con visualización de series de tiempo y un querry con el modo métricas con la fuente de datos del servidor de Zabbix, como se muestra en la siguiente figura.

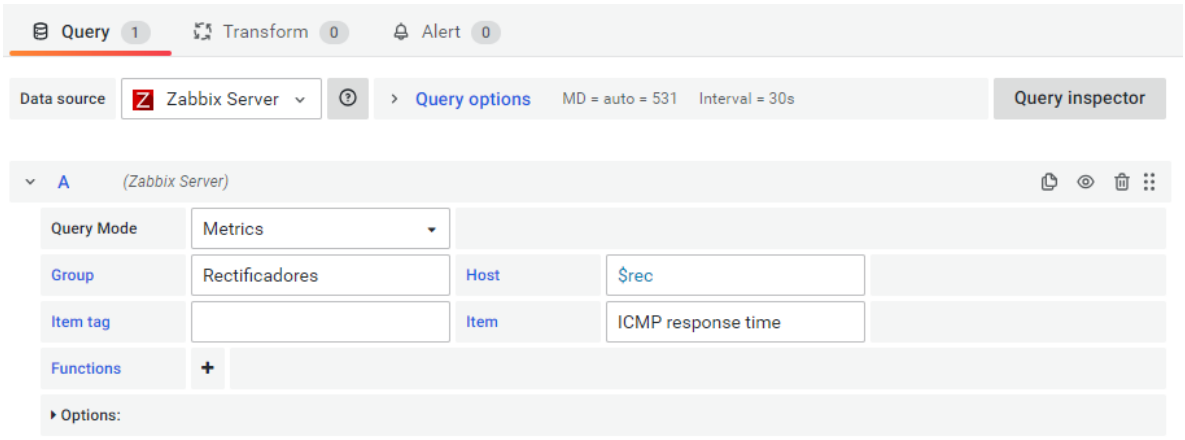


Figura 47: Configuración Querry ICMP Response Time. Elaboración propia.

El resultado se muestra en la siguiente figura:

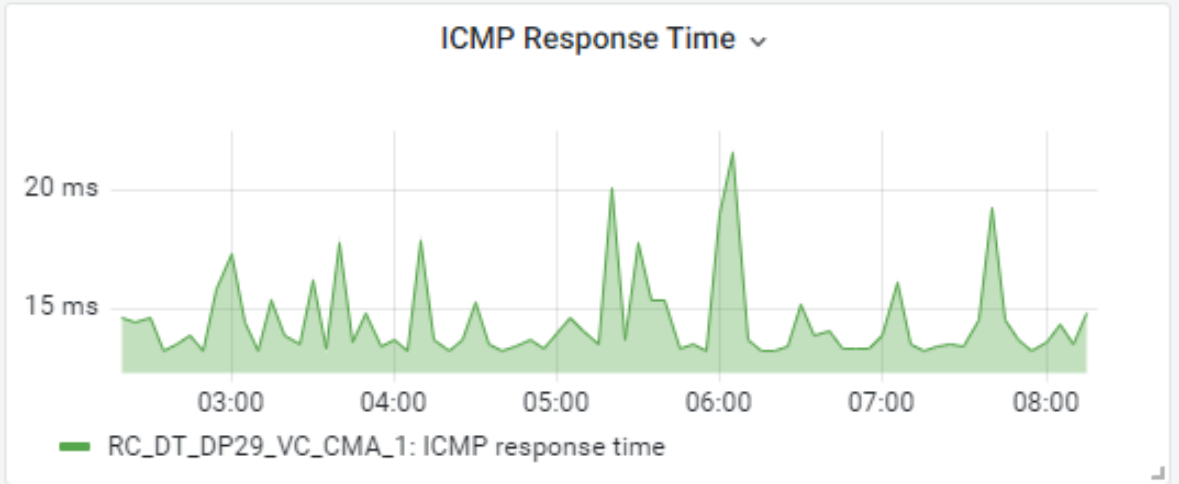


Figura 48: Panel de ICMP Response Time. Elaboración propia.

- **Voltaje de Fase 1**
  El voltaje de fase indica si al rectificador le esta llegando el voltaje de entrada de la fase 1 y su magnitud. Se genera un panel con visualización de series de tiempo y un querry con el modo métricas con la fuente de datos del servidor de Zabbix, como se muestra en la siguiente figura.

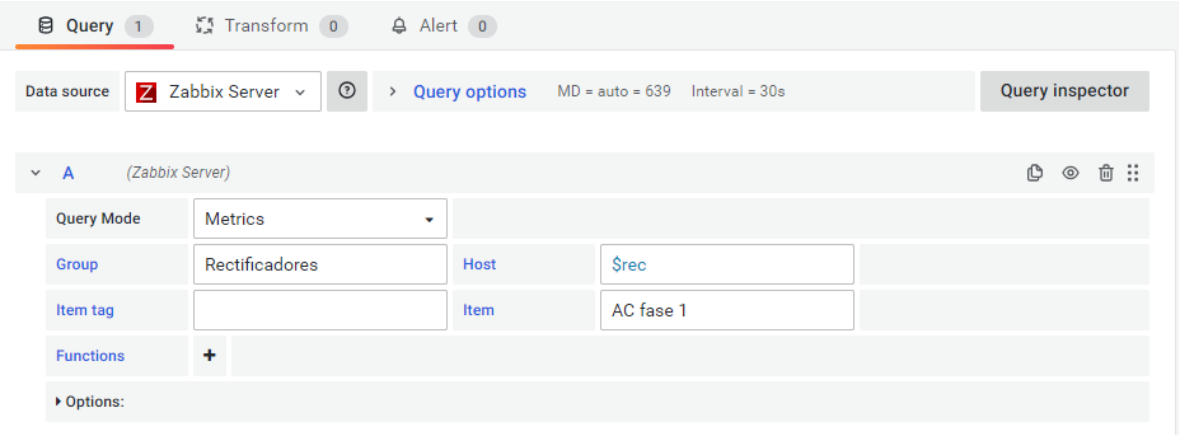


Figura 49: Configuración Querry Voltaje Fase 1. Elaboración propia.

El resultado se muestra en la siguiente figura:

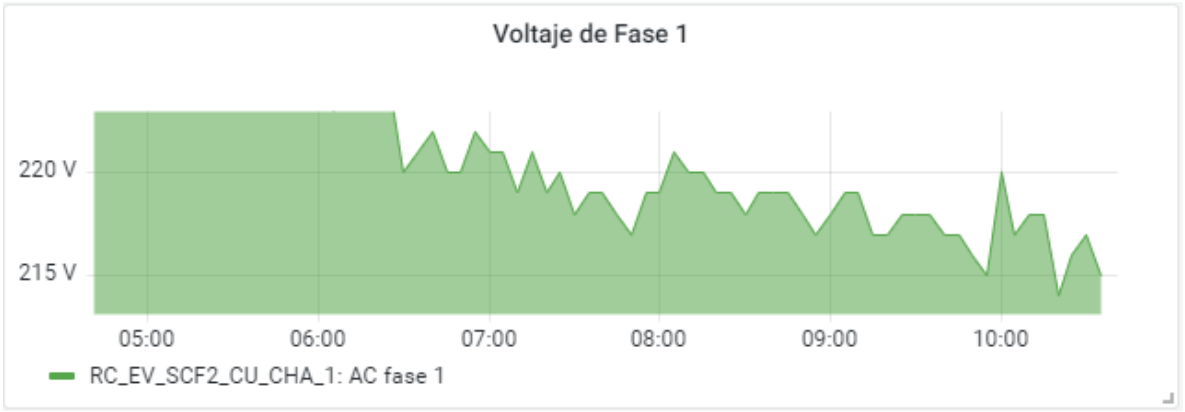


Figura 50: Panel de Voltaje Fase 1. Elaboración propia.

- **Voltaje de Fase 2**
  El voltaje de fase indica si al rectificador le esta llegando el voltaje de entrada de la fase 2 y su magnitud. Se genera un panel con visualización de series de tiempo y un querry con el modo métricas con la fuente de datos del servidor de Zabbix, como se muestra en la siguiente figura.

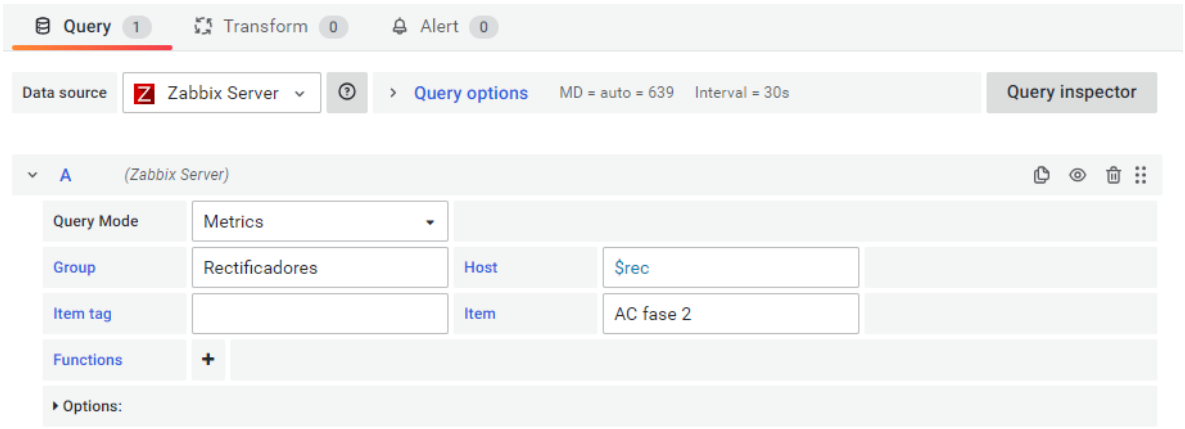


Figura 51: Configuración Querry Voltaje Fase 2. Elaboración propia.

El resultado se muestra en la siguiente figura:

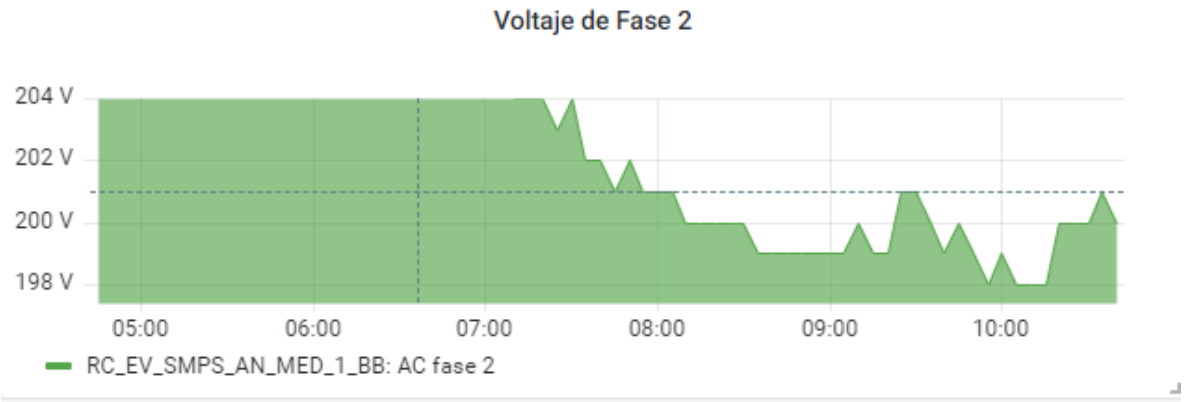


Figura 52: Panel de Voltaje Fase 2. Elaboración propia.

- **Corriente Rectificador**
  La corriente rectificador se refiere a la corriente que se mide a la entrada del rectificador para su alimentación. Se genera un panel con visualización de medidor y un querry con el modo métricas con la fuente de datos del servidor de Zabbix, como se muestra en la siguiente figura.

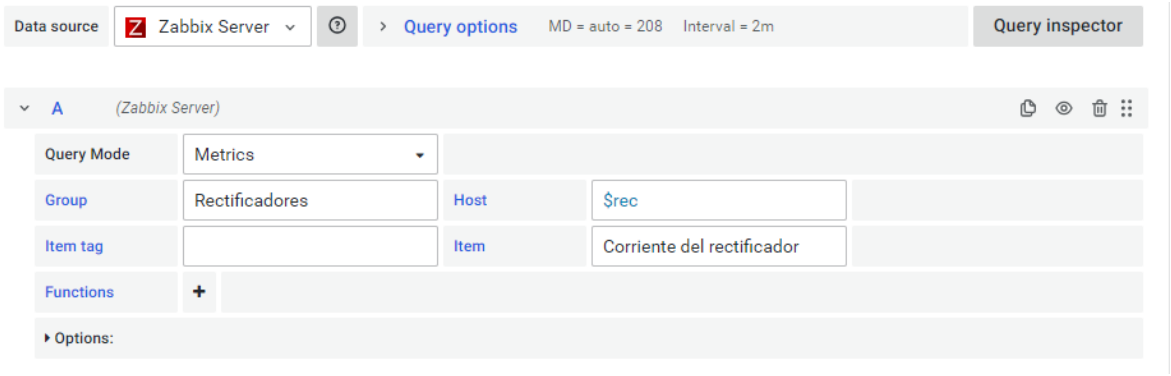


Figura 53: Configuración Querry Corriente Rectificador. Elaboración propia.

El resultado se muestra en la siguiente figura:

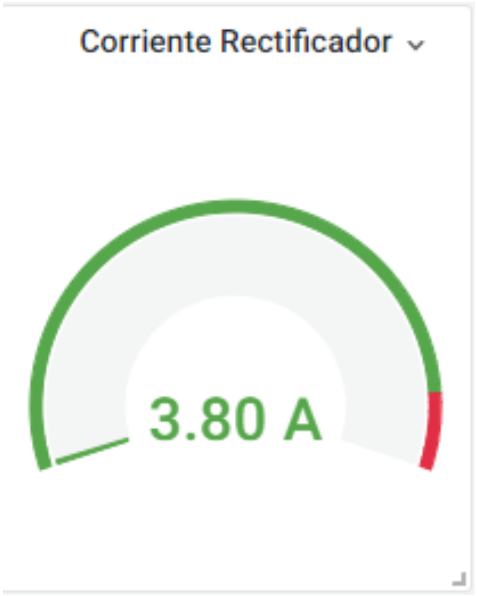


Figura 54: Panel de Corriente Rectificador. Elaboración propia.

- **Corriente de Carga del Rectificador**
  La corriente de carga del rectificador se refiere a la corriente que se mide a la salida del rectificador para alimentar los equipos ópticos. Se genera un panel con visualización de medidor y un querry con el modo métricas con la fuente de datos del servidor de Zabbix, como se muestra en la siguiente figura.

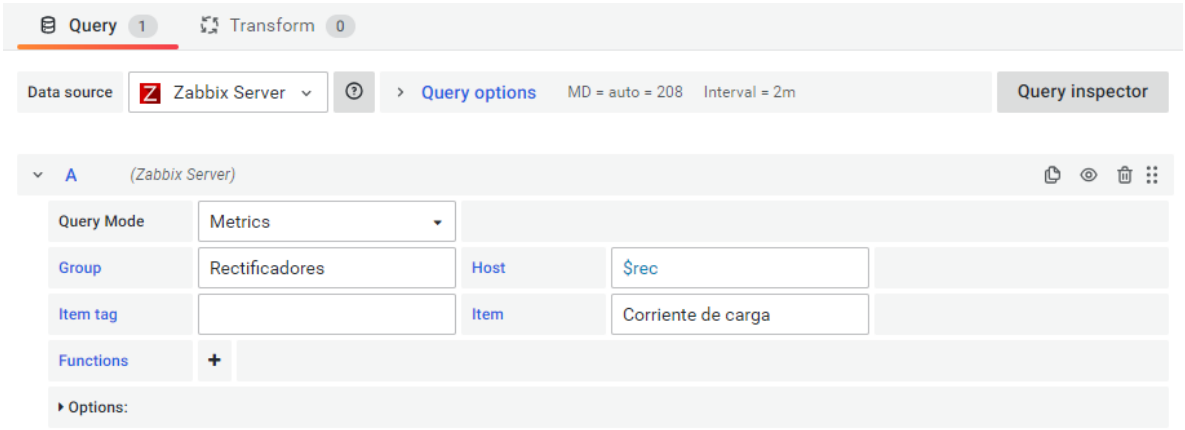


Figura 55: Configuración Querry Corriente de carga del Rectificador. Elaboración propia.

El resultado se muestra en la siguiente figura:

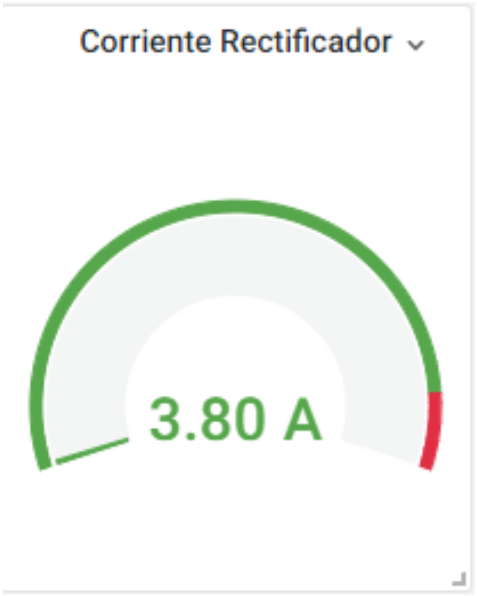


Figura 56: Panel de Corriente de carga del Rectificador. Elaboración propia.

- **Temperatura Baterías**
  La temperatura de las baterías del rectificador permite monitorear una temperatura anormal que pueda afectar su funcionamiento y evitar fallas. Se genera un panel con visualización de medidor y un querry con el modo métricas con la fuente de datos del servidor de Zabbix, como se muestra en la siguiente figura.

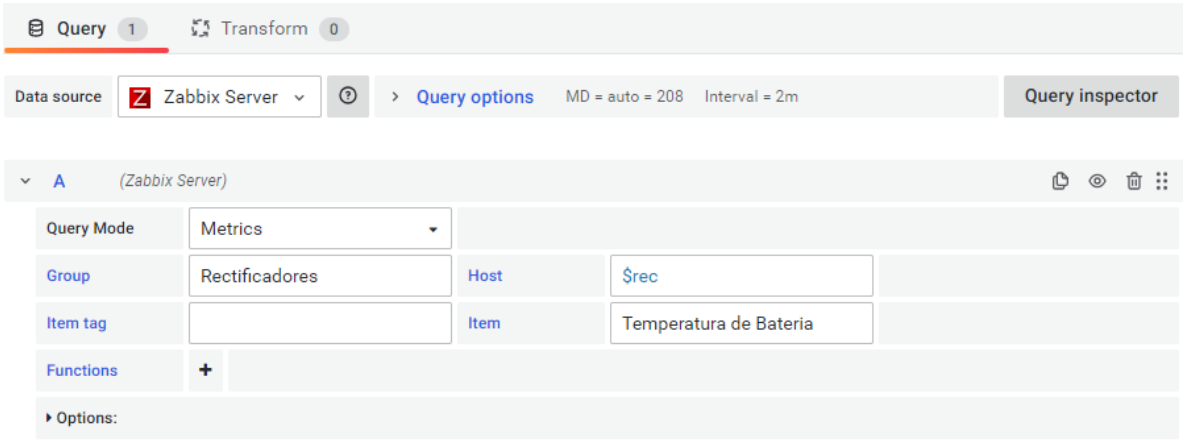


Figura 57: Configuración Querry Temperatura Baterías. Elaboración propia.

El resultado se muestra en la siguiente figura:

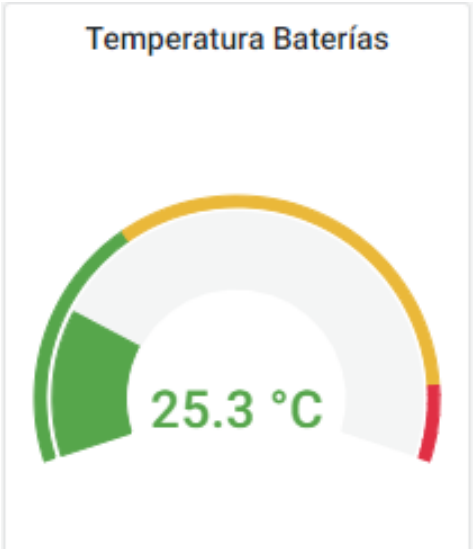


Figura 58: Panel de Temperatura Baterías. Elaboración propia.

- **Capacidad Restante Baterías**
  La capacidad restante de las baterías del rectificador permite monitorear cuando las baterías estén cargadas, en descarga o descargadas y así evitar fallas. Se genera un panel con visualización de estadísticas y un querry con el modo métricas con la fuente de datos del servidor de Zabbix, como se muestra en la siguiente figura.

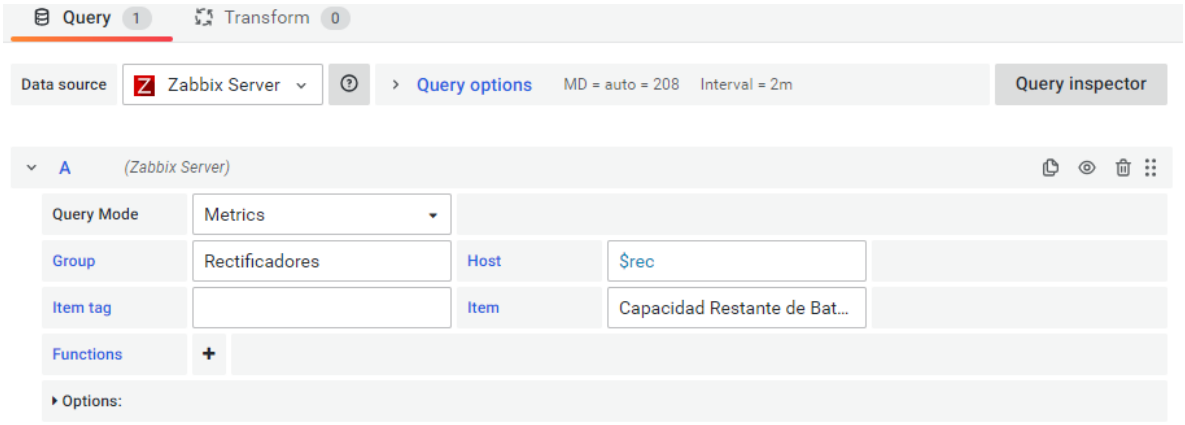


Figura 59: Configuración Querry Capacidad Restante de Baterías. Elaboración propia.

El resultado se muestra en la siguiente figura:

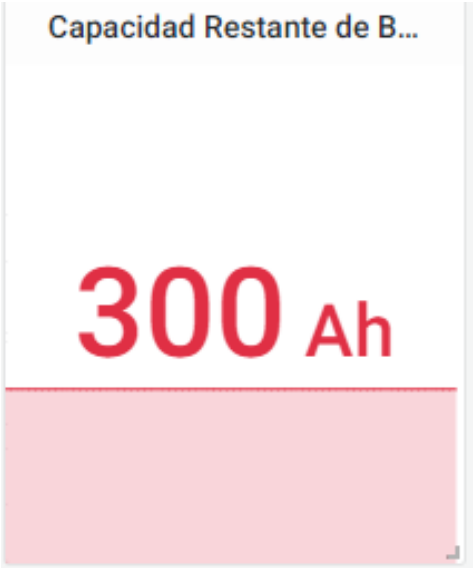


Figura 60: Panel de Capacidad Restante de Baterías. Elaboración propia.

- **Voltaje Baterías**
  El voltaje de las baterías del rectificador permite monitorear el voltaje en tiempo real de las baterías para evitar que se sobrecarguen o se descarguen evitar fallas en la red. Se genera un panel con visualización de series de tiempo y un querry con el modo métricas con la fuente de datos del servidor de Zabbix, como se muestra en la siguiente figura.

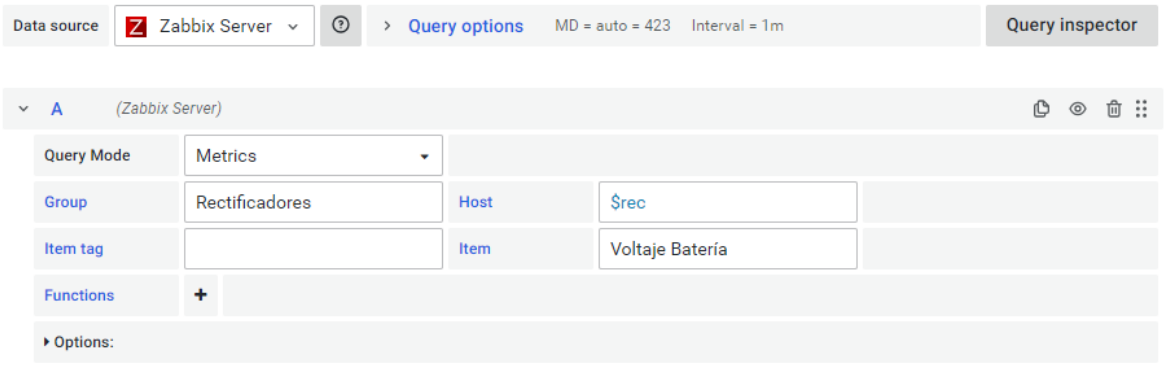


Figura 61: Configuración Querry Voltaje Baterías. Elaboración propia.

El resultado se muestra en la siguiente figura:

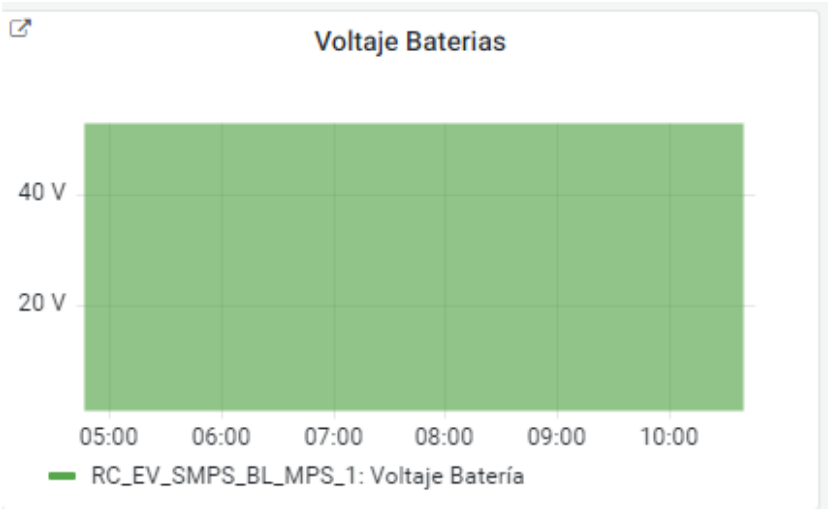


Figura 62: Panel de Voltaje Baterías. Elaboración propia.

Finalmente, se organizaran todos los paneles para observarlos todos en una sola vista, como se observa en la siguiente figura.



Figura 63: Vista general de los paneles. Elaboración propia.

5.5.7. Implementación de Alertas y Plan de Acción

Después de haber diseñado la interfaz de usuario, se implementan las alertas para detectar en tiempo real un comportamiento anormal de las métricas de los sensores de los rectificadores y se generó el plan de acción para evitar daños en los equipos, fallas en la red que pueda afectar el servicio.
Para generar las alertas, se revisan las estadísticas del comportamiento de cada uno de los paneles creados anteriormente, para establecer las métricas y rangos de funcionamiento normal de los rectificadores y establecer las alertas en la interfaz de usuario de Grafana.

- **Alarma Disponibilidad**
  Una de las alertas mas importantes es cuando el rectificador no se encuentra disponible, significa que no se tiene gestión del mismo. Esto se puede deber a fallas de energía comercial en la zona donde se encuentra el equipo o por manipulación por parte del personal técnico.
  El sensor envía datos en estado 1 cuando el rectificador está disponible, y en estado 2 cuando no se tiene gestión del mismo.
  Se generó la alerta en la configuración del panel configurando las unidades de los valores recibidos como "ON/OFF" y en el mapeo de datos colocando un mensaje de **"Disponible"** en color verde cuando se reciban datos de 1 y el mensaje de **"No Disponible"** en color rojo cuando se recibe datos de 0. La configuración realizada se muestra en la siguiente figura.

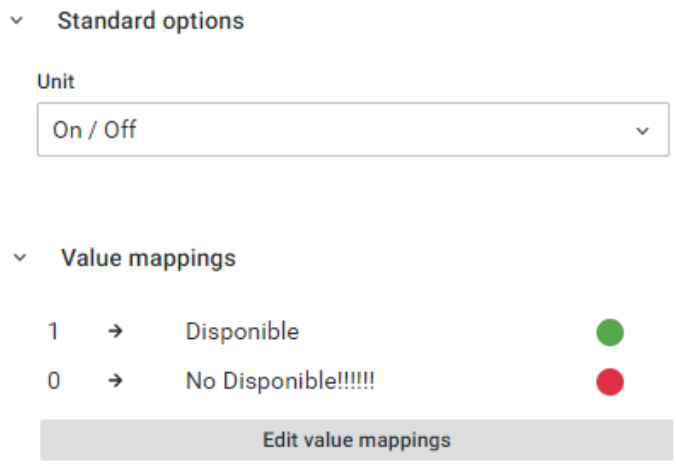


Figura 64: Generación de alerta panel de disponibilidad. Elaboración propia.

- **Alarma ICMP Response Time**
  Para generar esta alerta, se observan las estadísticas generales de la gráfica del ICMP Response Time de hace un año hasta la fecha actual, con el fin de obtener los datos de tiempo de retardo mínimo, máximo y promedio, como se muestra en la siguiente figura.

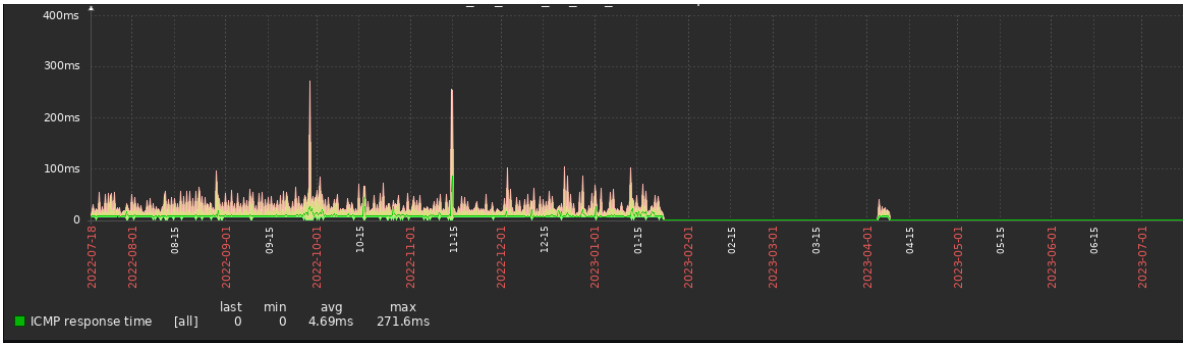


Figura 65: Gráfica de Estadísticas ICMP Response Time. Elaboración propia.

Como se observa en la gráfica, se tienen valores de tiempo de respuesta:

- **ICMP Response Time Mínimo:** 0 ms
- **ICMP Response Time Máximo:** 271.6 ms
- **ICMP Response Time Promedio:** 4.69 ms

Se genera la alerta en la configuración del panel configurando las unidades de los valores recibidos como **milisegundos** y en los límites se configuró el valor máximo para que al llegar a este valor, se muestre en rojo en signo de alerta. La configuración realizada se muestra en la siguiente figura.

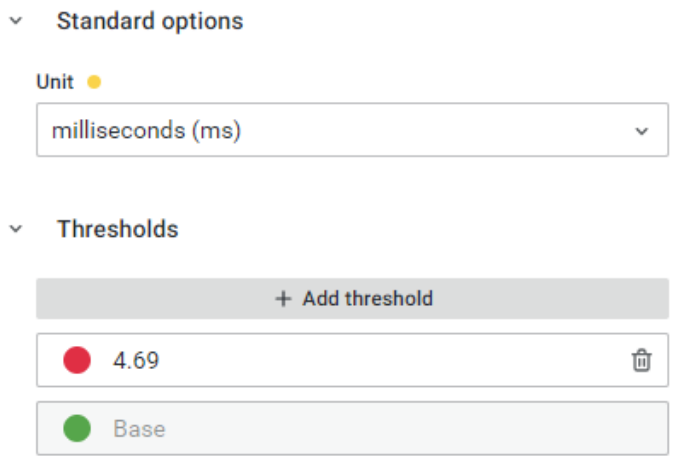


Figura 66: Generación de alerta panel de ICMP Response Time. Elaboración propia.

- **Alarma Voltaje Baterías**
  Para generar esta alarma, se observan las estadísticas generales de la gráfica del voltaje de las baterías de hace un año hasta la fecha actual, con el fin de observar el comportamiento y tener los datos de voltaje mínimo, máximo y promedio, como se muestra en la siguiente figura.

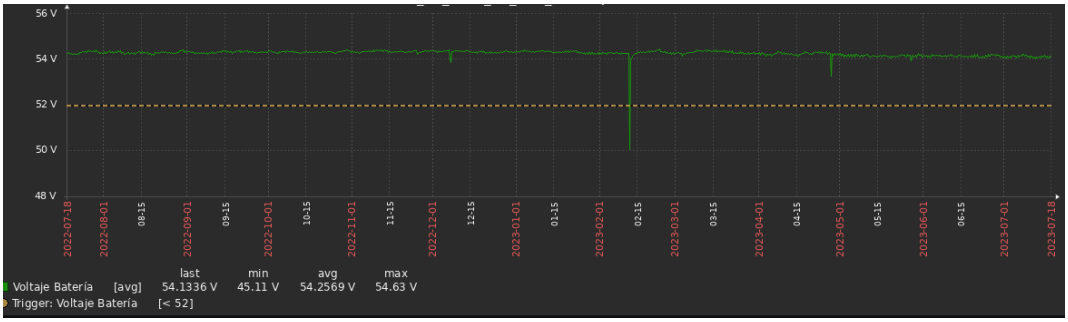


Figura 67: Gráfica de Estadísticas Voltaje Baterías. Elaboración propia.

Como se observa en la gráfica, se tienen valores de voltaje:

- **Voltaje Mínimo:** 45.11 v
- **Voltaje Máximo:** 54.63 v
- **Voltaje Promedio:** 54.25 v

Según las especificaciones del fabricante de los rectificadores, cuando el voltaje de las batetrías llega a 48 v, se apaga el rectificador. De acuerdo con esto, se genera la alerta cuando el voltaje de las baterías llegue a 49, en este momento el panel se

coloca en rojo para alertar al usuario que esta pronto a apagarse el rectificador, de lo contrario se mantiene en color verde. La configuración realizada se muestra en la siguiente figura.

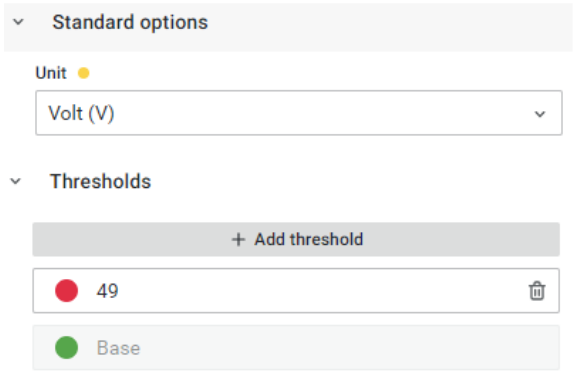


Figura 68: Generación de alerta panel de Voltaje Baterías. Elaboración propia.

- **Alarma Temperatura Baterías**
  Para generar esta alarma, se observan las estadísticas generales de la gráfica de la temperatura de las baterías de hace un año hasta la fecha actual, con el fin de observar el comportamiento y tener los datos de temperatura mínimo, máximo y promedio, como se muestra en la siguiente figura.

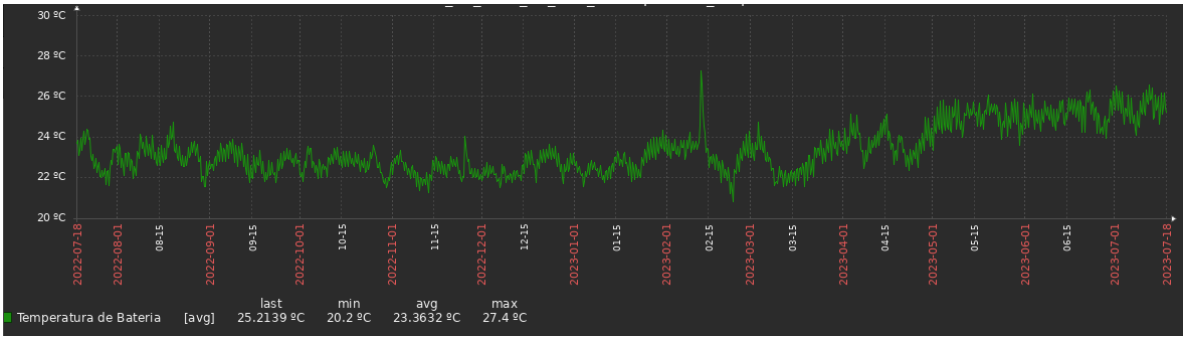


Figura 69: Gráfica de Estadísticas Temperatura Baterías. Elaboración propia.

Como se observa en la gráfica, se tienen valores de temperatura:

- **Temperatura Mínimo:** 20.2 °C
- **Voltaje Máximo:** 27.4 °C
- **Voltaje Promedio:** 23.3 °C

Se genera la alerta en la configuración del panel configurando las unidades de los valores recibidos como **grados celsius** y en los límites se configura el valor máximo y mínimo de temperatura a la que llegaron las baterías, luego en los límites se configura que al llegar al 90 % del valor máximo se muestre en rojo el panel, al llegar al 34 % del valor máximo, se muestre en amarillo y el resto de valores, se muestre en verde, esto con el fin de monitorear la temperatura de las baterías y evitar un re-calentamiento de las mismas que pueda afectar el correcto funcionamiento de las mismas y del rectificador. La configuración realizada se muestra en la siguiente figura.

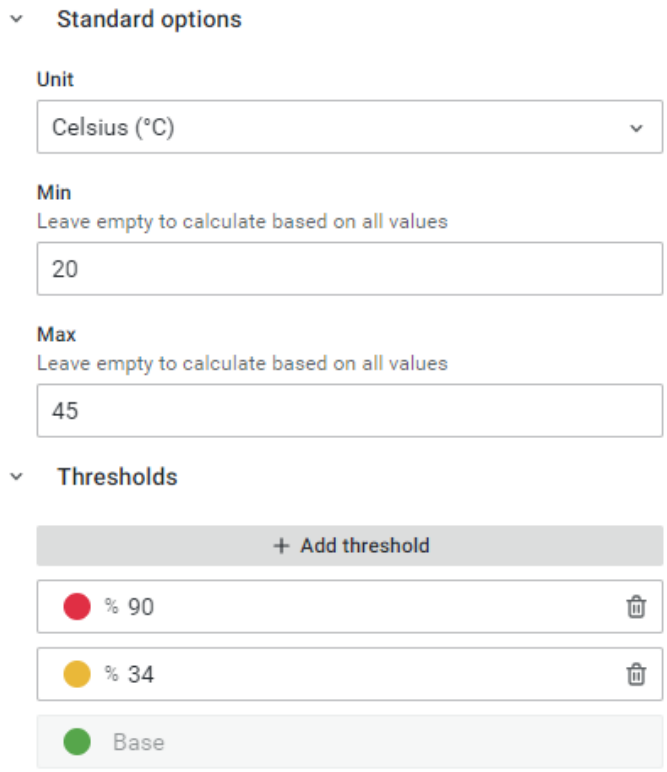


Figura 70: Generación de alerta panel de Temperatura Baterías. Elaboración propia.

- **Alarma Corriente del Rectificador**
  Para generar esta alarma, se observan las estadísticas generales de la gráfica de la corriente de los rectificadores de hace un año hasta la fecha actual, con el fin de observar el comportamiento y tener los datos de corriente mínimo, máximo y promedio, como se muestra en la siguiente figura.

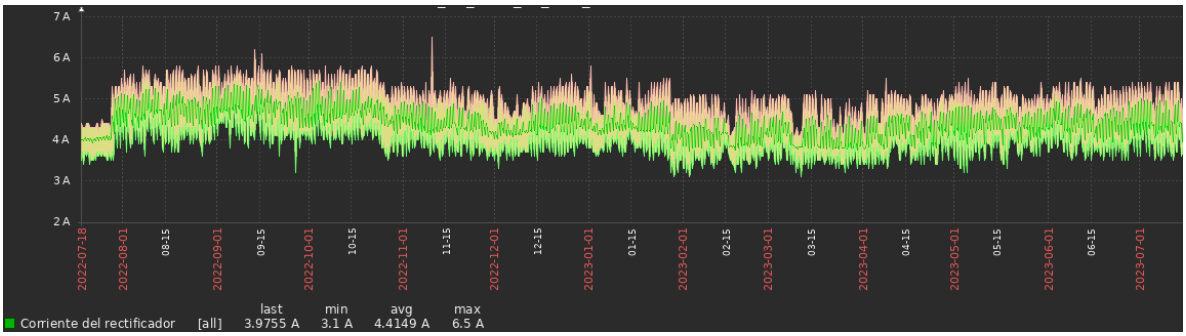


Figura 71: Gráfica de Estadísticas Corriente del Rectificador. Elaboración propia.

Como se observa en la gráfica, se tienen valores de corriente:

- **Corriente Mínima:** 3.1 A
- **Corriente Máxima:** 6.5 A
- **Corriente Promedio:** 4.4 A

Se genera la alerta en la configuración del panel configurando las unidades de los valores recibidos como **amperios** y en los límites se configura el valor máximo y mínimo de corriente a la que llegaron los rectificadores, luego en los límites se configuro que al llegar al 90 % del valor máximo se muestre en rojo el panel, y el resto de valores, se muestre en verde, esto con el fin de monitorear la corriente de los rectificadores y evitar una alta de corriente de los mismas que pueda afectar el correcto funcionamiento de los mismos y del rectificador. La configuración realizada se muestra en la siguiente figura.

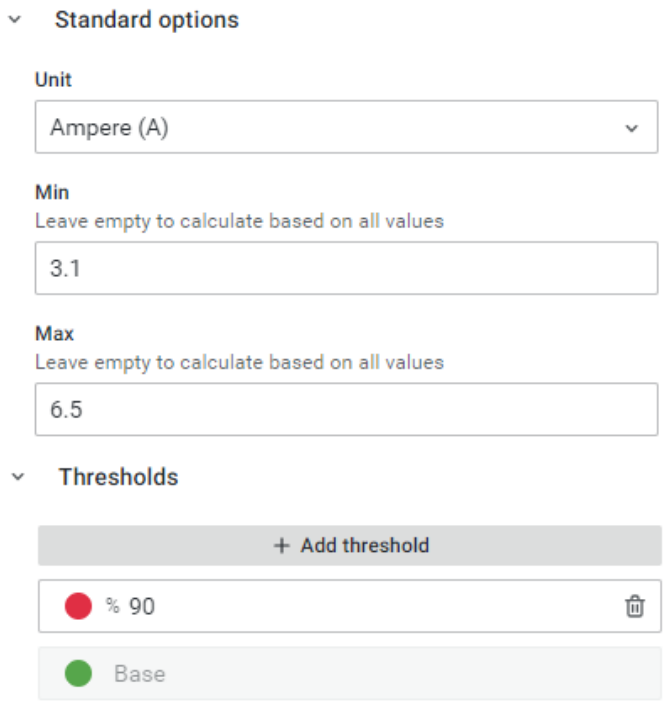


Figura 72: Generación de alerta panel de Corriente del Rectificador. Elaboración propia.

- **Alarma corriente de Carga**
  Para generar esta alarma, se observan las estadísticas generales de la gráfica de la corriente de carga de los rectificadores de hace un año hasta la fecha actual, con el fin de observar el comportamiento y tener los datos de corriente de carga mínimo, máximo y promedio, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 73: Gráfica de Estadísticas Corriente de Carga. Elaboración propia.

- **Corriente de carga Mínima:** 17.3 A
- **Corriente de carga Máxima:** 0.5 A
- **Corriente de carga Promedio:** -6.5 A

Se genera la alerta en la configuración del panel configurando las unidades de los valores recibidos como **amperios** y en los límites se configuró el valor máximo y mínimo de corriente a la que llegaron los rectificadores, luego en los límites se configura que al llegar al 90 % del valor máximo se muestre en rojo el panel, y el resto de valores, se muestre en verde, esto con el fin de monitorear la corriente de carga de los rectificadores y evitar una alta de corriente de los mismas que pueda afectar el correcto funcionamiento de los mismos y del rectificador. La configuración realizada se muestra en la siguiente figura.

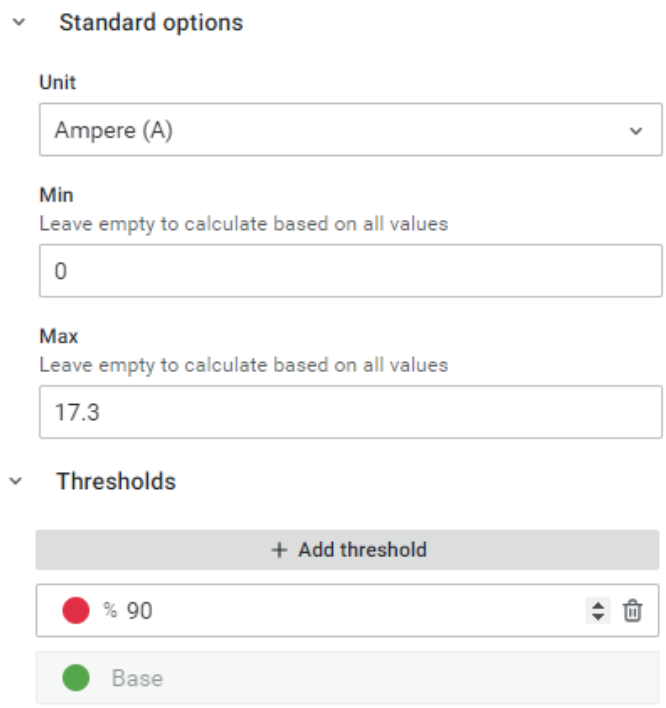


Figura 74: Generación de alerta panel de Corriente de Carga. Elaboración propia.

- **Alarma Voltajes de Fase 1 y Fase 2**
  Para generar esta alerta, se tuvo en cuenta los valores normales de la energía eléctrica comercial para una red bifásica, ya que los rectificadores trabajan con 2 fases, donde sabemos que el voltaje entre fases es de 220 voltios entre fases.
  Se genera la alerta en la configuración del panel configurando las unidades de los valores recibidos como **voltaje** y en los límites se configuró el valor máximo de voltaje de entrada de los rectificadores, luego en los límites se configuro que al llegar al a 220 voltios se muestre en amarillo el panel, indicando que está superando el valor máximo de la red, y para valores de 50 voltios o menos, se muestre el panel en rojo, indicando que el voltaje de entrada es muy bajo, y en el resto de valores, se muestre en verde, esto con el fin de monitorear el voltaje de entrada de los rectificadores y evitar un voltaje alto o bajo de los mismos

que pueda afectar el correcto funcionamiento de los mismos y del rectificador. La configuración realizada se muestra en la siguiente figura.

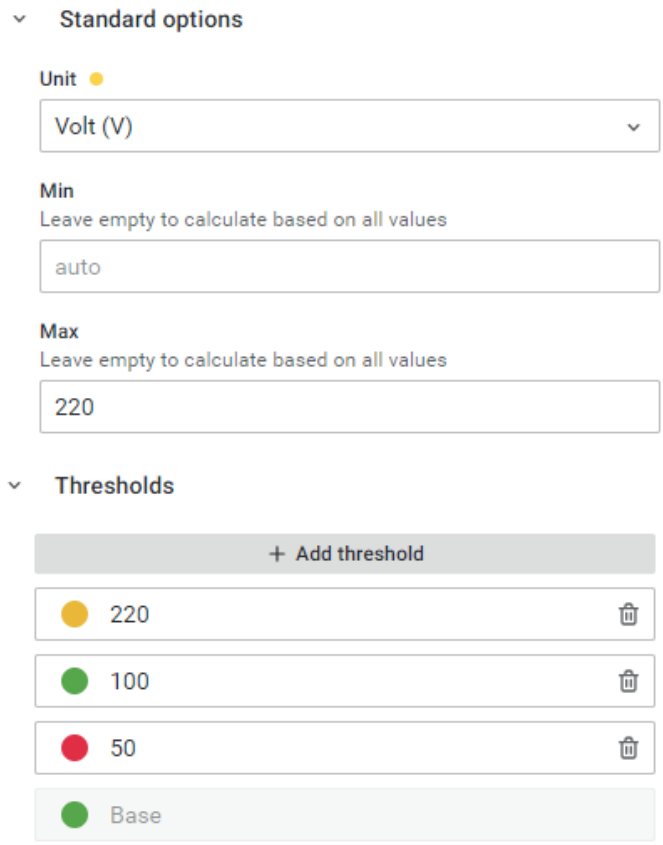


Figura 75: Generación de alerta Voltajes de Fase 1 y Fase 2. Elaboración propia.

5.6. Pruebas y ajustes

Se realizaron pruebas y ajustes necesarios para garantizar su correcto funcionamiento y asegurar que cumple con los objetivos y requisitos establecidos. Esto se realizó mediante las siguientes pruebas:

5.6.1. Prueba de funcionamiento del servidor

La primera prueba que se realiza fue la comprobación del correcto funcionamiento del servidor en el cual se instalaron las plataformas a utilizar. Para realizar esta prueba, se verifica la conectividad de red entre el servidor y un host remoto, esta permita enviar paquetes de solicitud de eco (ICMP) a una dirección IP.

- **Ping al servidor:**
  Este proceso se realiza desde la terminal del servidor con el siguiente comando:

```
1    ping 10.0.0.15
2
```

  Se realiza un ping a la dirección IP de nuestro servidor, se obtuvo el siguiente resultado:

```
azteca@azteca:~$ ping 10.0.2.15
PING 10.0.2.15 (10.0.2.15) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.024 ms
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.037 ms
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.039 ms
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.039 ms
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.036 ms
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.045 ms
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.037 ms
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.038 ms
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.037 ms
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.039 ms
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=11 ttl=64 time=0.034 ms
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=12 ttl=64 time=0.036 ms
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=13 ttl=64 time=0.037 ms
64 bytes from 10.0.2.15: icmp_seq=14 ttl=64 time=0.038 ms
^C
--- 10.0.2.15 ping statistics ---
14 packets transmitted, 14 received, 0% packet loss, time 13292ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.024/0.036/0.045/0.004 ms
```

Figura 76: Ping a la IP del servidor. Elaboración propia.

Se observa que se tiene una correcta conexión, se transmitieron 14 paquetes y no se obtuvo ningún porcentaje de pérdida de los mismos.

- **Ping a el localhost:**
  Este proceso se realiza desde la terminal del servidor con el siguiente comando:

```
ping 127.0.0.1
```

  Se realiza un ping a la dirección del localhost, la cual es un equipo, de cualquier tipo, ubicado físicamente en el mismo lugar donde nos encontramos, en este caso, la empresa, se obtuvo el siguiente resultado:

```
azteca@azteca:~$ ping 127.0.0.1
PING 127.0.0.1 (127.0.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.033 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.067 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.036 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.033 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.034 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.044 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.040 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.033 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.063 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.033 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=11 ttl=64 time=0.032 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=12 ttl=64 time=0.033 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=13 ttl=64 time=0.034 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=14 ttl=64 time=0.032 ms
^C
--- 127.0.0.1 ping statistics ---
14 packets transmitted, 14 received, 0% packet loss, time 13318ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.032/0.039/0.067/0.011 ms
```

Figura 77: Ping a el localhost. Elaboración propia.

  Se observa que se tiene una correcta conexión, se transmitieron 14 paquetes y no se obtuvo ningún porcentaje de pérdida de los mismos.

- **Ping al servidor de Google:**
  Este proceso se realiza desde la terminal del servidor con el siguiente comando:

```
ping 8.8.8.8
```

  Se realiza un ping a el servidor de Google, para verificar la conexión del servidor con la red de internet del exterior de la empresa, se obtuvo el siguiente resultado:

```
azteca@azteca:~$ ping 8.8.8.8
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=116 time=14.9 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=116 time=7.44 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=116 time=4.25 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=116 time=6.51 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=116 time=4.64 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=6 ttl=116 time=4.97 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=7 ttl=116 time=4.31 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=8 ttl=116 time=4.27 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=9 ttl=116 time=4.45 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=10 ttl=116 time=4.09 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=11 ttl=116 time=4.12 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=12 ttl=116 time=4.19 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=13 ttl=116 time=4.33 ms
^C
--- 8.8.8.8 ping statistics ---
13 packets transmitted, 13 received, 0% packet loss, time 12019ms
rtt min/avg/max/mdev = 4.087/5.572/14.874/2.858 ms
```

Figura 78: Ping a el servidor de Google. Elaboración propia.

Se observa que se tiene una correcta conexión, se transmitieron 13 paquetes y no se obtuvo ningún porcentaje de pérdida de los mismos.

5.6.2. Prueba de conexión de la base de datos

Se realiza una prueba de conexión de la base de datos con el servidor para verificar si la configuración y los componentes necesarios para la comunicación entre el servidor y la base de datos están funcionando correctamente. Al realizar esta prueba, se asegura que el servidor pueda establecer una conexión exitosa con la base de datos, lo cual es esencial para el correcto funcionamiento de las aplicaciones y sistemas que dependen de la base de datos.
Esta prueba se realizó mediante la terminal ejecutanto el siguiente comando:

```
1    sado mysql -uroot -p
```

Se obtuvo el siguiente resultado:

```
azteca@azteca-VirtualBox:~$ sudo mysql -uroot -p
Enter password:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 8
Server version: 8.0.33-0ubuntu0.22.04.1 (Ubuntu)

Copyright (c) 2000, 2023, Oracle and/or its affiliates.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> create database zabbix character set utf8mb4 collate utf8mb4_bin;
Query OK, 1 row affected (0,10 sec)

mysql> create user zabbix@localhost identified by 'password';
Query OK, 0 rows affected (0,21 sec)

mysql> grant all privileges on zabbix.* to zabbix@localhost;
Query OK, 0 rows affected (0,03 sec)

mysql> set global log_bin_trust_function_creators = 1;
Query OK, 0 rows affected (0,00 sec)

mysql> quit;
Bye
```

Figura 79: Prueba conexión de base de datos con el servidor. Elaboración propia.

5.6.3. Prueba de inventario de los rectificadores de Zabbix

Se realiza la prueba de inventario de los rectificadores de la red de fibra óptica para comprobar que en Zabbix y Grafana se tiene la misma cantidad de rectificadores que la hoja de calculo donde actualmente se encuentran todos. Esto se realiza a través una consulta en Postman.
Primero se consulta a través de la GLPI de la empresa, el número asignado a los equipos tipo rectificadores, donde se observa que los grupos asignados son el 23 y el 108, como se muestra en la siguiente figura.

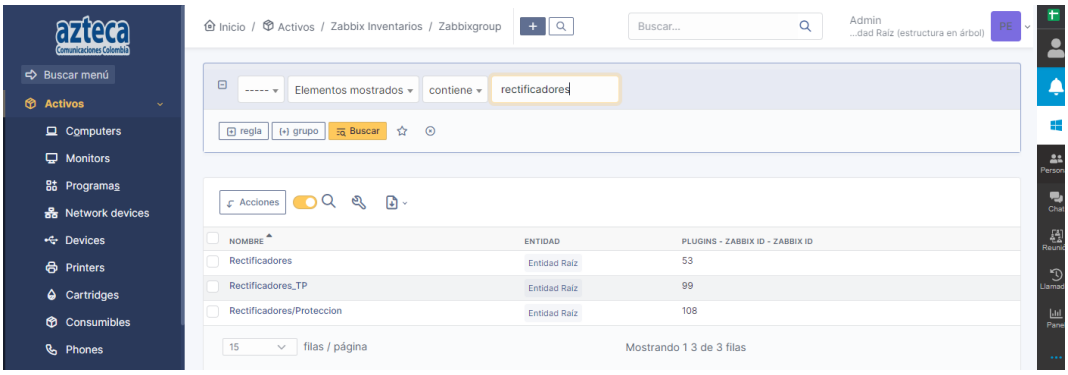


Figura 80: GLPI Equipos Rectificadores. Elaboración propia

Después se realiza la consulta del inventario a través de la consulta en Postman ejecutando las siguientes líneas de código:

```
{
"jsonrpc": "2.0",
"method": "host.get",
"params": {

    "output": ["name"],
    "selectInterfaces":["ip"],
    "selectInventory":["site_city","site_state","location_lat","location_lon"],
    "groupids": ["53","108"]
},
"auth":"d5aef56bf650141b17ee54a7f1e51bdc",
"id": 2
}
```

Después de compilar la consulta realizada, el programa nos exporta un código de base de datos tipo JSON, el cual contiene los datos de todos los rectificadores, con su nombre respectivo, número de dirección IP y su Hostid que contiene el municipio, departamento, latitud y longitud. A continuación de muestra una pequeña parte del código exportado por Postman, ya que el inventario es de más de 800 rectificadores.

```
[
{
    "hostid": "18952",
    "name": "RC_EV_SCF2_TO_VSJ_1",
    "interfaces": [
        {
            "ip": "172.19.0.4"
        }
    ]
},
{
    "hostid": "18986",
    "name": "RC_EV_SCF2_CU_ANP_1",
    "interfaces": [
        {
            "ip": "172.19.2.2"
        }
    ]
},
{
    "hostid": "18987",
    "name": "RC_EV_SCF2_CU_AGD_1",
    "interfaces": [
        {
            "ip": "172.19.2.26"
        }
    ]
```

Después se exportó se convierte el código exportado por Postman a un archivo ".xlsx"para ejecutarlo en una hoja de cálculo de Excel. El resultado se muestra en la siguiente figura.

NOMBRE	MUNICIPIO	DEPARTAMENT	LATITUD	LONGITUD	IP
RC_DT_DP29_AN_AMF_1	Amalfi	Antioquia	6,977788843	-74,9812393	172.19.52.7
RC_EV_SCF2_TO_VSJ_1	Valle De San Juan	Tolima	4,182125647	-75,17148237	172.19.0.4
RC_DT_DP29_TO_FLA_2	Flandes	Tolima	4,242813257	-74,83708638	172.19.0.40
RC_DT_DP29_ST_RNE_1	Rionegro	Santander	7,474226085	-73,37246417	172.19.12.66
RC_EV_SMPS_ST_CTJ_1	Capitanejo	Santander	6,520200095	-72,67435203	172.19.12.171
RC_DT_DP29_BY_STN_1	Santana	Boyaca	6,057614971	-73,48974828	172.19.12.241
RC_EV_SCF2_BY_STN_2	Santana	Boyaca	6,057614971	-73,48974828	172.19.12.244
RC_VT_M83_ST_JES_1	Jesus Maria	Santander	5,872705896	-73,78997419	172.19.13.7
RC_EV_SMPS_BY_BTT_1	Beteitiva	Boyaca	5,920858933	-72,84857876	172.19.16.172
RC_EV_SMPS_BY_GMZ_1	Gameza	Boyaca	5,799050256	-72,72964765	172.19.16.197
RC_EV_SMPS_BL_MPS_1	Mompos	Bolivar			172.19.20.19
RC_EV_SMPS_BL_ALR_1	Altos Del Rosario	Bolivar	8,757468863	-74,19515811	172.19.22.234
RC_DT_DP29_AN_PEQ	Peque	Antioquia	7,044180058	-75,88968843	172.19.52.19
RC_EV_SMPS_CA_YOP_1	Yopal	Casanare	5,242744761	-72,25802857	172.19.58.24
RC_DT_DT29_CL_PLS_1	Palestina	Caldas	5,050342543	-75,66176266	172.19.43.226
RC_DT_DT29_CL_RIS_1	Risaralda	Caldas	5,097563816	-75,73335166	172.19.43.228
RC_DT_DT29_RS_BUM_1	Belen De Umbria	Risaralda	5,200398696	-75,86793893	172.19.43.227
RC_DT_DT29_RS_GTC_1	Guatica	Risaralda	5,320295966	-75,80436659	172.19.43.232
RC_DT_DT29_RS_MIS_1	Mistrato	Risaralda	5,414078141	-75,96135387	172.19.43.230
RC_DT_DT29_RS_QUN_1	Quinchia	Risaralda	5,323906864	-75,71339683	172.19.43.231
RC_EV_SMPS_MT_MES_1	Mesetas	Meta	3,154771201	-74,12454824	172.19.8.74
RC_DT_DP29_MG_SSB_1	San Sebastian De Buenavista	Magdalena	9,380680272	-74,19797988	172.19.20.26
RC_EV_SMPS_MG_PIJ_1	PijiÃ±o Del Carmen	Magdalena	9,530748654	-74,1447657	172.19.20.50
RC_EV_SMPS_GJ_MNR_1	Manaure	La Guajira	11,60554263	-72,57160392	172.19.26.10
RC_EV_SMPS_SU_SJB_1	San Juan De Betulia	Sucre	9,292019071	-75,21363579	172.19.28.34
RC_EV_SMPS_SU_RBL_1	El Roble	Sucre	9,036231591	-75,14575038	172.19.28.42

Figura 81: Inventario Rectificadores de Zabbix. Elaboración propia

Después se realiza el cruce de datos entre la hoja de cálculo actual con la que se obtuvo de Zabbix realizando una función BUSCARV entre los nombres de los rectificadores con el fin de verificar que se tuviera el mismo número de rectificadores. Luego se realizó un filtro en la columna para verificar que no hubiera ninguna inconsistencia en los datos, encontrando como resultado que se tienen los mismos rectificadores en la hoja de calculo de excel y el inventario de los rectificadores de Zabbix donde concluimos que Zabbix está trayendo correctamente los datos.

6. Alcances e impactos

Con la plataforma implementada se logró la optimización del proceso de monitoreo de los rectificadores de la red de fibra óptica de la empresa, al poder filtrar fácilmente los equipos por la ubicación geográfica del departamento y municipio y así tener una vista rápida de las gráficas de los valores de voltajes, corrientes, temperatura y demás sensores de los rectificadores los cuales se trajeron de la base de datos existente y conectada con las herramientas Zabbix y visualización gráfica de Grafana, donde se implementó la interfaz de usuario. También la implementación del hipervínculo de la dirección IP optimiza los tiempos para la gestión del ingreso a los nodos de la red de fibra óptica al personal de operación y mantenimiento, esto se traduce en reducción de los tiempos de resolución de las fallas y mantenimientos que se requieran realizar sobre la red.

Con la implementación de las alarmas de los sensores de los rectificadores, es posible detectar a tiempo un comportamiento anormal de dicho equipo y poder generar un plan de acción junto con el personal de operación y mantenimiento y evitar daños en el equipo que afecte el funcionamiento de la red, así mismo evitar fallas de energía en el nodo de los demás equipos ópticos que hacen parte de la red y conduzca a indisponibilidad de los servicios prestados al cliente.

El desarrollo de la plataforma de monitoreo de rectificadores de la red de fibra óptica de la empresa representa un importante avance en términos de optimización de tiempos en los procesos de seguimiento y resolución de fallas. Al observar el proceso de monitoreo de los rectificadores que se llevaba anteriormente en la empresa no era óptimo y tomaba tiempo, lo que se traduce en reducción de costos, que ya el tiempo de indisponibilidad de los servicios prestados al cliente se traducen en dinero que pierde la empresa. Además que la red cuenta con mas de 800 nodos a nivel nacional, por lo que es importante la optimización de este proceso con el fin de mejorar el proceso y por consiguiente mejorar el servicio prestado. También permite mejorar la calidad de las labores realizadas por los ingenieros de la dirección de operaciones, al tener una interfaz de usuario más intuitiva y amigable, lo que hará tener un ambiente laboral más positivo y productivo.

7. Evaluación y cumplimiento de los objetivos

Para el desarrollo de la pasantía, me capacitaron en la dirección de operaciones de la empresa, con el fin de conocer los procesos que se llevan allí y aprender a manejar las herramientas de gestión de los equipos, esto con el fin de comprender a profundidad el objetivo del proyecto que se realizó y tener la capacidad de implementarlo.
La empresa me proporcionó un servidor en donde se instaló un sistema operativo Linux distribución Ubuntu, herramientas de administración, gestión y visualización gráfica como MySQL, Zabbix y Grafana. Cada una de estas herramientas se instalo y configuro mediante la terminal del servidor, así como la conexión e integración en la red LAN de la empresa. Además se diseñó e implemento la interfaz de usuario para monitorear en tiempo real los rectificadores de la red de fibra óptica de la empresa, se implementaron las alarmas de los sensores.

Se realizaron pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de la plataforma a través de comprobación de transmisión y recepción de paquetes de datos ICMP en el servidor, asi como también consultas de bases de datos y cruces de información en hojas de cálculo. Lo anterior responde al cumplimiento de objetivo general y específicos planteados.

Durante los meses de trabajo se realizó mensualmente una entrega tipo sustentación con una presentación con el acompañamiento de la profesional de talento humano y el ingeniero director externo de la empresa con el fin de mostrar avances y alcances realizados durante el mes y la realización de informes complementarios con los procesos cumplidos durante el periodo de duración de la pasantía.
Además se tuvieron reuniones periódicas con el docente director interno para retroalimentar los desarrollos realizados en la empresa, hacer correcciones, y evaluar el desempeño de la pasantía.

8. Conclusiónes y recomendaciones

La implementación de la plataforma de monitoreo permitió una gestión más efectiva de las alarmas de los rectificadores de la red de fibra óptica. Gracias a Zabbix con visualización gráfica de Grafana, se ha logrado la detección temprana de problemas en la red y el seguimiento en tiempo real de las condiciones operativas de los rectificadores, lo que ha contribuido a una reducción en el tiempo de respuesta frente a incidentes y fallos.

Con la utilización de Grafana como herramienta de visualización, se obtuvo una interfaz gráfica intuitiva y amigable que proporciona una visión clara y detallada del estado de los rectificadores. Sus paneles personalizados brindan una perspectiva global del rendimiento de la red, lo que facilita la toma de decisiones y el control de la infraestructura.

Gracias al monitoreo constante y proactivo de los rectificadores, se ha logrado una disminución significativa en los tiempos de inactividad no planificados. La detección temprana de problemas ha permitido realizar mantenimiento preventivo y evitar interrupciones en la red y los servicios prestados al cliente.
El uso de Zabbix y Grafana en un servidor con sistema operativo Ubuntu demostró ser una solución escalable y flexible. La plataforma puede adaptarse fácilmente para incluir nuevos rectificadores o expandirse a otras áreas de monitoreo en la empresa de telecomunicaciones.

En resumen, la implementación de una plataforma de monitoreo utilizando Zabbix y Grafana en un servidor con sistema operativo Ubuntu ha brindado a la empresa de telecomunicaciones una solución efectiva y eficiente para supervisar las alarmas de los rectificadores de la red de fibra óptica de la empresa. La mejora en el monitoreo, la centralización de datos, la facilidad de uso y la detección temprana de problemas han sido los principales beneficios obtenidos. Esta plataforma ofrece una base sólida para el crecimiento futuro y la mejora continua del monitoreo de la red de fibra óptica.

Referencias

[1] M. Salazar, «La red de conectividad más grande del país,» *ACC*, vol. 1, n.º 1, págs. 1-60, 2022.

[2] T. H. CO, «Manual de ingeniero,» *Tecnologías Huawei CO*, vol. 1, n.º 1, págs. 1-41, 20112.

[3] ELTEK, «Distribución FP2 48V/300A 4U,» *ELTEK*, vol. 1, n.º 1, págs. 1-2, 2016.

[4] ELTEK, «El Original Rectificador HE (Alta Eficiencia),» *ELTEK*, vol. 1, n.º 1, págs. 1-2, 2016.

[5] DELTA, «Power system DPS 2900B-48-3,» *DELTA*, vol. 1, n.º 1, págs. 1-2, 2015.

[6] D. G. Martinez, *¿Qué es Ubuntu y para qué sirve?* Dirección: `https://es.godaddy.com/blog/que-es-ubuntu-y-para-que-sirve/` (visitado 16-07-2023).

[7] Q. Software, *¿QUÉ ES ZABBIX?* Dirección: `https://www.quasarbi.com/ZABBIX.html` (visitado 16-07-2023).

[8] J. Martínez, *Qué es Grafana y primeros pasos.* dirección: `https://openwebinars.net/blog/que-es-grafana-y-primeros-pasos/` (visitado 16-07-2023).

[9] Nettix, *¿QUÉ ES GLPI Y CÓMO ME AYUDA?* Dirección: `https://www.nettix.com.pe/documentacion/soporte-documentacion/que-es-glpi-y-como-me-ayuda/` (visitado 16-07-2023).

[10] Y. Muradas, *Qué es Postman y primeros pasos.* dirección: `https://openwebinars.net/blog/que-es-postman/` (visitado 16-07-2023).

[11] A. Robledano, *Qué es MySQL: Características y ventajas.* dirección: `https://openwebinars.net/blog/que-es-mysql/` (visitado 16-07-2023).

[12] A. Schiaffarin, *Modelo cliente servidor.* dirección: `https://blog.infranetworking.com/modelo-cliente-servidor/` (visitado 16-03-2023).

[13] Ubuntu, *Get Ubuntu Server.* dirección: `https://ubuntu.com/download/server` (visitado 16-03-2023).

[14] Zabbix, *Descarga e instalación de Zabbix.* dirección: `https://www.zabbix.com/la/download` (visitado 16-03-2023).