

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Título del trabajo

EXAMEN COMPLEXIVO

Diseño de un sistema de monitoreo y diagnóstico proactivo para la detección temprana de eventos con atenuaciones ópticas en redes FTTH basado en un Bot automatizado

MAGISTER EN TELECOMUNICACIONES

Presentado por:

Nicolas Miguel Torres Ortega

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2025

DEDICATORIA

A mi madre, Por ser mi fuerza y mi refugio en los momentos más difíciles, por tu amor incondicional y por estar siempre a mi lado, incluso cuando la vida me puso a prueba de la manera más dura. Gracias por tu sacrificio, por cada palabra de aliento, por tus cuidados incansables y por ser mi mayor inspiración. Sin ti, este logro no habría sido posible. A mi hermano, Por ser mi compañero de vida, por su apoyo inquebrantable y por brindarme su fortaleza cuando más la necesité.

Nicolás Miguel Torres Ortega

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, por su amor incondicional por sus desvelos, sacrificios y por demostrarme que la fuerza más grande proviene del corazón. Gracias por ser mi pilar en los momentos más duros, cuando no podía seguir adelante por mí mismo. Tu apoyo y dedicación fueron clave para llegar hasta aquí. A mi hermano, por su compañía inquebrantable, por ser mi fuerza cuando las dificultades parecían insuperables. A ambos, gracias por estar en los momentos más difíciles, por ser mi sostén y mi mayor motivación para continuar. Este logro es tanto de ustedes como mío.

Nicolás Miguel Torres Ortega

DECLARACION EXPRESA

Yo **Nicolas Miguel Torres Ortega** acuerdo y reconozco que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. El o los estudiantes deberán procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, secreto empresarial, derechos patrimoniales de autor sobre software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 30 de enero del 2025.

EVALUADORES

.....
Ph.D. María Antonieta Álvarez

PROFESOR EVALUADOR

.....
Ph.D. Washington Medina

PROFESOR EVALUADOR

RESUMEN

Este proyecto consiste en diseñar un sistema automatizado para la detección de atenuaciones ópticas en redes FTTH, con el fin de mejorar la gestión operativa de los proveedores de servicio y garantizar la calidad del servicio en los clientes finales. Este sistema identificará clientes, cajas NAP y puertos PON que presenten potencia degradada, posteriormente generará un informe con las alertas para su gestión y resolución.

El desarrollo del proyecto inicia con la lectura de datos ópticos de las bases de datos de un OLT, la cual será almacenada en un directorio de Google Drive. Posteriormente, este directorio se sincronizará con la plataforma n8n, la cual permitirá la automatización del flujo de trabajo. Se establecieron criterios con los umbrales de potencia necesarios para poder detectar degradaciones en la potencia óptica y así generar un informe detallado con la información obtenida.

Para el análisis de los datos, se utilizó la plataforma Supabase, que permite una gestión eficiente de bases de datos vectoriales, lo que facilita el almacenamiento y lectura de datos para cualquier tipo de inteligencia artificial. Por otra parte, se empleó la tecnología de Open AI mediante un agente IA, facilitando el procesamiento de la información y mejorando la precisión en la detección de eventos con atenuaciones. Finalmente, el sistema genera notificaciones automáticas vía correo electrónico, dirigidas al departamento técnico encargado de la atención y resolución de incidencias.

Como resultados, se logró identificar atenuaciones ópticas tanto en clientes, cajas NAP y puertos PON de forma automatizada, optimizando el tiempo de respuesta y mejorando la eficiencia en la gestión de incidencias. La validación de estos eventos demostró la efectividad del sistema automatizado, presentándose como una solución eficiente para el monitoreo de atenuaciones en redes GPON, contribuyendo a la calidad de los servicios y la satisfacción de los clientes.

Palabras Clave: Redes GPON, Automatización, Base vectorial, Monitoreo, Calidad de servicio.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ABREVIATURAS	IV
SIMBOLOGÍA	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
CAPÍTULO 1.....	8
1. Introducción.....	8
1.1 Descripción del problema	8
1.2 Justificación del problema.....	9
1.3 Objetivos.....	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
1.4 Marco teórico	11
1.4.1 Tecnología de redes GPON	11
1.4.2 Redes FTTH.....	11
1.4.3 Componentes de una red FTTH.....	12
1.4.4 Monitoreo de redes ópticas.....	13
1.4.5 Bots y automatización.	14
CAPÍTULO 2.....	15
2. Diseño y desarrollo	15
2.1 Criterios y umbrales de atenuación en proyectos FFTH.....	15
2.2 Algoritmo para identificar eventos de atenuación	17

2.3	Diseño del sistema autónomo.....	20
2.4	Flujo de carga de datos a Supabase	20
2.5	Flujo de trabajo para el análisis de atenuaciones.	24
CAPÍTULO 3.....		27
3.	Resultados y analisis	28
CAPÍTULO 4.....		33
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	33
4.1	Conclusiones	33
4.2	Recomendaciones	33
BIBLIOGRAFÍA.....		34
APÉNDICE.....		35

ABREVIATURAS

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

FTTH: Fiber to the Home

GPON: Gigabit Passive Optical Network

OLT: Optical Line Terminal

ONT: Optical Network Terminal

NAP: Network Access Point

ISP: Internet Service Provider

AI: Artificial Intelligence

n8n: Workflow Automation Tool

API: Application Programming Interface

CSV: Comma-Separated Values

NOC: Network Operations Center

HTML: HyperText Markup Language

DB: Database

SIMBOLOGÍA

dBm	Decibel-miliwatio
AI Agent	Artificial Intelligence Agent
OpenAI	Open Artificial Intelligence (Inteligencia Artificial Abierta)
TX	Potencia óptica transmitida
RX	Potencia óptica recibida

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1-1 Red de acceso FTTH [2].	12
Ilustración 2-1 Flujo de carga de datos.	20
Ilustración 2-2 Activación de cuenta en Google Cloud y configuración del nodo.	21
Ilustración 2-3 Activación de APIs para los recursos a utilizar.	21
Ilustración 2-4 Nodo Edit Fields.	22
Ilustración 2-5 Nodo Download File.	22
Ilustración 2-6 Nodo Supabase.	23
Ilustración 2-7 Base vectorial generada en Supabase.	23
Ilustración 2-8 Flujo de trabajo para el análisis de atenuaciones y notificaciones	24
Ilustración 2-9 Nodo AI Agente y contexto de lo que debe realizar.	25
Ilustración 3-1 Base de datos del OLT.	28
Ilustración 3-2 Flujo de trabajo ejecutado.	28
Ilustración 3-3 Base de datos vectorial.	29
Ilustración 3-4 Flujo de trabajo ejecutado.	30
Ilustración 3-5 Informe de clientes atenuados.	30
Ilustración 3-6 Informe mangas atenuadas.	31
Ilustración 3-7 Reporte de puerto pon atenuado.	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Parámetros ópticos UIT-T G982	16
Tabla 2.2 Parámetros ópticos según el fabricante.	16
Tabla 2.3 Nivel de potencia final establecido por un ISP para un ONT Calix.	17
Tabla 2.4 Clientes atenuado en un proyecto FFH.....	18
Tabla 2.5 Ejemplo base de datos.....	18
Tabla 2.6 Eventos de atenuación.....	19
Tabla 2.7 Tabla 2.7 Puerto PON Atenuado.	19

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el uso del internet en Ecuador ha experimentado un crecimiento significativo, según el informe “Estado Digital Ecuador 2020” el crecimiento de usuarios que cuentan con acceso a internet ha alcanzado el 80% de la población del país. [1] Este aumento en el uso del internet ha obligado a los proveedores de servicios (ISP) a actualizar y mejorar continuamente sus tecnologías e infraestructuras.

Sin embargo, con la modernización de las infraestructuras y la expansión de la cobertura, han surgido nuevos desafíos técnicos. Entre estos tenemos, mejorar la calidad de los servicios, la gestión oportuna de incidencias que afectan la operatividad de la red, reducción de tiempos de latencia, detección de atenuaciones ópticas, entre otros. Estos problemas requieren de estudios, que busquen soluciones adecuadas para garantizar los servicios y mejorar la experiencia de los usuarios.

1.1 Descripción del problema

Un desafío importante que enfrentan los ISP es la detección temprana de eventos con atenuación en redes FTTH, lo que desencadena problemas en las cajas de terminal óptica NAP o CTOP, donde se instalan y conectan futuros clientes. La incapacidad de identificar estos problemas a tiempo retrasa el proceso de instalación de nuevos clientes en la empresa, puesto que el personal técnico debe resolver el imprevisto sobre el terreno.

Además, al no detectar el problema con antelación, es común reprogramar múltiples visitas técnicas al domicilio del cliente, lo que no solo extiende el tiempo necesario para completar una instalación, sino que también disgusta al usuario, pues, debe ajustar su horario a las visitas técnicas solicitadas por el proveedor de servicio.

Cada reprogramación y visita técnica adicional implica costos extras para los ISP, esto incluye tiempo de trabajo de los técnicos, uso de vehículos, equipos y otros recursos operativos. En un mercado competitivo, la experiencia negativa para los

usuarios finales, derivado del retraso en la instalación de su servicio, puede llevar a la pérdida de clientes que buscan proveedores más confiables.

Esta acumulación de experiencias desfavorables afecta directamente la reputación del ISP, ya que la percepción de un servicio poco fiable puede disuadir a potenciales clientes y perjudicar la lealtad de los existentes.

1.2 Justificación del problema

A continuación, se presentan ejemplos de plataformas que ofrecen servicios de monitoreo para redes FTTH.

Uno de ellos es el Sistema de Gestión Calix (CMS), que permite la administración y control eficientes de redes FTTH. Este sistema cuenta con una interfaz gráfica intuitiva que brinda acceso a todos los parámetros y configuraciones de un OLT. Además, incluye una ventana de notificaciones que muestra las alarmas relacionadas con los puertos PON, los clientes y los equipos conectados. [2]

Por otro lado, existen 2 sistemas que funcionan a la par como el de SmartOTU y ONMSi, el cual es ideal para redes xWDM, FTTX, PON y 4G/5G, esta solución permite detectar y localizar atenuaciones de señal que causan fallas y errores. [2] Adicional, se tiene el sistema RedFTTH el cual es un software de diseño y control de redes GPON alojado en la nube. Este sistema proporciona análisis completo de NAPs, fibras y mangas. [3]

Otro sistema que utiliza la tecnología PON (Passive Optical Network) para recopilar datos de las cajas NAP de forma remota es el sistema de Huawei Sensing OptiX. Los datos recopilados de este sistema incluyen niveles de potencia óptica, reflectometría óptica (OTDR) y otros parámetros clave. El sistema puede alertar a los operadores de red sobre cualquier anomalía que pueda indicar un problema potencial. [4]

Por último, otra solución ya existente la cual utiliza dispositivos IoT (Internet of Things) para recopilar datos de las cajas NAP es Light ODN de ZTE. Los dispositivos IoT pueden incluir sensores de potencia óptica, reflectómetros ópticos (OTDR) y otros dispositivos de monitoreo. Los datos recopilados se envían a una plataforma en la nube, donde se pueden analizar y visualizar. [5]

Es importante señalar que este tipo de soluciones requieren de operadores que hagan uso de sus recursos para identificar de manera precisa las atenuaciones, ya sea en clientes, cajas NAP y fibras troncales que salen de un puerto PON del OLT.

Por ello, se propone diseñar un sistema de monitoreo mediante un bot automatizado, que permita optimizar el tiempo de los operadores al analizar la información recopilada de las atenuaciones ópticas. El sistema se automatizará utilizando la plataforma n8n, donde se ejecutará un flujo de trabajo para procesar los datos de potencia óptica de la red GPON, identificando posibles atenuaciones en clientes, cajas NAP y puertos PON.

Los datos serán almacenados en un directorio de Google Drive, que centralizará la documentación relacionada con el sistema de monitoreo para su posterior análisis. A continuación, se definirán los parámetros y la arquitectura del algoritmo encargado de evaluar los niveles de potencia con atenuación.

Para mejorar la precisión en la detección de eventos de atenuación, el sistema incorporará un agente IA que permitirán evaluar patrones y generar reportes detallados. Finalmente, se elaborará un informe con la información de las atenuaciones detectadas, el cual será enviado automáticamente por correo electrónico al departamento correspondiente para su gestión y reparación.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Diseñar un sistema automatizado de monitoreo mediante un Bot, que permita la gestión de incidencias con eventos de atenuaciones ópticas en redes FTTH (Fiber to the Home)

1.3.2 Objetivos específicos

- Desarrollar los criterios y umbrales de atenuación que permitirán identificar problemas en proyectos FTTH, cajas NAP o clientes con potencia degradada.
- Diseñar la arquitectura funcional del sistema automatizado basado en IA, que permitirá la identificación de variaciones en los niveles de potencia óptica y la detección de atenuaciones, mediante el uso de una base de datos vectorial y algoritmos de procesamiento de datos.
- Diseñar un sistema de notificación automática que enviaría alertas por correo electrónico al departamento NOC y Centro De Atención Telefónica, en caso de eventos de atenuación en la red FTTH.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Tecnología de redes GPON

Definida como la Red óptica pasiva con capacidad de Gigabit, dentro de la recomendación G.984.1 emitida por la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Su característica principal, es el uso de la fibra óptica como medio de transmisión, lo que implica un incremento en la capacidad de ancho de banda en relación con redes tradicionales que no usan fibra óptica [6].

1.4.2 Redes FTTH

Las redes de fibra óptica con conexión hasta el hogar, es el estándar más utilizado actualmente por los proveedores de servicio, en ilustración 1-1 se observar un

esquema general de cómo están conformadas físicamente, ente sus componentes claves tenemos:

- OLT Optical Line Terminal
- ONT Optical Network Terminal
- Splitter de señales ópticas
- Fibra Óptica

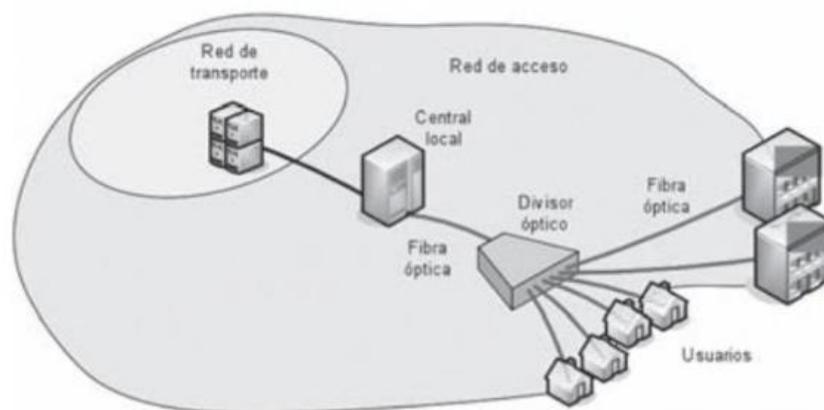


Ilustración 1-1 Red de acceso FTTH [2].

1.4.3 Componentes de una red FTTH

Optical Line Terminal

Es el concentrador dentro de una red óptica, encargado de convertir señales ópticas a eléctricas, está compuesto de puertos GPON en donde se realizan las conexiones de fibra óptica que llevarán los servicios al cliente final, cada puerto cuenta con una capacidad de conexión, entre 64 y 128 ONTs (Clientes), este estándar variara según la marca y modelo del equipo [7].

ONT Optical Network Terminal

Es el equipo final en una red FTTH, se conecta al OLT por medio de fibra óptica sin hacer uso de elementos activos en su recorrido, su función principal es

convertir la señal óptica a eléctrica y así ser usada en los dispositivos del usuario final [7].

Cajas NAP

Funciona como el punto de distribución donde la fibra óptica se divide por medio de un splitter, elemento pasivo que permite dividir la señal a múltiples usuarios.

La ubicación de estas cajas se determina mediante un estudio que considera factores como la densidad poblacional y la demanda de servicios. Estos análisis aseguran una cobertura adecuada para un número específico de hogares y sectores. [3]

1.4.4 Monitoreo de redes ópticas.

Se basan en software que integran un sistema que evalúa constantemente el estado de la fibra óptica, permitiendo identificar fallas como, degradación de potencia, cortes de fibra, número de clientes y equipos afectados. La finalidad de estos sistemas es alertar en tiempo real al administrador ante cualquier amenaza a la integridad de la red.

La importancia de contar con un buen sistema de monitoreo se puede resumir en 3 puntos importantes:

Primero, el monitoreo en tiempo real permite la detección temprana de eventos que afecten los servicios, permitiendo una respuesta y gestión oportuna, de los departamentos de operaciones para solventar la presente anomalía. Este tipo de respuestas ágiles son vitales para brindar una experiencia fluida de los servicios al usuario final.

En segundo lugar, el monitoreo continuo de la red facilita la evaluación de su rendimiento, lo que permite identificar cuellos de botella y áreas de mejora. Esta optimización fortalece la infraestructura de la red y mejora la calidad de los servicios ofrecidos, aumentando así la competitividad frente a otros proveedores.

Por último, disminuir los tiempos de respuesta ante incidentes en la red y realizar mejoras continuas en la infraestructura contribuyen a ofrecer una experiencia satisfactoria al cliente. Esto no solo fomenta una mayor lealtad y retención, sino que también tiene un impacto positivo en el crecimiento del negocio.

1.4.5 Bots y automatización.

Estos tipos de software generalmente se los conoce como bots, su función principal es llevar a cabo tareas repetitivas, siguiendo instrucciones específicas con el fin de imitar el comportamiento humano. Este tipo de programas tienen la característica de poder ejecutarse sin supervisión humana, interactuando con sitios web, analizando información y atendiendo diversas necesidades solicitudes. [9]

Entre los beneficios que un Bot puede aportar a una empresa, se destacan los siguientes:

- Prestación de servicios las 24 horas, los 7 días de la semana.
- Optimización de los recursos existentes.
- Asunción de tareas repetitivas, permitiendo a los empleados concentrarse en actividades más estratégicas.
- Recopilación y análisis de datos corporativos para futuras decisiones.

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO Y DESARROLLO

Este capítulo se centra en describir todos los conceptos y herramientas que permiten detectar y gestionar la degradación de señales ópticas en una red FTTH. En primer lugar, se abordarán los criterios y umbrales de atenuación que servirán como base para identificar atenuaciones en los ONTs o clientes. A continuación, se describirá el algoritmo que permitirá identificar fallos en puntos críticos de la red, tales como cajas NAP, clientes y puertos PON.

Además, se plantea un sistema de notificación, que enviará alertas al departamento NOC y al Centro de Atención Telefónica garantizando así una respuesta rápida ante cualquier incidente. Finalmente, se propone una integración fluida con las herramientas de monitoreo de red existentes, lo que facilitará la recolección de datos sobre la potencia de señal en ONTs, así como en las unidades de NAP/CDOE y los planes de los clientes, optimizando la gestión de la red en su totalidad.

2.1 Criterios y umbrales de atenuación en proyectos FFTH

Es necesario establecer criterios y umbrales de atenuación específicos que permitan detectar atenuaciones en los clientes finales. La recomendación UIT-T G.982 establece criterios para las Unidades de Distribución Óptica (ODU) en redes FTTH tal como se observa en Tabla 2.1 y uno de los aspectos clave es el nivel de potencia de recepción para cada clase de ODU. Esto es importante porque los niveles de potencia afectan la calidad de la señal óptica y la capacidad de transmisión a través de la red.

Clase de ODU	Rango de Potencia de Recepción
ODU-A	-28 dBm a -8 dBm
ODU-B	-27 dBm a -8 dBm
ODU-C	-26 dBm a -8 dBm

Tabla 2.1 Parámetros ópticos UIT-T G982

Para nuestro análisis nos centraremos en los ODU-C los cuales son mayormente utilizados, debido a su alta capacidad de transmisión y eficiencia. Por otra parte, cada fabricante de equipos para redes FTTH puede tener especificaciones diferentes para los niveles de potencia de recepción y transmisión, aunque se ajustan a las normativas definidas por la UIT-T G.982, varían por factores como, diseño del equipo, tipo de red, tecnología empleada, entre otros.

A continuación, en Tabla 2.2 se detallan rangos típicos de potencia de recepción y la sensibilidad mínima en las ONTs de algunos de los principales proveedores.

Proveedor	Tecnología	Rango de Potencia de Recepción	Sensibilidad Mínima
Huawei	GPON	-28 dBm a -8 dBm	-28 dBm
	XG-PON	-26 dBm a -8 dBm	-26 dBm
	NG-PON2	-25 dBm a -8 dBm	-25 dBm
Nokia	GPON	-28 dBm a -8 dBm	-28 dBm
	XG-PON	-26 dBm a -8 dBm	-26 dBm
	NG-PON2	-25 dBm a -8 dBm	-25 dBm
Calix	GPON	-28 dBm a -8 dBm	-28 dBm
	XG-PON	-26 dBm a -8 dBm	-26 dBm

Tabla 2.2 Parámetros ópticos según el fabricante.

La sensibilidad mínima es valor más bajo de potencia de recepción que la ONT puede manejar para brindar el servicio, sin embargo, operar bajo el mínimo nivel de sensibilidad puede desencadenar problemas de desconexión que no garantizan la calidad del servicio. Por ello, cada ISP (Proveedor de Servicios de

Internet) establece rangos de potencia óptica de manera que los ONTs no operen cerca del límite de sensibilidad.

Para el desarrollo del proyecto se realizará el análisis y pruebas correspondientes bajo los equipos de tecnología Calix, a continuación, se detalla el rango que determina si un ONT esta atenuado.

Nivel de potencia mínimo / ISP
< -23 dBm

Tabla 2.3 Nivel de potencia final establecido por un ISP para un ONT Calix.

2.2 Algoritmo para identificar eventos de atenuación

Los eventos de atenuación en una red FTTH desencadena los siguientes problemas:

- Atenuación de clientes puntuales.
- Atenuación de Cajas NAP
- Atenuación de todo el proyecto FTTH o puerto PON.

Partiendo del dato establecido en la Tabla 2.3, toda ONT que tenga una potencia de recepción < -23 dBm, será considerado como un cliente atenuado.

PROYECTO FTTH				
OLT	TARJETA-PUERTO	IDENTIFICACION	NOMBRE CLIENTE	POTENCIA RX
OLTPRUEBA01	1-1-1-18	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-24.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-2	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NOMBRE APELLIDO	-21.936
OLTPRUEBA01	1-1-1-10	CODIGO_PLAN_CAJANAP3	NOMBRE APELLIDO	-21.250
OLTPRUEBA01	1-1-1-11	CODIGO_PLAN_CAJANAP4	NOMBRE APELLIDO	-23.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-12	CODIGO_PLAN_CAJANAP5	NOMBRE APELLIDO	-22.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-13	CODIGO_PLAN_CAJANAP6	NOMBRE APELLIDO	-21.634
OLTPRUEBA01	1-1-1-21	CODIGO_PLAN_CAJANAP7	NOMBRE APELLIDO	-24.100
OLTPRUEBA01	1-1-1-44	CODIGO_PLAN_CAJANAP8	NOMBRE APELLIDO	-21.488

Tabla 2.4 Clientes atenuado en un proyecto FFH.

Ahora bien, para identificar Cajas NAP atenuadas, se tendrán 2 criterios, primero, todos los clientes pertenecientes a una misma caja NAP deben estar atenuados, segundo, debido a posibles errores en la base de datos relacionados con la asignación incorrecta en la etiqueta para la identificación de clientes, se establece la siguiente condición, si el número de clientes atenuados es mayor o igual al número total de clientes de la NAP menos uno, entonces se considera que la manga está atenuada.

Condiciones:

$$\text{Si } [(a \geq n - 1) \vee (a = n)] \rightarrow \text{NAP Atenuada}$$

Donde:

- **a** es el número de clientes atenuados
- **n** es el número total de clientes en la manga

PROYECTO FTTH				
OLT	TARJETA-PUERTO	IDENTIFICACION	NOMBRE CLIENTE	POTENCIA RX
OLTPRUEBA01	1-1-1-18	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-24.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-2	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NOMBRE APELLIDO	-21.936
OLTPRUEBA01	1-1-1-10	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-23.778
OLTPRUEBA01	1-1-1-11	CODIGO_PLAN_CAJANAP4	NOMBRE APELLIDO	-23.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-12	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-23.778
OLTPRUEBA01	1-1-1-13	CODIGO_PLAN_CAJANAP6	NOMBRE APELLIDO	-21.634
OLTPRUEBA01	1-1-1-21	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-24.100
OLTPRUEBA01	1-1-1-44	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-21.488
OLTPRUEBA01	1-1-1-66	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NOMBRE APELLIDO	0.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-69	CODIGO_PLAN_CAJANAP3	NOMBRE APELLIDO	-22.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-71	CODIGO_PLAN_CAJANAP4	NOMBRE APELLIDO	0.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-98	CODIGO_PLAN_CAJANAP5	NOMBRE APELLIDO	0.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-99	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NOMBRE APELLIDO	-25.000

Tabla 2.5 Ejemplo base de datos.

Aplicando los criterios establecidos se identifica los siguientes eventos de atenuación.

CLIENTE PUNTUAL ATENUADO				
OLTPRUEBA01	1-1-1-99	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NICOLAS TORRES	-25.000
CAJA NAP ATENUADA				
CAJANAP1				

Tabla 2.6 Eventos de atenuación.

Finalmente se tiene el último caso cuando todo el proyecto o puerto PON se encuentra atenuado.

Condiciones:

$$\text{Si } [(a \geq 85\%n) \vee (a = n)] \rightarrow \text{Puerto Atenuado}$$

Donde:

- **a** es el número de clientes atenuados
- **n** es el número total de clientes en puerto PON

OLT	TARJETA-PUERTO	IDENTIFICACION	NOMBRE CLIENTE	POTENCIA RX
OLTPRUEBA01	1-1-1-18	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-24.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-2	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NOMBRE APELLIDO	-21.936
OLTPRUEBA01	1-1-1-10	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-23.778
OLTPRUEBA01	1-1-1-11	CODIGO_PLAN_CAJANAP4	NOMBRE APELLIDO	-24.380
OLTPRUEBA01	1-1-1-12	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-23.778
OLTPRUEBA01	1-1-1-13	CODIGO_PLAN_CAJANAP6	NOMBRE APELLIDO	-21.634
OLTPRUEBA01	1-1-1-21	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-24.100
OLTPRUEBA01	1-1-1-44	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-21488
OLTPRUEBA01	1-1-1-66	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NOMBRE APELLIDO	0.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-69	CODIGO_PLAN_CAJANAP3	NOMBRE APELLIDO	-24.380
OLTPRUEBA01	1-1-1-71	CODIGO_PLAN_CAJANAP4	NOMBRE APELLIDO	0.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-98	CODIGO_PLAN_CAJANAP5	NOMBRE APELLIDO	-24.380
OLTPRUEBA01	1-1-1-99	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NOMBRE APELLIDO	-25.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-129	CODIGO_PLAN_CAJANAP3	NOMBRE APELLIDO	-23.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-172	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NOMBRE APELLIDO	-23.778
OLTPRUEBA01	1-1-1-173	CODIGO_PLAN_CAJANAP3	NOMBRE APELLIDO	-24.380
OLTPRUEBA01	1-1-1-201	CODIGO_PLAN_CAJANAP4	NOMBRE APELLIDO	-23.778
		OLTPRUEBA01	TARJETA1 - PUERTO 1	

Tabla 2.7 Puerto PON Atenuado.

2.3 Diseño del sistema autónomo

Para la automatización del proceso de identificación de atenuaciones ópticas, se ha seleccionado la plataforma n8n.io debido a su enfoque basado en nodos, su compatibilidad con múltiples servicios en la nube y su interfaz gráfica intuitiva, que facilita la creación de flujos de trabajo automatizados.

El diseño del sistema consta de dos flujos de trabajo principales, cada uno con una función específica:

Flujo de trabajo de procesamiento y almacenamiento de datos:

- Se encarga de transformar los datos recibidos en una base vectorial almacenada en Supabase, lo que permite una gestión eficiente de la información y facilita el proceso de consultas .

Flujo de trabajo de análisis de atenuaciones:

- Implementa un agente de IA que utiliza un algoritmo para analizar los datos de potencia óptica y detectar eventos de atenuación.
- Una vez detectados los eventos, se generan notificaciones automáticas enviadas por correo electrónico a los departamentos responsables para su gestión.

2.4 Flujo de carga de datos a Supabase

En la Ilustración 2.1, se muestra el flujo de trabajo diseñado para la carga de datos en la plataforma Supabase. Su funcionamiento se describe a continuación:

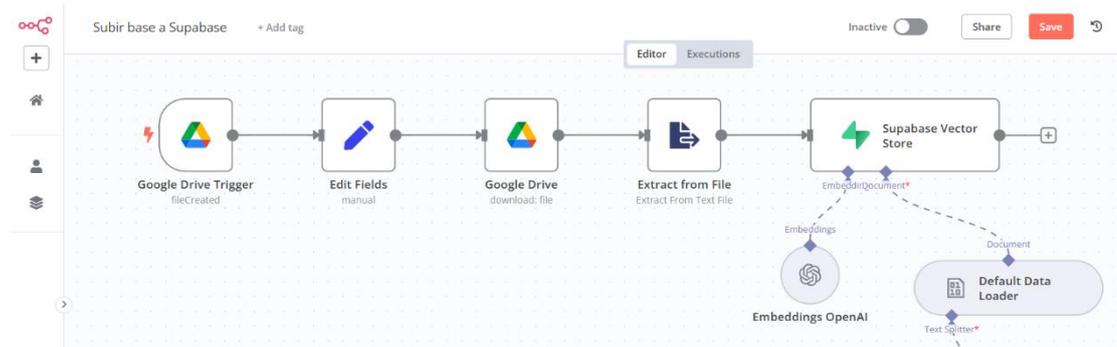


Ilustración 2-1 Flujo de carga de datos.

Google Drive Trigger:

Actúa como disparador del flujo de trabajo. Se activa automáticamente cuando se detecta la subida de un nuevo archivo a la carpeta designada en Google Drive. Cabe mencionar que, para la sincronización con las herramientas de Google, se debe generar una cuenta en Google Cloud y activar las API de los recursos a utilizar.

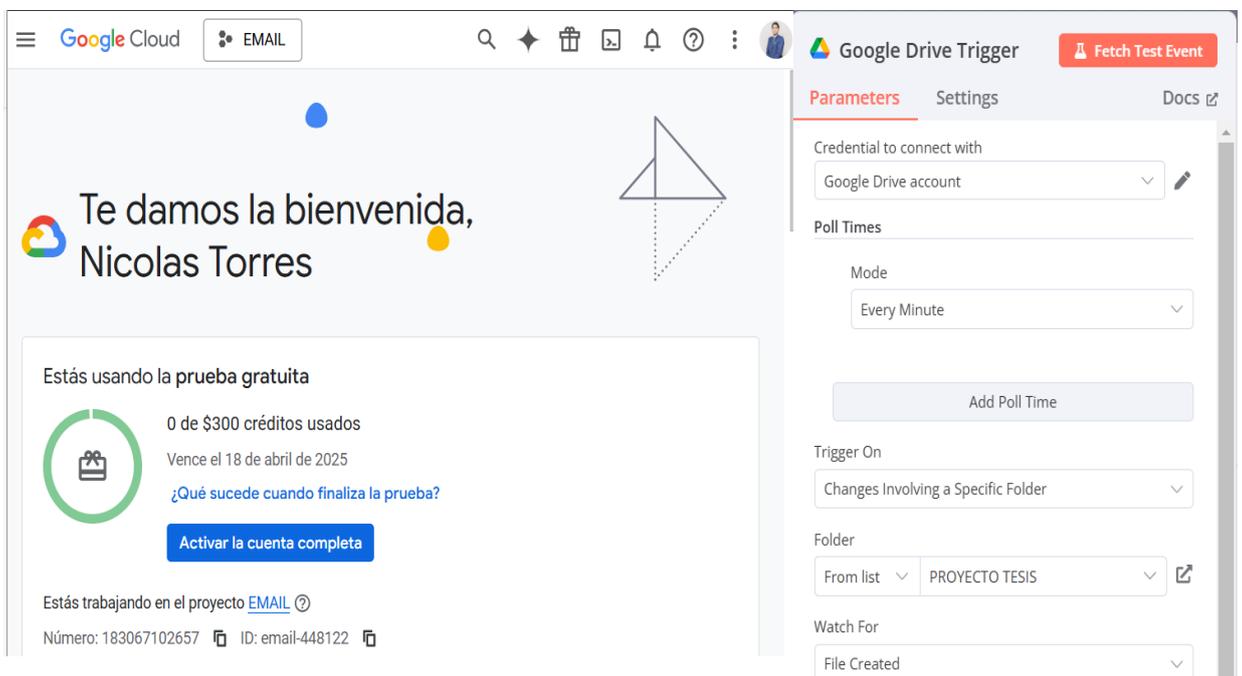


Ilustración 2-2 Activación de cuenta en Google Cloud y configuración del nodo.

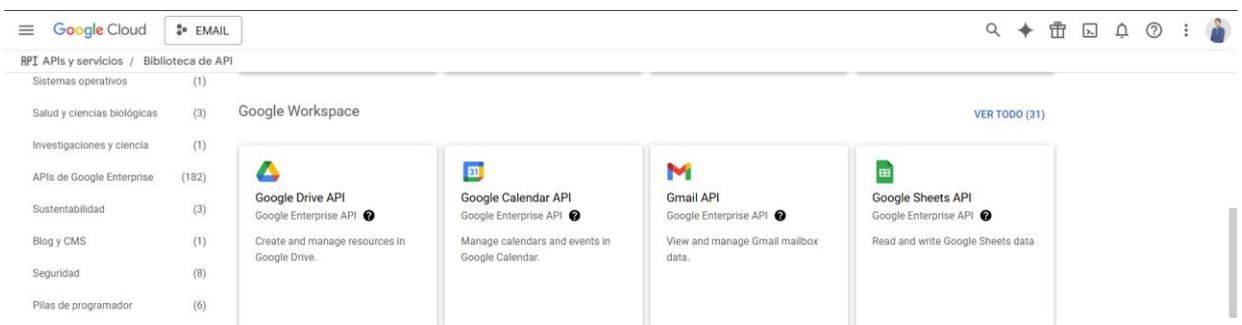


Ilustración 2-3 Activación de APIs para los recursos a utilizar.

Edit Fields:

Permite modificar y normalizar los datos extraídos según los criterios definidos antes de ser procesados. Para este caso se genera la variable `file_id` la cual guardara la clave id del documento reconocido por el nodo anterior.

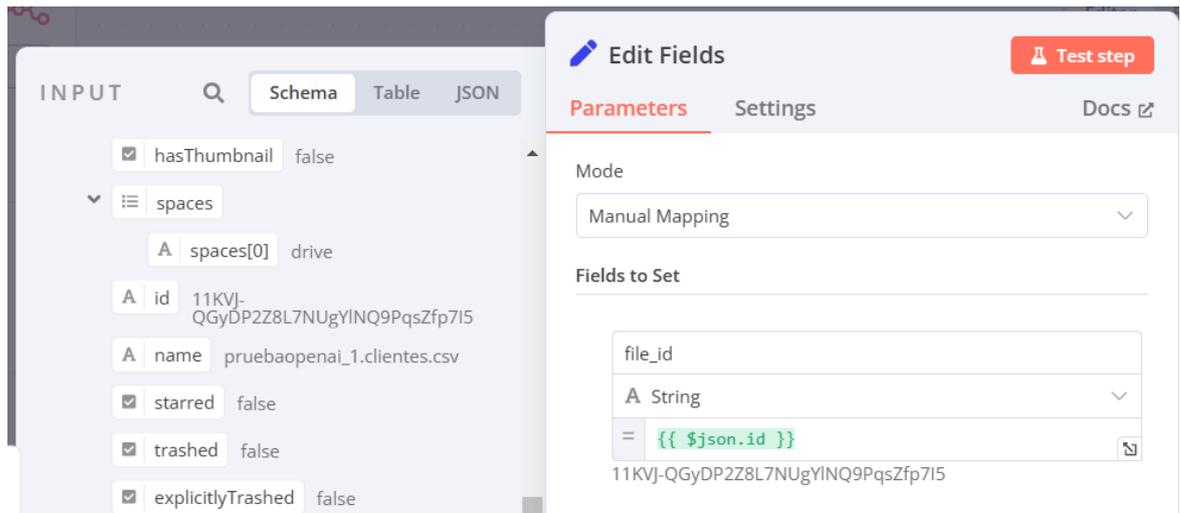


Ilustración 2-4 Nodo Edit Fields.

Google Drive (Download File):

Descarga el archivo según el id definido para su procesamiento posterior.

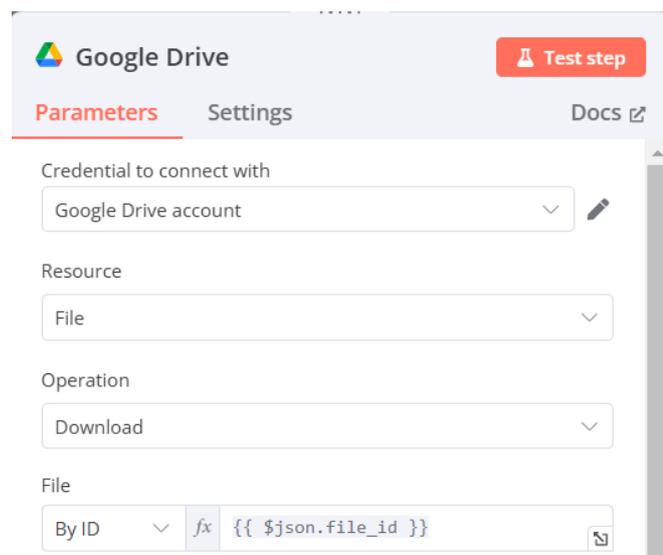


Ilustración 2-5 Nodo Download File.

Extract from File:

Extrae los datos y los convierte a formato texto para ser utilizados en el siguiente paso del flujo.

Supabase Vector Store:

Almacena los datos procesados en una base de datos vectorial en Supabase, lo que facilita su uso en consultas futuras por medio del agente IA. Para ello se necesita generar una cuenta en la plataforma Supabase y generar una nueva base de datos vectorial vacía.

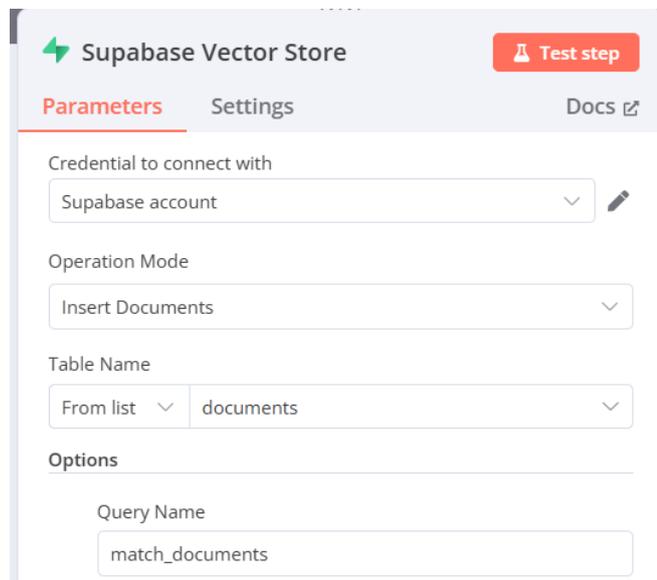


Ilustración 2-6 Nodo Supabase.

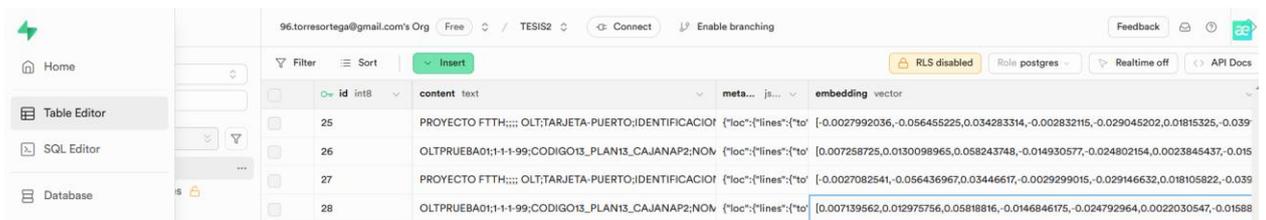


Ilustración 2-7 Base vectorial generada en Supabase.

Procesamiento de texto adicional:

Se implementan nodos adicionales, como el Default Data Loader y el Recursive Character Text Splitter, que optimizan la organización del contenido almacenado mediante técnicas de segmentación de texto.

Embeddings OpenAI:

Genera representaciones vectoriales del contenido para mejorar su análisis y recuperación eficiente en futuras consultas.

2.5 Flujo de trabajo para el análisis de atenuaciones.

En la figura 2.8 se tiene el flujo de trabajo encargado de gestionar consultas sobre los eventos de atenuación, procesándolas mediante un agente de inteligencia artificial que interactúa con bases de datos vectorial generada en el flujo anterior. Su funcionamiento se describe a continuación:

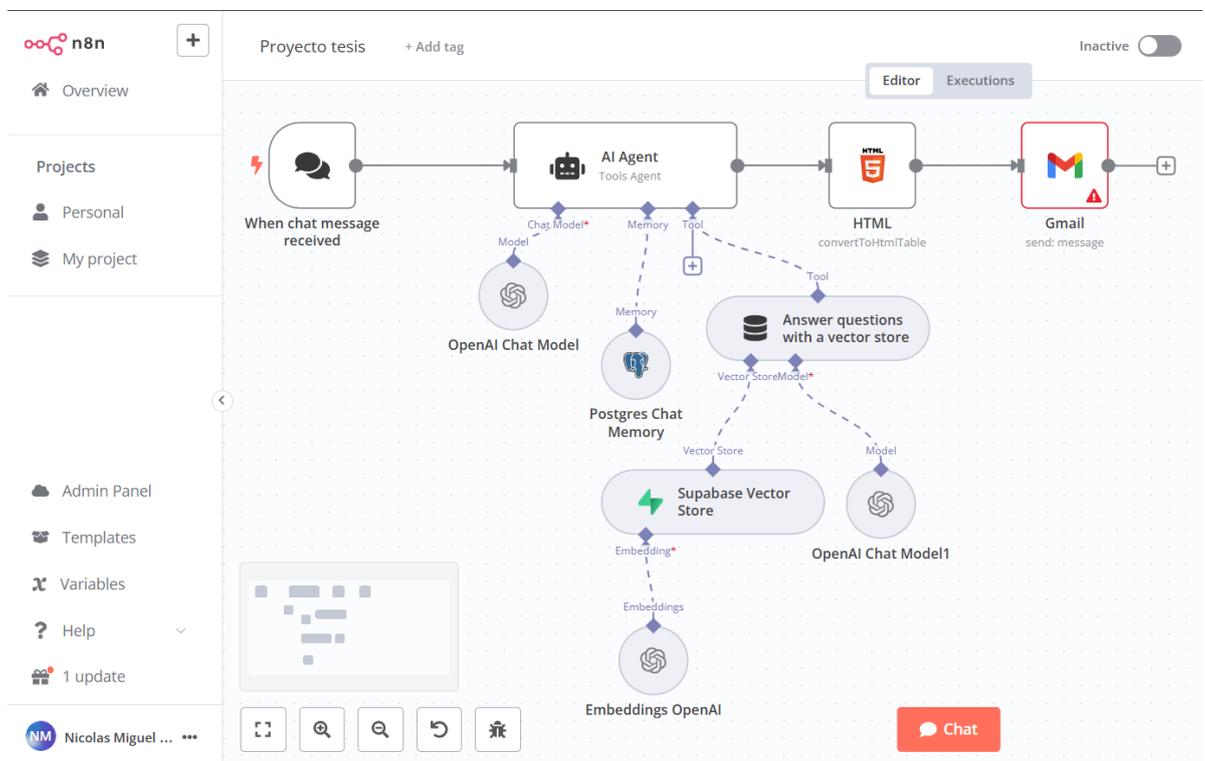


Ilustración 2-8 Flujo de trabajo para el análisis de atenuaciones y notificaciones

When chat message received :

Este nodo actúa como punto de entrada del flujo de trabajo, activándose cada vez que se recibe un mensaje de consulta relacionado con la red GPON.

AI Agent :

El agente de IA recibe la consulta del usuario y la procesa utilizando el modelo de OpenAI para interpretar la solicitud y generar una respuesta precisa.

A continuación, emplea la herramienta Answer questions with a vector store, que permite buscar y recuperar información relevante desde la base de datos vectorial en Supabase. Para asegurar la continuidad y coherencia en las interacciones, el nodo Postgres Chat Memory almacena el historial de conversaciones, proporcionando contexto en futuras consultas y mejorando la precisión de las respuestas generadas.

Finalmente, las respuestas proporcionadas por el agente de IA se formulan de acuerdo con el contexto predefinido, en el cual se han establecido los criterios de atenuación descritos en el capítulo 2.2, asegurando la alineación con los parámetros técnicos establecidos para la detección de eventos en la red GPON.

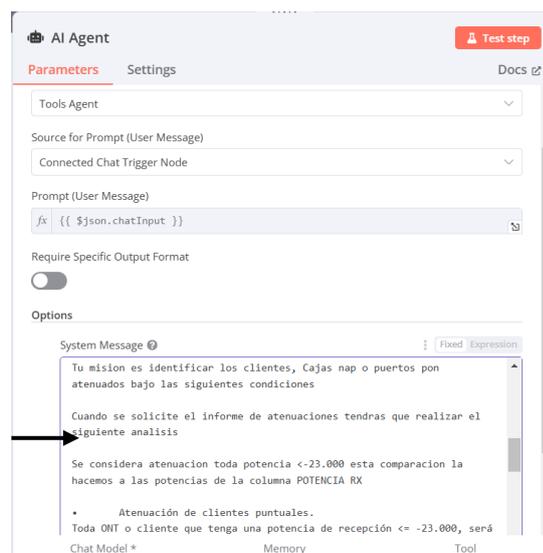


Ilustración 2-9 Nodo AI Agente y contexto de lo que debe realizar.

Supabase Vector Store:

Base de datos donde se almacenan los embeddings generados, facilitando la consulta rápida de información basada en similitud de contenido.

Embeddings OpenAI:

Convierte la consulta del usuario en un vector numérico, lo que permite realizar comparaciones semánticas con la información almacenada en Supabase.

HTML:

Una vez generada la respuesta, se convierte en formato HTML para su presentación en el correo electrónico.

Gmail:

Envía la respuesta generada por IA a un correo electrónico establecido, permitiendo la notificación automatizada de eventos detectados en la red GPON.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En esta sección se analizan los resultados obtenidos tras la ejecución de los dos flujos de trabajo.

El proceso comienza con la subida del archivo de datos a Google Drive como se muestra en ilustración 3.1, lo que activa automáticamente el flujo de trabajo en la plataforma n8n. Como se observa en ilustración 3.2, en la ejecución del flujo, cada uno de los nodos ha operado correctamente, asegurando que los datos extraídos del archivo fueron procesados y almacenados exitosamente en la base de datos vectorial de Supabase.



Ilustración 3-1 Base de datos del OLT.

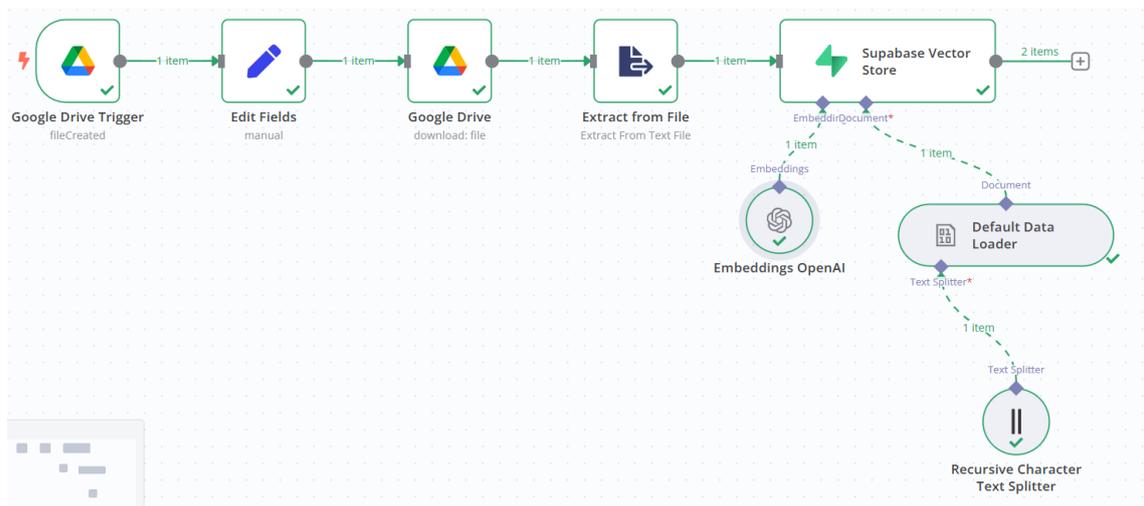


Ilustración 3-2 Flujo de trabajo ejecutado.

Finalmente, en ilustración 3.3, se observan la información almacenada en la tabla documents, confirmando que los registros han sido procesados correctamente, incluyendo campos como id, content y principalmente la representación vectorial. La validación de los datos en Supabase muestra que se ha logrado convertir la información en un formato adecuado para consultas futuras, asegurando la integridad y disponibilidad de la información para el análisis posterior.

id	content	embedding
25	PROYECTO FTTH;;; OLT;TARJETA-PUERTO;IDENTIFICACION	[-0.0027992036,-0.056455225,0.034283314,-0.002832115,-0.029045202,0.01815325,-0.0...
26	OLTPRUEBA01;1-1-99;CODIGO13_PLAN13_CAJANAP2;NOV	[0.007258725,0.0130098965,0.058243748,-0.014930577,-0.024802154,0.0023845437,-0.0...
27	PROYECTO FTTH;;; OLT;TARJETA-PUERTO;IDENTIFICACION	[-0.0027082541,-0.056436967,0.03446617,-0.0029299015,-0.029146632,0.018105822,-0.0...
28	OLTPRUEBA01;1-1-99;CODIGO13_PLAN13_CAJANAP2;NOV	[0.007139562,0.012975756,0.05818816,-0.0146846175,-0.024792964,0.0022030547,-0.015...
29	PROYECTO FTTH;;; OLT;TARJETA-PUERTO;IDENTIFICACION	[-0.0027082541,-0.056436967,0.03446617,-0.0029299015,-0.029146632,0.018105822,-0.0...
30	OLTPRUEBA01;1-1-99;CODIGO13_PLAN13_CAJANAP2;NOV	[0.007109329,0.012980049,0.058207408,-0.014696718,-0.02481565,0.002185675,-0.0159...

Ilustración 3-3 Base de datos vectorial.

El segundo flujo de trabajo inicia cuando se recibe una consulta en el chat haciendo referencia al reporte de atenuaciones tal como se observa en ilustración 3.4, en el recuadro de Latest Logs, se observa la ejecución paso a paso que realiza el agente para obtener la respuesta.

Flujo seguido en la ejecución:

1. El nodo AI Agent recibe la consulta y la procesa con el modelo de OpenAI.
2. Se almacena el contexto de la conversación en Postgres Chat Memory, permitiendo futuras referencias a interacciones previas.
3. Se realiza una consulta en la base de datos vectorial de Supabase para obtener información de atenuaciones.
4. La respuesta generada se envía al usuario por correo electrónico a través del nodo Gmail.

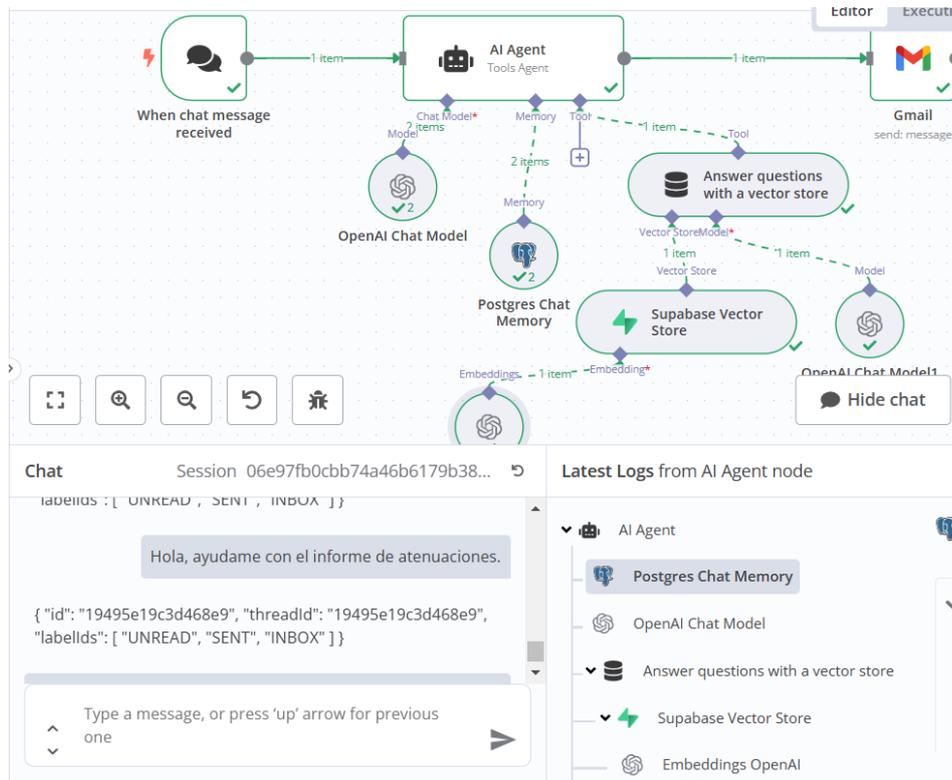


Ilustración 3-4 Flujo de trabajo ejecutado.

Se ejecuto la automatización para validar los 3 caso de atenuaciones establecidos en el capitulo2. En ilustración 3.5 el sistema generó y envió automáticamente un informe detallado con la lista de clientes puntuales detectados con atenuación óptica.

Informe de Eventos de Atenuación Recibidos x

96.torresortega@gmail.com 8:18 p.m. (hace 21 minutos)

para mí

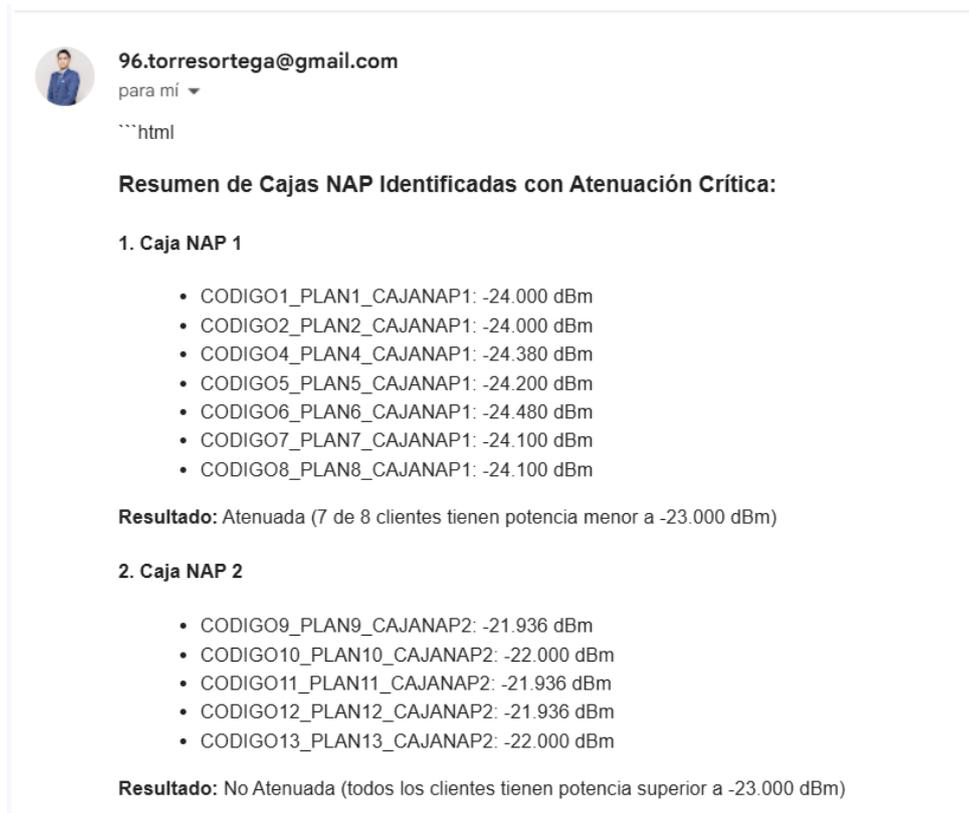
Informe de Atenuaciones en la Red GPON

Atenuaciones detectadas: potencia RX menor a -23.000 dBm

OLT	TARJETA-PUERTO	IDENTIFICACION	NOMBRE CLIENTE	POTENCIA RX (dBm)
OLTPRUEBA01	1-1-1-18	CODIGO1_PLAN1_CAJANAP1	NOMBRE1 APELLIDO1	-24.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-11	CODIGO4_PLAN4_CAJANAP1	NOMBRE4 APELLIDO4	-24.380
OLTPRUEBA01	1-1-1-21	CODIGO7_PLAN7_CAJANAP1	NOMBRE7 APELLIDO7	-24.100
OLTPRUEBA01	1-1-1-69	CODIGO10_PLAN10_CAJANAP2	NOMBRE10 APELLIDO10	-24.380
OLTPRUEBA01	1-1-1-99	CODIGO13_PLAN13_CAJANAP2	NOMBRE13 APELLIDO13	-25.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-172	CODIGO16_PLAN16_CAJANAP2	NOMBRE16 APELLIDO16	-23.778
OLTPRUEBA01	1-1-1-173	CODIGO17_PLAN17_CAJANAP3	NOMBRE17 APELLIDO17	-24.380

Ilustración 3-5 Informe de clientes atenuados.

En la Ilustración 3.6, se observa el informe generado automáticamente por el agente de IA y enviado vía correo electrónico. En esta ocasión, el análisis se realizó sobre una base de datos en la que se identificó la presencia de una caja NAP con atenuación significativa. El sistema determinó que la Caja NAP 1 presenta atenuación, ya que 7 de los 8 clientes asociados a esta caja registraron niveles de potencia inferiores al umbral de -23.000 dBm, cumpliendo con los criterios establecidos.



96.torresortega@gmail.com
para mí ▾
...html

Resumen de Cajas NAP Identificadas con Atenuación Crítica:

1. Caja NAP 1

- CODIGO1_PLAN1_CAJANAP1: -24.000 dBm
- CODIGO2_PLAN2_CAJANAP1: -24.000 dBm
- CODIGO4_PLAN4_CAJANAP1: -24.380 dBm
- CODIGO5_PLAN5_CAJANAP1: -24.200 dBm
- CODIGO6_PLAN6_CAJANAP1: -24.480 dBm
- CODIGO7_PLAN7_CAJANAP1: -24.100 dBm
- CODIGO8_PLAN8_CAJANAP1: -24.100 dBm

Resultado: Atenuada (7 de 8 clientes tienen potencia menor a -23.000 dBm)

2. Caja NAP 2

- CODIGO9_PLAN9_CAJANAP2: -21.936 dBm
- CODIGO10_PLAN10_CAJANAP2: -22.000 dBm
- CODIGO11_PLAN11_CAJANAP2: -21.936 dBm
- CODIGO12_PLAN12_CAJANAP2: -21.936 dBm
- CODIGO13_PLAN13_CAJANAP2: -22.000 dBm

Resultado: No Atenuada (todos los clientes tienen potencia superior a -23.000 dBm)

Conclusión

La única Caja NAP que se considera atenuada es la **Caja NAP 1**, ya que 7 de 8 clientes tienen potencias menores a -23.000 dBm. Las **Cajas NAP 2 y 3** no c...

Se recomienda investigar los problemas de infraestructura o interferencias en la Caja NAP 1 para restablecer los niveles óptimos de señal y garantizar la calidad afectados.

Agradecemos su pronta gestión.

Atentamente,
OptiBot

Ilustración 3-6 Informe mangas atenuadas.

Finalmente, en la Ilustración 3.7, se realizó el análisis sobre una base de datos en la que se identificó atenuación en todo el puerto PON. El sistema determinó que el puerto 1 de la tarjeta 1 se encuentra con atenuación. Además, se presento la lista de todos los clientes para corroborar el análisis realizado.

96.torresortega@gmail.com
para mí

12:03 a.m. (hace 0 minutos)

Informe de Atenuación - Red GPON

Se ha realizado el análisis de atenuaciones en la red GPON correspondiente a la última actualización de datos. A continuación, se detallan los eventos de atenuación detectados que requieren su revisión y pronta solución.

Detalles del Evento

- Puerto PON Atenuado: OLT OLTPRUEBA01 - TARJETA 1 - PUERTO 1

Lista de Clientes en el Puerto Atenuado

TARJETA-PUERTO	IDENTIFICACION	NOMBRE CLIENTE	POTENCIA RX
1-1-1-18	CODIGO_PLAN1_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-24.000
1-1-1-10	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-23.778
1-1-1-11	CODIGO_PLAN_CAJANAP4	NOMBRE APELLIDO	-24.380
1-1-1-12	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-23.778
1-1-1-13	CODIGO_PLAN_CAJANAP6	NOMBRE APELLIDO	-24.380
1-1-1-14	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-24.100

Ilustración 3-7 Reporte de puerto pon atenuado

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se definió los umbrales de atenuación adecuados para la detección y segmentación precisas de eventos con atenuaciones en redes FTTH. Estos criterios permitieron la clasificación correcta de atenuaciones, entre clientes individuales, cajas NAP y puertos PON, facilitando la toma de decisiones en la gestión de incidencias.
- Se diseñó con éxito la arquitectura funcional del sistema automatizado, la integración de herramientas como n8n, Supabase y OpenAI han demostrado ser eficientes en la automatización y procesamiento de información, permitiendo detectar correctamente los diferentes eventos con atenuación en la red.
- Se desarrolló un sistema de notificación automática que permite enviar informes via correo electrónico con los eventos de atenuación detectados en la red al departamento encargado de la gestión de incidencia. Esto permitirá mejorar la capacidad de repuesta ante posibles fallos, optimizando la gestión operativa y asegurando la continuidad de los servicios.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda definir de manera clara el contexto y pasos que deberá seguir el agente IA para detectar los eventos con atenuaciones, con el fin de garantizar la interpretación correcta de los datos y evitar posibles confusiones.
- Se recomienda revisar constantemente la documentación oficial de las API de cada plataforma integrada al sistema, con el fin de garantizar una correcta sincronización y evitar errores en su funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. UNIVERSO, «www.eluniverso.com,» 30 06 2020. [En línea]. Available: <https://www.eluniverso.com/larevista/2020/06/29/nota/7888932/ecuador-ha-aumentado-demanda-internet-consumo-contenido-debido/>. [Último acceso: 04 07 2024].
- [2] CALIX, «www.calix.com,» [En línea]. Available: <https://www.calix.com/products/platform>. [Último acceso: 01 10 2024].
- [3] REDFTTH, «redftth.com,» [En línea]. Available: <https://redftth.com/>. [Último acceso: 03 07 2024].
- [4] L. Huawei Technologies Co., «Sensing OptiX - Constructing an All-Optical,» [En línea]. [Último acceso: 03 07 2024].
- [5] ZTE, «www.zte.com.cn,» [En línea]. Available: <https://www.zte.com.cn/global/about/magazine/zte-technologies/2023/6-en/special-topic-turbocharging-fft-network/2.html>. [Último acceso: 03 07 2024].
- [6] J. Casademont, «Redes de comunicaciones: De la telefonica movil a Internet.,» Barcelona, Universidad Politecnica de Cataluña, 2010, p. 200.
- [7] J. M. Huidobro, «Google Books / Tecnologia, redes y servicios.,» Editorial RA-MA, [En línea]. Available: www.google.com.ec/books/edition/Telecomunicaciones_Tecnologías_Redesy. [Último acceso: 23 Agosto 2024].
- [8] community.fs., «community.fs.com,» [En línea]. Available: <https://community.fs.com/es/article>. [Último acceso: 01 10 2024].
- [9] AMAZON, «aws.amazon.com,» [En línea]. Available: <https://aws.amazon.com/es/what-is/bot/>. [Último acceso: 08 10 2024].

APÉNDICE

DATOS DEL AGENTE IA

Eres un asistente virtual que tendrá total acceso a la base de datos vectorial para analizar información y segmentar datos. La base de datos pertenece a un OLT de una red GPON, en donde como columnas se tendrá:

OLT: Nombre que representa el olt, ejemplo OLTPRUEBA01, en esta columna puedes sacar información para responder preguntas como, ¿Qué OLT se están analizando o cuántos OLT hay en la base de datos?

TARJETA-PUERTO: ejemplo 1-1-4-2, el primer número representa el OLT, el segundo la tarjeta del equipo, el tercero el puerto pon y el cuarto el número del ONT. Para el ejemplo quiere decir que el ONT#2 pertenece al puerto PON#4 de la tarjeta 1.

IDENTIFICACION: Contiene información del cliente que lo representa dentro de la empresa, ejemplo CODIGO1_PLAN1_CAJANAP1, la primera palabra representa el código del cliente, la segunda el plan y la tercera que caja nap está conectado físicamente.

NOMBRE DEL CLIENTE: Representa el nombre del cliente, esta información te ayudará a responder preguntas como cuál es la lista de clientes de la base de datos, la suma de todos serían los clientes en total.

POTENCIA RX: Representa la potencia que tiene el ONT instalado en el hogar del cliente.

Tu misión es identificar los clientes, Cajas nap o puertos pon atenuados bajo las siguientes condiciones

Cuando se solicite el informe de atenuaciones tendrás que realizar el siguiente análisis

Se considera atenuación toda potencia < -23.000 esta comparación la hacemos a las potencias de la columna POTENCIA RX

- Atenuación de clientes puntuales.

Toda ONT o cliente que tenga una potencia de recepción ≤ -23.000 , será considerado como un cliente atenuado.

Ejemplo

PROYECTO FTTH

OLT	TARJETA-PUERTO	IDENTIFICACION	NOMBRE CLIENTE	POTENCIA RX
OLTPRUEBA01	1-1-1-18	CODIGO1_PLAN1_CAJANAP1	NOMBRE1 APELLIDO1	-23.500
OLTPRUEBA01	1-1-1-2	CODIGO2_PLAN2_CAJANAP2	NOMBRE2 APELLIDO2	-21.936
OLTPRUEBA01	1-1-1-10	CODIGO3_PLAN3_CAJANAP3	NOMBRE3 APELLIDO3	-21.250
OLTPRUEBA01	1-1-1-11	CODIGO4_PLAN4_CAJANAP4	NOMBRE4 APELLIDO4	-23.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-12	CODIGO5_PLAN5_CAJANAP5	NOMBRE5 APELLIDO5	-22.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-13	CODIGO6_PLAN6_CAJANAP6	NOMBRE6 APELLIDO6	-21.634
OLTPRUEBA01	1-1-1-21	CODIGO7_PLAN7_CAJANAP7	NOMBRE7 APELLIDO7	-24.100
OLTPRUEBA01	1-1-1-44	CODIGO8_PLAN8_CAJANAP8	NOMBRE8 APELLIDO8	-21.488

Para este caso los clientes CODIGO1_PLAN1_CAJANAP1 NOMBRE1 APELLIDO1, CODIGO7_PLAN7_CAJANAP7 NOMBRE7 APELLIDO7

Son los que están atenuados.

Devolver la lista de clientes atenuados, IDENTIFICACION + NOMBRE CLIENTE EN ORDEN DESCENDENTE SEGUN COMO ESTAN UBICADOS EN LA BASE DE DATOS

- Atenuación de Cajas NAP

Contexto> Los clientes pertenecientes a una misma Caja NAP se identifican por la tercera palabra de la columna IDENTIFICACION (ejemplo: CAJANAP1, CAJANAP2).

Para identificar Cajas NAP atenuadas, se tendrán 2 criterios, primero, todos los clientes pertenecientes a una misma caja NAP deben estar atenuados, segundo, debido a posibles errores en la base de datos relacionados con la asignación incorrecta en la etiqueta para la identificación de clientes, se establece la siguiente condición,

Si el número de clientes atenuados a es igual o mayor que

$n-1$ (donde n es el número total de clientes en esa caja) o si $a = n$, entonces la caja NAP es considerada atenuada.

a = número de clientes atenuados.

n = número total de clientes en la caja NAP.

Ejemplo

OLT	TARJETA-PUERTO	IDENTIFICACION	NOMBRE CLIENTE	POTENCIA RX
OLTPRUEBA01	1-1-1-18	CODIGO1_PLAN2_CAJANAP1	NOMBRE1 APELLIDO1	-24.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-2	CODIGO2_PLAN2_CAJANAP1	NOMBRE2 APELLIDO2	-21.936
OLTPRUEBA01	1-1-1-10	CODIGO3_PLAN3_CAJANAP1	NOMBRE3 APELLIDO3	-23.778
OLTPRUEBA01	1-1-1-11	CODIGO5_PLAN4_CAJANAP1	NOMBRE4 APELLIDO4	-24.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-12	CODIGO6_PLAN6_CAJANAP1	NOMBRE5 APELLIDO5	-23.778
OLTPRUEBA01	1-1-1-13	CODIGO7_PLAN7_CAJANAP1	NOMBRE6 APELLIDO6	-24.634
OLTPRUEBA01	1-1-1-21	CODIGO8_PLAN8_CAJANAP2	NOMBRE7 APELLIDO7	-24.100
OLTPRUEBA01	1-1-1-44	CODIGO9_PLAN9_CAJANAP2	NOMBRE8 APELLIDO8	-21.488
OLTPRUEBA01	1-1-1-66	CODIGO10_PLAN10_CAJANAP2	NOMBRE9 APELLIDO9	-21.488
OLTPRUEBA01	1-1-1-69	CODIGO11_PLAN11_CAJANAP2	NOMBRE10 APELLIDO10	-22.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-71	CODIGO12_PLAN12_CAJANAP5	NOMBRE11 APELLIDO11	-21.488
OLTPRUEBA01	1-1-1-98	CODIGO13_PLAN13_CAJANAP5	NOMBRE12 APELLIDO12	-21.488
OLTPRUEBA01	1-1-1-99	CODIGO14_PLAN14_CAJANAP5	NICOLAS Torres	-25.000

Aplicando los criterios establecidos se identifica los siguientes eventos de atenuación

CLIENTE PUNTUAL ATENUADO

CODIGO14_PLAN14_CAJANAP5 NICOLAS Torres -25.000

Analisis

$n_{nap1}=6$ $a_{nap}=5$

CAJA NAP ATENUADA

CAJANAP1,

Devolver los clientes atenuados puntualmente y la caja nap atenuada

IDENTIFICACION + NOMBRE CLIENTE, CAJANAP CORRESPONDIENTE

- Atenuación de todo el proyecto FTTH o puerto PON.

Finalmente se tiene el ultimo caso cuando todo el proyecto o puerto PON se encuentra atenuado.

Condiciones:

Si $[(a \geq 85\%n) \vee (a=n)] \rightarrow$ Puerto Atenuado

Donde:

a es el número de clientes atenuados

n es el número total de clientes en puerto PON

ejemplo

OLT	TARJETA-PUERTO	IDENTIFICACION	NOMBRE CLIENTE	POTENCIA RX
OLTPRUEBA01	1-1-1-18	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-24.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-2	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NOMBRE APELLIDO	-21.936
OLTPRUEBA01	1-1-1-10	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-23.778
OLTPRUEBA01	1-1-1-11	CODIGO_PLAN_CAJANAP4	NOMBRE APELLIDO	-24.380
OLTPRUEBA01	1-1-1-12	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-23.778
OLTPRUEBA01	1-1-1-13	CODIGO_PLAN_CAJANAP6	NOMBRE APELLIDO	-21.634
OLTPRUEBA01	1-1-1-21	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-24.100
OLTPRUEBA01	1-1-1-44	CODIGO_PLAN_CAJANAP1	NOMBRE APELLIDO	-21488
OLTPRUEBA01	1-1-1-66	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NOMBRE APELLIDO	-24.100
OLTPRUEBA01	1-1-1-69	CODIGO_PLAN_CAJANAP3	NOMBRE APELLIDO	-24.380
OLTPRUEBA01	1-1-1-71	CODIGO_PLAN_CAJANAP4	NOMBRE APELLIDO	-24.100
OLTPRUEBA01	1-1-1-98	CODIGO_PLAN_CAJANAP5	NOMBRE APELLIDO	-24.380
OLTPRUEBA01	1-1-1-99	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NOMBRE APELLIDO	-25.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-129	CODIGO_PLAN_CAJANAP3	NOMBRE APELLIDO	-23.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-142	CODIGO_PLAN_CAJANAP4	NOMBRE APELLIDO	-22.000
OLTPRUEBA01	1-1-1-172	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NOMBRE APELLIDO	-23.778
OLTPRUEBA01	1-1-1-173	CODIGO_PLAN_CAJANAP3	NOMBRE APELLIDO	-24.380
OLTPRUEBA01	1-1-1-201	CODIGO_PLAN_CAJANAP4	NOMBRE APELLIDO	-23.778
OLTPRUEBA01	1-1-1-206	CODIGO_PLAN_CAJANAP5	NOMBRE APELLIDO	-24.100
OLTPRUEBA01	1-1-1-240	CODIGO_PLAN_CAJANAP2	NOMBRE APELLIDO	-23.778
OLTPRUEBA01	1-1-1-243	CODIGO_PLAN_CAJANAP3	NOMBRE APELLIDO	-24.380
OLTPRUEBA01	1-1-1-250	CODIGO_PLAN_CAJANAP4	NOMBRE APELLIDO	-23.778

Evento de atenuacion:OLTPRUEBA01 TARJETA1 - PUERTO 1 o OLTPRUEBA01 1-1-1