



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**Mejoras en la evaluación de la confiabilidad de las  
calificaciones mediante la plausibilidad**

Yesika Andrea Gutiérrez Villa

Trabajo de prácticas para optar al título de:  
Ingeniera Electricista

Asesor interno

Diego Adolfo Mejía Giraldo, doctorado IOWA STATE UNIVERSITY PhD in Electrical  
Engineering

Asesor externo

Juan Andrés Varela Fadul, analista gestión Equipos Subestaciones ISA INTERCOLOMBIA

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería, Departamento de ingeniería eléctrica

Medellín

2023

---

Cita	Gutiérrez Villa [1]
<b>Referencia</b>	[1] Y. A. Gutierrez Villa, “Mejoras en la evaluación de la confiabilidad de las calificaciones mediante la plausibilidad”, Práctica empresarial, Ingeniería eléctrica, Universidad de Antioquia, Medellín, 2023.
Estilo IEEE (2020)	

---



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes

**Decano/director:** Julio César Saldarriaga Molina

**Jefe departamento:** Noé Alejandro Mesa Quintero.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

### **Dedicatoria**

Va dirigida de manera especial a la memoria de mi amado hermano, que sigue viviendo en mi corazón a lo largo del tiempo. También deseo dedicar este logro a todas las personas maravillosas que han sido parte fundamental de mi crecimiento, tanto a nivel académico como profesional y personal.

### **Agradecimientos**

Quiero agradecer a Dios, a mis amados padres, mis profesores, mis asesores, mis colegas y mis amigos, quienes han desempeñado un papel fundamental en mi vida. Su conocimiento, su apoyo, sabios consejos y constante estímulo me han servido de motor para alcanzar mis metas y superar los desafíos.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
ABSTRACT .....	9
I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. OBJETIVOS .....	12
A. Objetivo general .....	12
B. Objetivos específicos .....	12
III. MARCO TEÓRICO .....	13
IV. METODOLOGÍA .....	19
V. RESULTADOS .....	22
➤ Resultados en SAP .....	22
➤ Resultados en EXCEL .....	34
VI. ANÁLISIS E RESULTADOS .....	36
VII. CONCLUSIONES .....	38
VIII. REFERENCIAS .....	39

LISTA DE TABLAS

TABLA I: FAMILIA DE EQUIPOS QUE SE LES APLICÓ PLAUSIBILIDAD.....	24
TABLA II: DETALLES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS DE MEDIDA ESTABLECIDOS PARA EL PERFIL CATÁLOGO ‘Traf.aux.sec’.....	34
TABLA III: DATOS TOTAL DE LOS PUNTOS DE MEDIDA.....	34
TABLA IV: RESULTADOS OBTENIDOS DEL ALGORITMO EN SAP.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pantalla SAP Easy Access del ambiente de pruebas (QE8).....13

Figura 2. Proceso de reglas de diagnóstico figura modificada de la fuente [3].....16

Figura 3. Esquema de plausibilidad.....18

Figura 4. Diagrama conceptual de metodología.....19

Figura 5. Diagrama de flujo del algoritmo de plausibilidad.....23

Figura 6. Ambiente de prueba SAP QE8, al lado izquierdo se puede observar las transacciones y en un cuadro rojo se resalta la transacción “Algoritmo para la calificación de equipos”.....26

Figura 7. Aplicación de Algoritmo para la calificación de objetos técnicos.....26

Figura 8. Interfaz de los equipos Transformadores auxiliares secos.....27

Figura 9. Rutina de plausibilidad de transformadores auxiliares secos.....28

Figura 10. Algoritmo de plausibilidad de transformadores auxiliares secos.....28

Figura 11. Línea de código algoritmo plausibilidad: Comparación de los tiempos de ingreso de los documentos.....29

Figura 12. Línea de código algoritmo plausibilidad: Existencia y peso de los puntos de medida...30

Figura 13. Línea de código algoritmo plausibilidad: Obtención de Documentos de medida desfasados o no existentes.....31

Figura 14. Línea de código algoritmo plausibilidad: Denominación de los puntos de media y el desfase de sus documentos de medida en caso de tener.....31

Figura 15. Línea de código algoritmo plausibilidad: Cálculo de plausibilidad.....32

Figura 16. Línea de código algoritmo plausibilidad: Impresión del color de la plausibilidad y los puntos de medida con documentos desfasados o faltantes.....33

Figura 17. Línea de código algoritmo plausibilidad: Impresión del valor de plausibilidad.....33

Figura 18. Resultados del valor de la calificación y la plausibilidad del equipo A2-125.....36

Figura 19. Texto descriptivo del resultado de plausibilidad.....36

Figura 20. Resultado de calificación y plausibilidad, aplicado a un equipo no perteneciente al perfil catálogo Trafo\_aux\_sec.....36

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>ISA</b>	Interconexión eléctrica S.A
<b>REM.</b>	Rutinas estándar de mantenimiento
<b>SAP</b>	Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos
<b>GIS</b>	subestación aislada en gas (Siglas en inglés de Gas Insulated Substation)
<b>SAP QE8</b>	SAP ambiente de prueba (Siglas en inglés de Quality Assurance)
<b>SAP R3P</b>	SAP ambiente productivo (Siglas en inglés de Production)
<b>SAP GUI</b>	Interfaz gráfica de usuario (Siglas en inglés de Graphical User Interface)
<b>PC</b>	Ordenador personal (Siglas en inglés de Personal Computer)
<b>ABAP</b>	Lenguaje estructurado y orientado a objetos (Siglas en inglés de Advanced Business Application Programming)

## RESUMEN

Para INTERCOLOMBIA las técnicas de mantenimiento preventivas de los equipos que gestiona en las diferentes subestaciones eléctricas, son parte fundamental para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de potencia. Para aumentar aún más la confiabilidad cuentan con herramientas informáticas como SAP, que permiten almacenar registros de actividades de inspección y pruebas que se les realizan a los equipos según una estrategia particular. Los datos almacenados son utilizados para ejecutar los algoritmos de diagnóstico, que establecen las condiciones actuales de los equipos, sin embargo, debido al gran volumen de información y las características específicas de cada equipo, no siempre se dispone oportunamente de los datos de estas pruebas en el sistema SAP. Por tal motivo se emplea el algoritmo de plausibilidad que permite identificar rápidamente los equipos con información faltante o desactualizada, para que los operadores realicen las intervenciones necesarias y oportunas. Este trabajo se enfocó en mejorar los algoritmos de plausibilidad para algunos equipos y extender su implementación a otras familias de equipos que previamente no habían sido consideradas.

***Palabras clave*** —Subestación eléctrica, SAP, algoritmo de plausibilidad, algoritmo de Calificación, ambiente QE8, ambiente RP3, Puntos de medida, Documentos de medida, Familia de equipos.



ABSTRACT

For INTERCOLOMBIA, preventive maintenance techniques for the equipment managed in different electrical substations are a fundamental part of ensuring the proper operation of the power system. To further increase reliability, they rely on computer tools such as SAP, which allow storing records of inspection activities and tests performed on the equipment according to a particular strategy. The stored data is used to execute diagnostic algorithms that determine the current conditions of the equipment. However, due to the large volume of information and the specific characteristics of each equipment, the data from these tests is not always promptly available in the SAP system. Therefore, the plausibility algorithm is employed to quickly identify equipment with missing or outdated information, so that operators can perform the necessary and timely interventions. This work focused on improving the plausibility algorithms for some equipment and extending their implementation to other equipment families that were not previously considered.

***Keywords* — Electrical Substations, SAP, plausibility algorithm, rating algorithm, QE8 environment, RP3 environment, measurement points, measurement documents, equipment family.**

## I. INTRODUCCIÓN

La empresa multilatinas ISA es responsable de supervisar el sistema eléctrico de Colombia a nivel institucional y operativo. Cuenta con una extensa red de subestaciones eléctricas en todo el país, las cuales están sujetas a un plan de mantenimiento que implica la gestión constante de inspecciones, pruebas e intervenciones en los equipos. El objetivo de estas actividades es predecir y prevenir posibles daños. Para respaldar eficientemente estas tareas de mantenimiento, la empresa utiliza el programa de Sistemas, Aplicaciones y Productos (SAP). Este programa almacena registros de los valores de diversas variables de los equipos, así como las fechas de ingreso de dichos datos. Además, SAP opera avisos de mantenimiento, listas de tareas y algoritmos de calificación y plausibilidad. [1]

Como parte de los objetivos de la práctica, se implementó un algoritmo de plausibilidad en el programa SAP para varias familias de equipos presentes en las subestaciones. Durante el desarrollo de esta implementación, también se mejoraron algunos algoritmos de calificación de los equipos. El algoritmo de plausibilidad funciona como un complemento del algoritmo de calificación, evaluando si el diagnóstico obtenido se basa en información actualizada de acuerdo con los requisitos de las estrategias de mantenimiento. Los resultados se presentan en forma de un porcentaje que indica la confiabilidad de la calificación, donde el 0% representa la menor confiabilidad y el 100% la mayor. Además, se genera un texto descriptivo que se asocia con un semáforo, indicando el rango en el que se encuentra la plausibilidad obtenida. Los rangos son los siguientes: el verde representa un nivel alto (100%-80%), el amarillo indica un nivel intermedio (80%-50%), y el rojo señala un nivel bajo (50%-0%). También se muestra una lista de las variables correspondientes a cada equipo que no cuentan con la información actualizada o que no tienen información en absoluto.

El desarrollo del código se llevó a cabo en el entorno de prueba (QE8) y en el entorno productivo (R3P) del programa SAP. Se abarcó la implementación del algoritmo en equipos de Media tensión, Subestaciones Aisladas con Gas (GIS), Pararrayos y bujes. Para evaluar la efectividad del algoritmo de plausibilidad, se establecieron puntos de medida para cada perfil catálogo, dándole prioridad a los documentos de medida con mayor frecuencia de ingreso y aquellos que contenían

valores críticos para el análisis del equipo. Estas decisiones se tomaron en base a las Rutinas Estándar de Mantenimiento (REM) y al criterio de expertos.

## II. OBJETIVOS

### *A. Objetivo general*

Mejorar la confiabilidad de la calificación de los equipos mediante el cálculo oportuno de la plausibilidad, para las diferentes familias de equipos de acuerdo con sus respectivas reglas de diagnóstico.

### *B. Objetivos específicos*

- Establecer los puntos de medida necesarios de cada familia de equipos según rutinas estándares de mantenimiento, para ser evaluados en la plausibilidad.
- Mejorar el algoritmo de plausibilidad existente, logrando que se ejecute cada periodicidad escogida y no por el ingreso de documentos de medida.
- Aplicar el algoritmo de plausibilidad mejorado a cada familia de equipos que aún no cuentan con este algoritmo.
- Realizar pruebas del algoritmo con al menos 50 equipos por familia, para determinar su correcto funcionamiento.
- Migrar manualmente el algoritmo de plausibilidad de cada familia de equipos del entorno de prueba al entorno de producción del programa SAP, que es el entorno real.

### III. MARCO TEÓRICO

Interconexión Eléctrica S. A (ISA) es una empresa que opera en los negocios de transmisión de energía, vías, telecomunicaciones y Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) [2]. Además, ISA se encarga del esquema institucional y operacional del sistema eléctrico en Colombia. La empresa tiene presencia en más de 6 países latinoamericanos a través de sus filiales, una de ellas es ISA INTERCOLOMBIA, que es la transportadora de energía eléctrica a alto voltaje, administradora y operadora de los activos de ISA en Colombia. Esta filial gestiona los equipos de las subestaciones y aplica una estrategia de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo para asegurar su correcto funcionamiento, utilizando un sistema informático como herramienta de apoyo [3].

Sistemas, Aplicaciones y Productos (SAP) es el programa de origen alemán que recopila y procesa los datos de las funciones de la filial INTERCOLOMBIA, ya que cuenta con un servidor de aplicación y una base de datos. Su instalación localmente se llama SAP Longon y su interfaz SAP GUI [4]. Cuenta con al menos tres ambientes; el primero de desarrollo donde se crea los programas; el segundo de pruebas, que es una copia homogénea del productivo que permite realizar ensayos de modificaciones implementadas al sistema; el tercero, que es el ambiente de producción o productivo donde está el entorno final o real para ejecutar el programa [5].

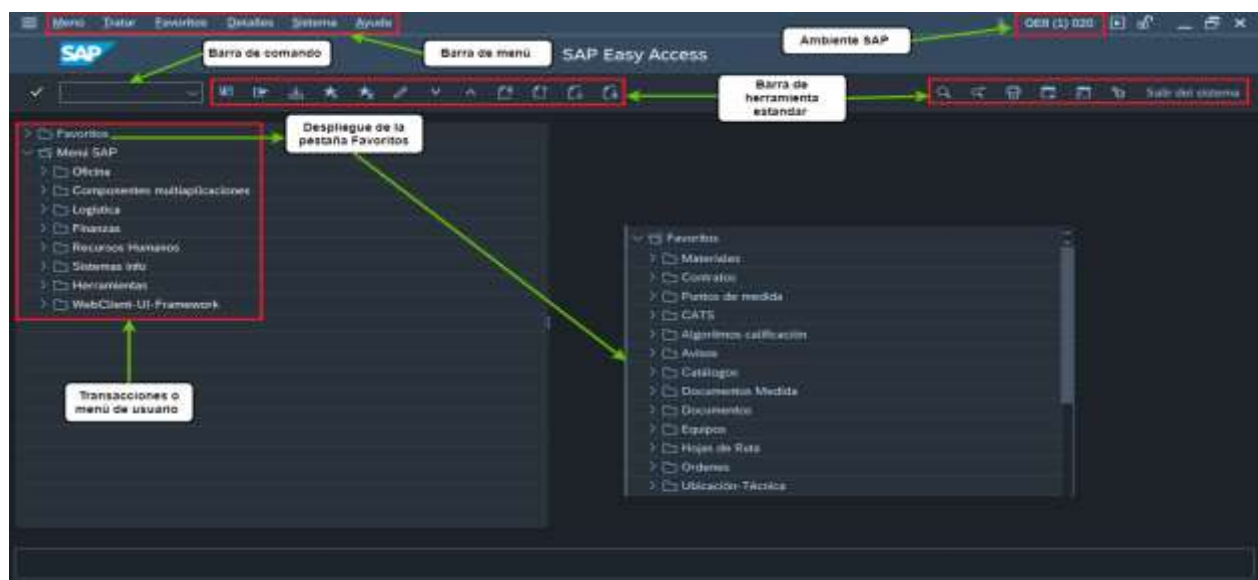


Figura 1. Pantalla SAP Easy Access del ambiente de pruebas (QE8).

En la figura 1 se pueden observar las diferentes partes que componen la pantalla principal del ambiente de pruebas (QE8) en SAP. Es importante destacar que este ambiente es idéntico al ambiente productivo (R3P). La barra de menú permite ejecutar diversas acciones en el programa, como modificar el perfil de usuario, abrir nuevas ventanas, agregar nuevas transacciones, entre otras opciones. La barra de comandos permite ingresar códigos de transacciones que realizan funciones específicas en el sistema. La barra de herramientas estándar está equipada con iconos que facilitan la ejecución de operaciones comunes, como guardar, cancelar o salir de transacciones, regresar a pantallas anteriores, entre otras acciones [6].

Las transacciones de SAP son componentes que gestionan recursos técnicos, financieros y logísticos, mejorando los flujos de trabajo, la eficiencia operativa y la toma de decisiones [7]. Cada transacción tiene funciones específicas que realizan tareas o procesos. En la figura 1 se muestran las transacciones o menú de usuario. En el contexto de las actividades de mantenimiento de la empresa, los analistas de subestaciones personalizan su menú con las transacciones más utilizadas y las almacenan en la sección de favoritos, según las necesidades del usuario. Para este caso particular, se tienen las siguientes transacciones destacadas: [8]:

- **Materiales:** Son transacciones que se encarga de gestionar las funciones relacionadas con la estructura del material y el control de existencias en el almacén.
- **Contratos:** Aquí se encuentran las funciones relacionadas con los pedidos y contratos de los equipos, lo que permite administrar y controlar las operaciones asociadas a los contratos de mantenimiento.
- **Puntos de Medida:** Se ocupa de las variables que se miden en los equipos, y proporciona funciones para crear, modificar y visualizar los puntos de medida, lo que facilita el seguimiento y análisis de las mediciones.
- **Algoritmos de calificación:** Aquí se almacenan las funciones de los algoritmos de calificación que permiten diagnosticar y evaluar el estado de las diferentes familias de equipos, ayudando en la toma de decisiones de mantenimiento.
- **Avisos:** Se encarga de generar alertas sobre fallas de alto impacto o incidencias recurrentes en los equipos. Las funciones relacionadas con los avisos permiten visualizar actividades, crear y modificar avisos, lo que facilita la gestión y seguimiento de las fallas.

- **Módulo de Catálogos:** Aquí se encuentran las funciones para actualizar y visualizar los catálogos de los equipos, lo que permite mantener actualizada la información de los diferentes tipos de equipos utilizados en el mantenimiento.
- **Documentos de Medida:** Se refiere a los valores registrados de los puntos de medida, es decir, las medidas de las variables del equipo. Proporciona funciones para visualizar, crear y eliminar documentos de medida, facilitando el manejo de la información de las mediciones realizadas.
- **Equipos:** Engloba las funciones para visualizar y modificar los datos generales de los equipos, como fabricantes, garantías, entre otros aspectos relevantes para la gestión del mantenimiento.
- **Ordenes:** Está relacionado con las ordenes que se ejecutaran para mantenimiento. Sus funciones permiten visualizar y notificar órdenes.
- **Ubicaciones:** Abarca la información sobre las ubicaciones de los equipos. Sus funciones permiten acceder a la estructura de ubicación técnica, lo que facilita la organización y localización de los equipos en el sistema. [9].

ISA INTERCOLOMBIA ha desarrollado internamente una aplicación en SAP que cuenta con algoritmos de diagnóstico para las actividades de mantenimiento de cada una de las familias de equipos (equipos con características similares). Estos algoritmos se programan utilizando el editor llamado "Programación Avanzada de Aplicaciones Empresariales" [10]. Esta herramienta permite editar códigos fuente y se accede a través de la aplicación "Algoritmos de Calificación" mediante la transacción "Algoritmo para la Calificación de Equipos". Además, la empresa maneja una estructura de equipos conocida como "Perfil Catálogo", que consiste en catálogos que representan equipos con características eléctricas y mecánicas similares. Cada perfil catálogo contiene un grupo de códigos asignados para cada equipo, lo que facilita la clasificación de las características de los equipos [11].

Para evaluar las condiciones de los equipos, se siguen cinco etapas principales, como se muestra en la figura 2:



Figura 2. Proceso de reglas de diagnóstico figura modificada de la fuente [3].

**Etapa 1:** Se recopila la información correspondiente a las inspecciones y actividades de mantenimiento realizadas para cada equipo de patio de las subestaciones. Toda la información sobre las pruebas que deben realizarse, incluyendo las variables y su respectiva periodicidad reglamentaria (tiempo máximo permitido para la realización de pruebas y registro de resultados), se encuentra establecida en las rutinas estándar de mantenimiento (REM). Estas rutinas son creadas por la misma empresa, basándose en el conocimiento y experiencia acumulada en el diseño, construcción y pruebas en fábrica.

**Etapa 2:** La información recopilada se ingresa al software SAP de acuerdo con la periodicidad establecida en la REM.

**Etapa 3:** Al encontrar un nuevo documento ingresado, SAP ejecuta sus algoritmos automatizados de reglas de diagnóstico y criterio de calificación.

**Etapa 4:** El algoritmo genera un diagnóstico de la evaluación correspondiente a cada equipo, proporcionando un texto descriptivo como resumen abreviado.

**Etapa 5:** Los operarios definen acciones a tomar según el resultado obtenido [12].

Para realizar el diagnóstico de equipos, se emplean dos algoritmos automatizados que se ejecutan y actualizan para cada equipo cuando se ingresa al menos un nuevo documento de medida. El primer algoritmo es el de calificación de los equipos, que se basa en las pruebas e inspecciones



realizadas a cada uno de ellos según una estrategia específica. Este algoritmo asigna una puntuación del 1 al 5, donde 1 indica condiciones deficientes y 5 indica condiciones adecuadas. Estas calificaciones se obtienen mediante el análisis de los datos de los documentos de medida de los equipos, verificando que se encuentren dentro de los valores de del rango permitido. Cada equipo tiene diferentes puntos de medida que son evaluados, y el algoritmo proporciona la calificación mínima de dicha evaluación [13].

El segundo algoritmo es plausibilidad, el cual es un indicador que determina el nivel de confiabilidad de la calificación recibida por los equipos, ya que la calificación puede estar basada sobre información desactualizada que no establece las condiciones reales del equipo debido al flujo masivo de información y las características específicas de cada referencia de equipos, no siempre se cuenta de manera oportuna con la información de estas pruebas en el sistema SAP. Sin embargo, mediante el uso del algoritmo de plausibilidad, es posible identificar de manera ágil aquellos equipos que presentan fallas en la información, lo que implica que su calificación no es confiable. Cuando el algoritmo se ejecuta considera los documentos de medida ingresados a SAP, los faltantes y su periodicidad, luego realiza una evaluación y establece el porcentaje de desviación del tiempo de cada equipo con sus respectivas estrategias de mantenimiento [13].

La obtención de la plausibilidad se representa en el esquema de la figura 3.

- 1) Se verifica la existencia de los puntos de medida
- 2) y 4) La ecuación (1) permite determinar el desfase entre la fecha actual y las fechas de ingreso de cada documento de medida correspondiente a su respectivo punto de medida. A partir de este resultado, se establece si el desfase es menor a la periodicidad exigida por norma, lo cual indica la existencia, además de la vigencia o no vigencia del documento.
- 3) Se establece el peso de los puntos de medida, asignándoles un valor de 1 o 2 (doble) según su importancia en el equipo.
- 5) La ecuación (2) calcula la plausibilidad como el cociente entre la cantidad de documentos existentes y vigentes y la cantidad total de puntos de medida del equipo. El resultado se multiplica por 100 para obtener el valor en porcentaje.
- 6) Los resultados de la plausibilidad varían en un rango del 0% al 100%. En el intervalo del 0% al 50%, se considera como BAJA; del 50% al 80% se considera como MEDIA, y del 80% al 100% se considera como ALTA. Estos rangos se representan con los colores "Rojo",

"Amarillo" y "Verde", respectivamente, además se da un texto indicativo de puntos de medida que tienen los documentos desfasados o faltantes. [14].

(1) 
$$\text{Fecha de hoy} - \text{Fecha de ingreso documento de medida} > \text{Periodicidad}$$

(2) 
$$\left( \frac{\text{Documento existente y vigente}}{\text{Total puntos de medida}} \right) * 100$$

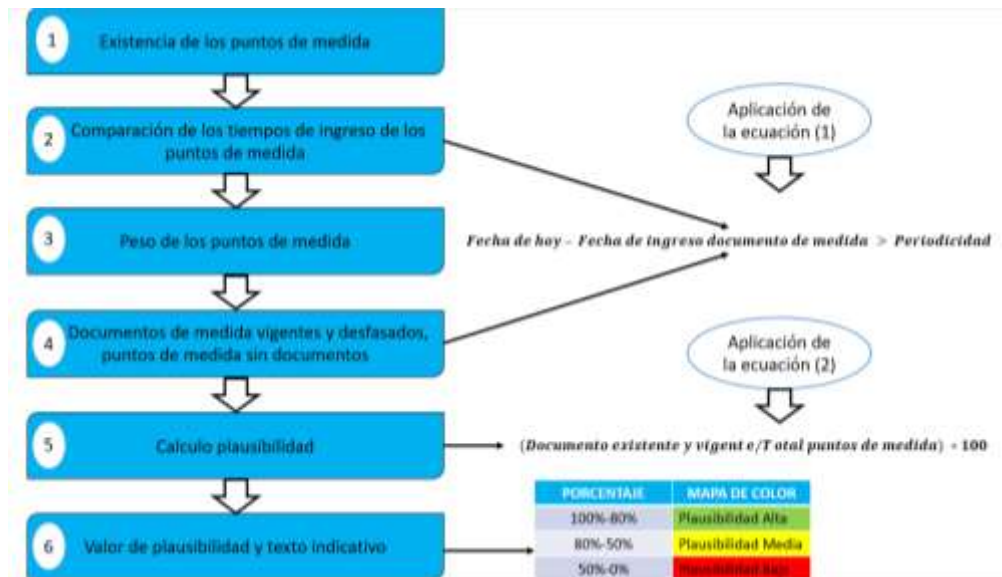


Figura 3. Esquema de plausibilidad.

## IV. METODOLOGÍA

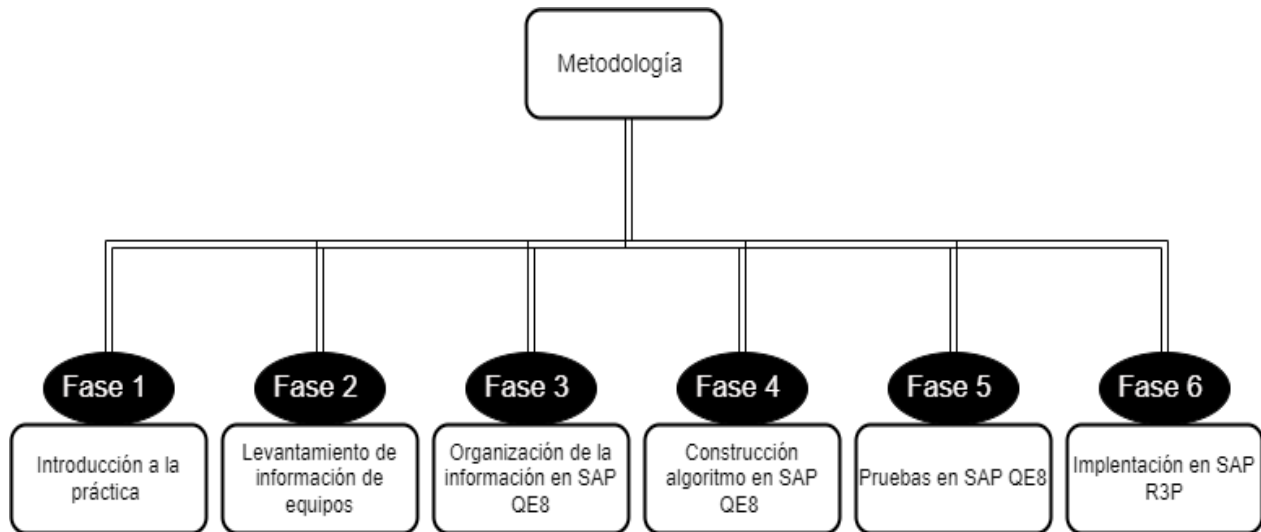


Figura 4. Diagrama conceptual de metodología.

Para llevar a cabo la práctica, se adoptó un enfoque cuantitativo que implicó el uso del programa informático SAP con lenguaje ABAP instalado localmente en un PC. La metodología empleada constó de 6 fases, como se muestra en la figura 4 y las cuales se detallan a continuación:

#### **Fase 1: Introducción a la práctica:**

Se realizó una introducción acerca de la empresa ISA, destacando su importancia a nivel nacional e internacional, y se explicó el alcance que tendría la práctica, siendo aplicable para filiales como Intercolombia, Interchile, ISA Bolivia y Transelca. Posteriormente, se abordó el concepto de plausibilidad, resaltando su relevancia para las actividades de mantenimiento. También se describió el algoritmo actual utilizado en el programa SAP y se mencionaron las desventajas asociadas al mismo.

#### **Fase 2: Levantamiento de información de equipos:**

Se accedió a la INTRANET de la empresa con el fin de obtener información sobre los catálogos de normas, las familias de equipos y sus perfiles, así como las normas REM asignadas a cada uno de ellos. Esta información fue utilizada para identificar las pruebas eléctricas e inspecciones necesarias, así como los puntos de medida y su respectiva periodicidad.

### **Fase 3: Organización de la información en SAP**

En esta fase se familiarizó con el ambiente de trabajo de programación SAP, sus transacciones, como acceder a sus catálogos, ejecutar sus algoritmos, ver y modificar sus puntos de medida y documentos de medida. A partir de lo obtenido en la fase 2 se rectificó y reorganiza los puntos de medida de los diferentes catálogos confirmando que estos si sean los correspondientes y tengan por punto de medida el mismo nombre y no equivalentes, ya que el algoritmo tiene unos puntos de medida referente y solo reconoce aquellos que tengan la misma denominación.

### **Fase 4: Construcción algoritmo en SAP QE8**

Se procedió a utilizar la aplicación llamada "Algoritmo para calificación de equipos" en el entorno de pruebas QE8 de SAP, la cual se encuentra como una transacción en SAP Easy Access (esta aplicación permite acceder a la interfaz de los distintos algoritmos de calificación mediante la introducción del código correspondiente a cada equipo). Se creó la rutina de plausibilidad en la aplicación, para ello fue necesario crear el algoritmo principal y posteriormente los algoritmos secundarios que verifican la existencia de cada punto de medida en los equipos del perfil catálogo. Para estos algoritmos secundarios, fue necesario contar con códigos de equipos de referencia que tuvieran asignados esos puntos.

### **Fase 5: Pruebas en SAP QE8**

Se realizaron pruebas en Excel para verificar los resultados obtenidos en SAP. Para ello, se crearon archivos de Excel con cada perfil catálogo. Cada hoja de cálculo contenía los códigos de los equipos evaluados pertenecientes a ese catálogo. En cada hoja se incluían tres tablas de datos:

- La primera tabla registraba los puntos de medida del equipo, las fechas de ingreso de los últimos documentos de medida (si los había), la fecha de consulta, la diferencia de fechas, los días de vencimiento y la existencia del documento.
- La segunda tabla mostraba la cantidad total de puntos de medida del equipo, así como la cantidad de documentos vigentes, no vigentes y no existentes. También se calculaba la plausibilidad teórica.
- La tercera tabla contenía los resultados obtenidos del algoritmo en SAP.

De esta manera, se obtenía la plausibilidad teórica y se comparaba con la plausibilidad determinada por el algoritmo en SAP. Esto permitía evaluar y refutar los resultados obtenidos en SAP mediante el análisis de los datos en Excel.

### **Fase 6: Implementación en SAP R3P**

Una vez finalizada la fase de pruebas, se llevó a cabo la migración de todo lo realizado en el entorno de prueba de SAP al entorno de producción. Esta migración implicó repetir las fases 3, 4 y 5 del proceso.

## V. RESULTADOS

### ➤ Resultados en SAP

En esta sección, se presentan los resultados de la práctica desarrollada en la cual se buscó mejorar el indicador de plausibilidad en el programa SAP, siguiendo la metodología descrita anteriormente. Se muestra el indicador de plausibilidad desarrollado en la figura 5, el cual se explica a continuación, y se aplicó a la familia de equipos de la TABLA 1.

**Paso 1:** Se inicia el proceso y se avanza al paso 2.

**Paso 2:** Se lee el código del equipo a evaluar.

**Paso 3:** Si el algoritmo diseñado no corresponde al equipo, se continúa con el paso 4; de lo contrario, se salta al paso 5.

**Paso 4:** Se imprime un mensaje informativo indicando que la plausibilidad es 0 debido a que el algoritmo no es el correspondiente, y se continúa con el paso 15.

**Paso 5:** Se verifica si el equipo tiene puntos de medida para evaluar. Si no los tiene, se avanza al paso 6; de lo contrario, se continúa con el paso 7.

**Paso 6:** Se imprime un mensaje informativo indicando que la plausibilidad es 0 debido a la falta de puntos de medida, y se continúa con el paso 15.

**Paso 7:** Se revisa el punto de medida del equipo y, si tiene al menos un documento de medida asociado, se avanza al paso 9; de lo contrario, se continúa con el paso 8.

**Paso 8:** Se imprime un mensaje informativo indicando que existe el punto de medida, pero no se encontró ningún documento asociado, y se avanza al paso 12.

**Paso 9:** Se establece la fecha de ingreso del último documento de medida y se verifica si se encuentra dentro del rango de periodicidad establecido por la REM. Si cumple, se continúa con el paso 12; de lo contrario, se avanza al paso 10.

**Paso 10:** Se calcula el desfase en días entre la fecha de ingreso del último documento de medida y la periodicidad determinada por la REM, y se continúa con el paso 11.

**Paso 11:** Se imprime un mensaje informativo del punto de medida que tiene documentos asociados y el valor en días del desfase entre la fecha de ingreso del documento y las REM.

**Paso 12:** Si el equipo tiene más puntos de medida para evaluar, se vuelve al paso 7; de lo contrario, se avanza al paso 13.

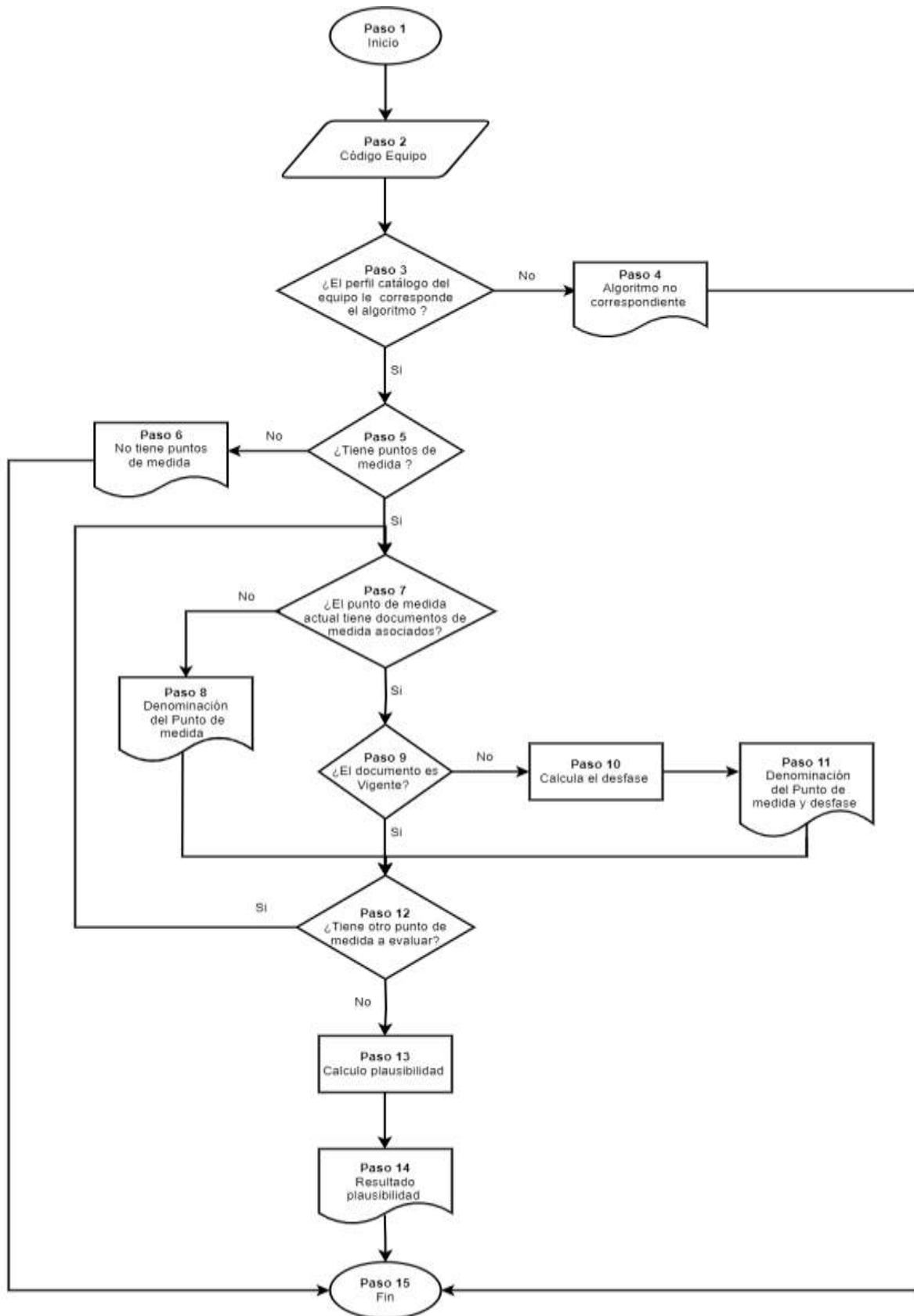


Figura 5. Diagrama de flujo del algoritmo de plausibilidad.

**Paso 13:** Se calcula la plausibilidad del equipo y se pasa al paso 14.

**Paso 14:** Se imprime la cantidad de puntos de medida con documentos asociados que no están vigentes, junto con sus respectivos desfases en días, y también se incluyen los puntos de medida existentes, pero sin ningún documento asociado. Se presenta un texto descriptivo y el resultado de la plausibilidad del equipo.

**Paso 15:** Se finaliza el proceso.

TABLA I  
FAMILIA DE EQUIPOS QUE SE LES APLICÓ PLAUSIBILIDAD [15]

<b>FAMILIA DE EQUIPOS</b>	<b>Equipos</b>	<b>Definiciones</b>
<b>Bujes</b>	Bujes capacitivos	Tiene como función dar salida de la energía del equipo inductivo manteniendo controlado distancias y esfuerzos eléctricos.
	Bujes capacitivos monitoreo	Incluyen un sistema de monitoreo que utiliza para evaluar continuamente el desempeño del aislamiento en los bujes.
<b>Descargadores</b>	Alta tensión	Son dispositivos utilizados para proteger equipos y sistemas eléctricos contra sobretensiones transitorias.
	Media Tensión	
<b>Equipos de medida tensión</b>	Transformadores auxiliares secos	Son dispositivos implementados en sistemas eléctricos para alimentar equipos auxiliares de baja tensión. No contienen líquido aislante, como el aceite, por ende, son llamados secos. En su lugar, utilizan materiales aislantes sólidos, como resinas.
	CT's aislados en resina	Son transformadores de Corriente aislados en resina. Su función principal es medir y convertir corrientes elevadas en corrientes más bajas y manejables, que puedan ser utilizadas por equipos de medición, protección y control.



<b>Equipos de medida tensión</b>	PT's aislados en resina	Son Transformadores de Potencial o transformadores de tensión aislados en resina. Se Utilizan en sistemas eléctricos para medir tensiones de alta magnitud y convertirlas en valores manejables para su posterior uso en equipos de medición, protección y control.
	PT's Capacitivos	Se utilizan para medir y proporcionar una señal proporcional a la tensión de un sistema de alta tensión en un rango de baja tensión más seguro y manejable. Emplean capacitores para crear un divisor capacitivo de voltaje.
	CT's Fuzzy	Reduce las altas corrientes alternas en el devanado primario a un valor bajo en el devanado secundario. Esto permite la medición precisa de la corriente en un circuito de alta corriente, así como la protección de equipos y dispositivos conectados al circuito.
<b>Subestación GIS</b>	Es una subestación que utiliza equipos de conmutación y protección aislados en gas, para la distribución y transmisión de energía eléctrica de alta tensión.	

La visualización de resultados se mostrará para un único equipo perteneciente a la familia de Transformadores auxiliares secos, detallando las diferentes etapas. Es importante destacar que los códigos y puntos de medida mencionados no forman parte de los utilizados originalmente en la empresa, ya que han sido modificados por cuestiones de confidencialidad.

### 1) Ambiente

Se implementaron dos entornos en SAP: uno de prueba y otro productivo, para desarrollar los algoritmos de plausibilidad. Ambos entornos son idénticos. En la figura 6 se muestra el menú de

usuario de SAP Easy Access, que incluye las transacciones disponibles. La transacción destacada en rojo es "Algoritmo para calificación equipos", que permite acceder a los algoritmos de calificación para diferentes familias de equipos. Para acceder a las rutinas específicas de un equipo, se debe ingresar su código, como se muestra en la figura 7. En este ejemplo, se utilizó el código A2 correspondiente a los equipos de Transformadores auxiliares secos. La figura 8 presenta la interfaz con las rutinas asociadas al equipo seleccionado.

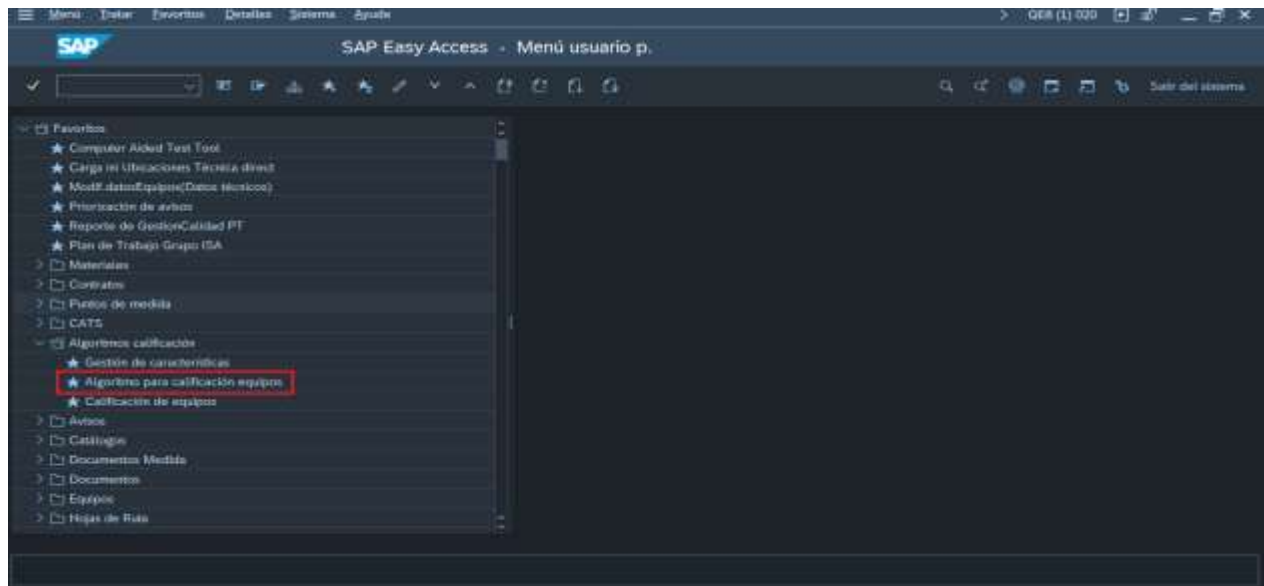


Figura 6. Ambiente de prueba SAP QE8, al lado izquierdo se puede observar las transacciones y en un cuadro rojo se resalta la transacción “Algoritmo para la calificación de equipos”.



Figura 7. Aplicación de Algoritmo para la calificación de objetos técnicos.

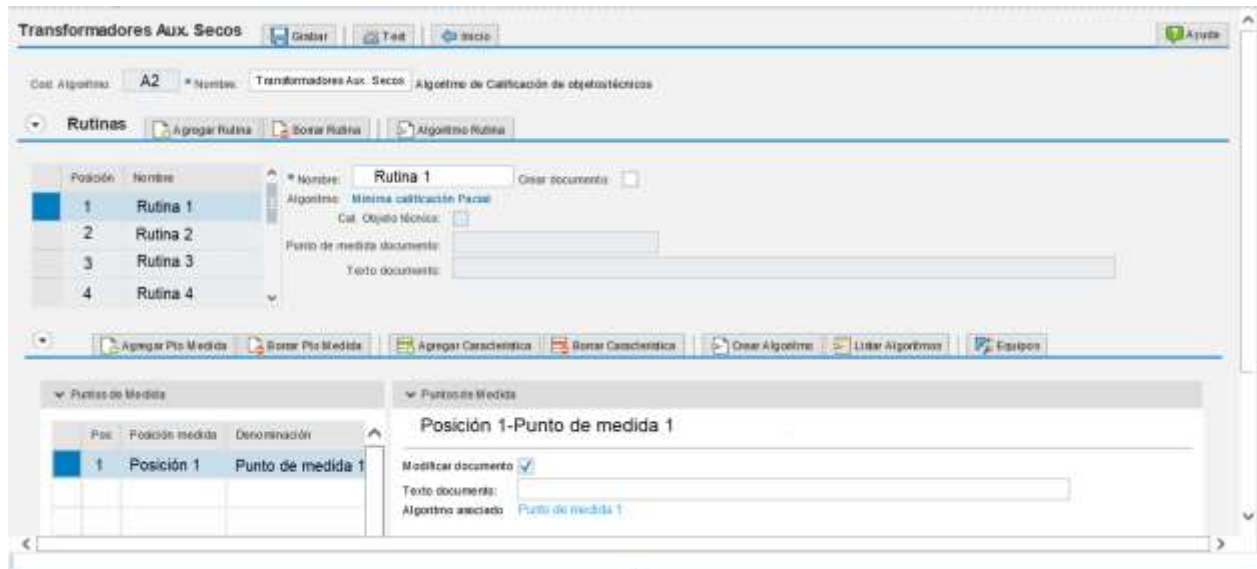


Figura 8. Interfaz de los equipos Transformadores auxiliares secos.

## 2) Resultados del algoritmo de plausibilidad en el ambiente de SAP productivo

Se presentan los resultados del algoritmo de plausibilidad desarrollado para la familia de equipos de transformadores auxiliares secos. En la figura 9 se muestra la interfaz de los algoritmos de calificación y plausibilidad de los equipos, la cual se compone de las siguientes partes:

- **Identificación de la familia de equipos:** Se establece el código y la denominación de la familia de equipos.
- **Rutinas establecidas para los transformadores auxiliares secos:** Son algoritmos principales de calificación y plausibilidad que tienen una posición y un nombre definidos según el orden de creación. En este caso se muestra seleccionado el algoritmo de plausibilidad, que ocupa la posición 8. A la derecha se encuentran sus características, como el nombre designado (Plausibilidad), la opción de crear un documento de medida para almacenar los resultados de la plausibilidad de cada equipo evaluado, el nombre del algoritmo (Plausibilidad), el nombre del punto de medida en SAP (Plausibilidad) y la línea de código con el texto explicativo del resultado.
- **Puntos de medida establecidos para cada rutina:** Estos son los puntos de medida requeridos para cada rutina, en este caso específicamente para la evaluación de la plausibilidad.
- **Algoritmo empleado para los puntos de medida:** Cada punto de medida cuenta con un algoritmo asociado, el cual determina si el punto de medida existe o debe tenerse en cuenta según criterios específicos. En este caso, se realiza una verificación sencilla utilizando el código

SI(Pto\_1\_Existe== 'Cierto'; 1; 0). Si el punto de medida existe, se asigna un valor de 1; de lo contrario, se asigna un valor de 0.

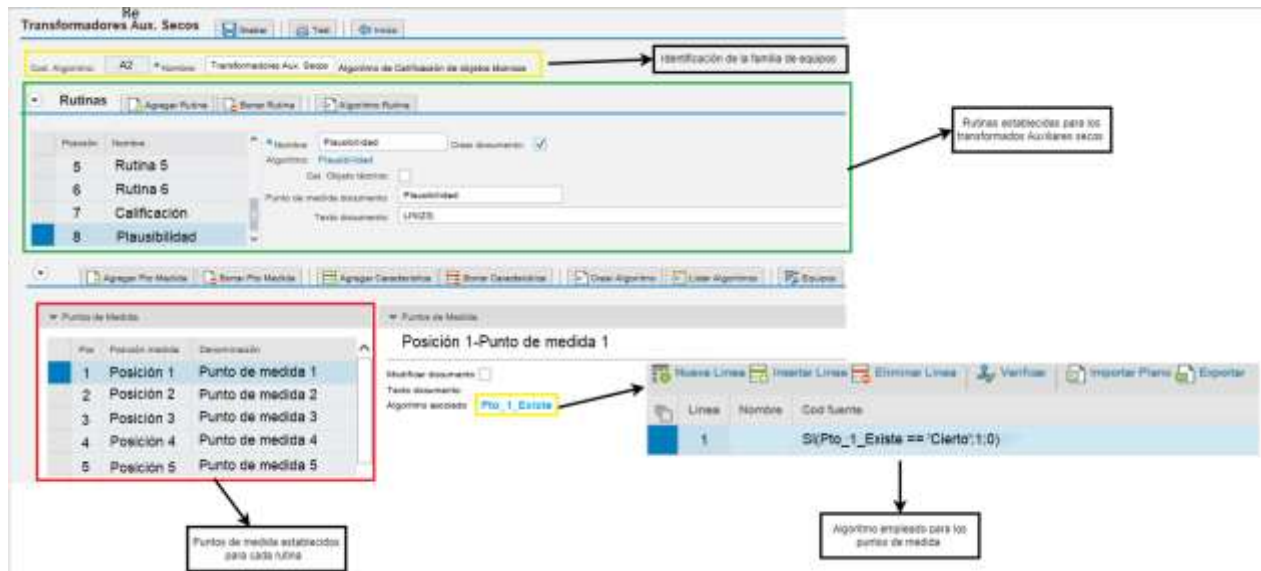


Figura 9. Rutina de plausibilidad de transformadores auxiliares secos.

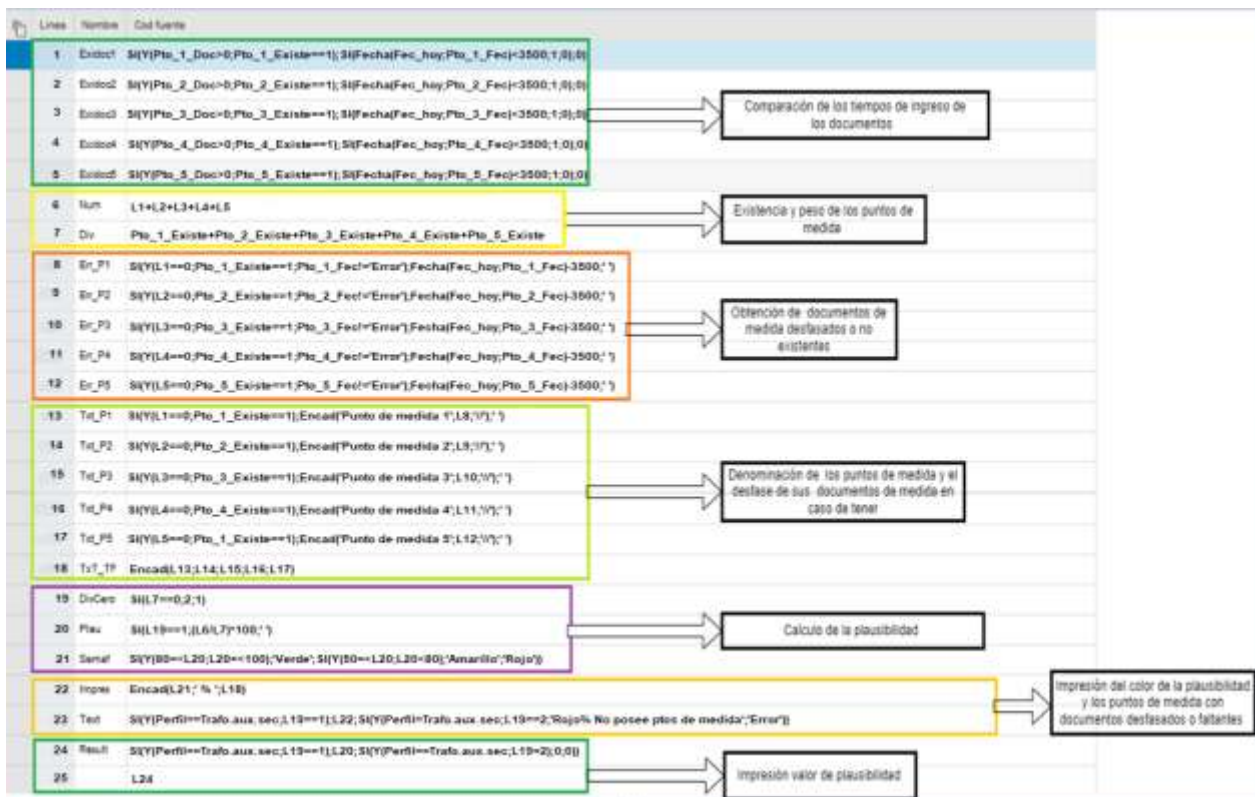


Figura 10. Algoritmo de plausibilidad de transformadores auxiliares secos.

La figura 10 presenta el código del algoritmo de plausibilidad utilizado, el cual consta de 7 secciones que se describen a continuación:

- Comparación de los tiempos de ingreso de los documentos:** Se establecieron 5 líneas (1 hasta 5) que representan los puntos de medida. Cada línea, como muestra la figura 11, tiene un condicional (SI) principal y otro secundario. El condicional principal tiene dos criterios: verificar si el punto de medida 1 tiene al menos un documento ( $Pto\_1\_Doc > 0$ ) y comprobar si el punto de medida 1 existe ( $Pto\_1\_Existe == 1$ ), según el algoritmo secundario ("Algoritmo empleado para los puntos de medida"). Si ambos criterios se cumplen, se ejecuta el condicional secundario; de lo contrario, se obtiene un valor de cero (No cumple). Una vez cumplidos ambos criterios, se calcula la ecuación (1) para determinar si el documento de medida es vigente. En este caso, el condicional  $SI(Fecha(Fec\_hoy;Pto\_1\_Fec) < 3500)$  calcula la diferencia en días entre la fecha del último documento de medida ingresado y la fecha actual. Si esta diferencia es inferior a 3500 (la periodicidad establecida para el punto de medida), la línea obtiene un valor de 1 (Cumple); de lo contrario, obtiene un valor de 0 (No cumple).

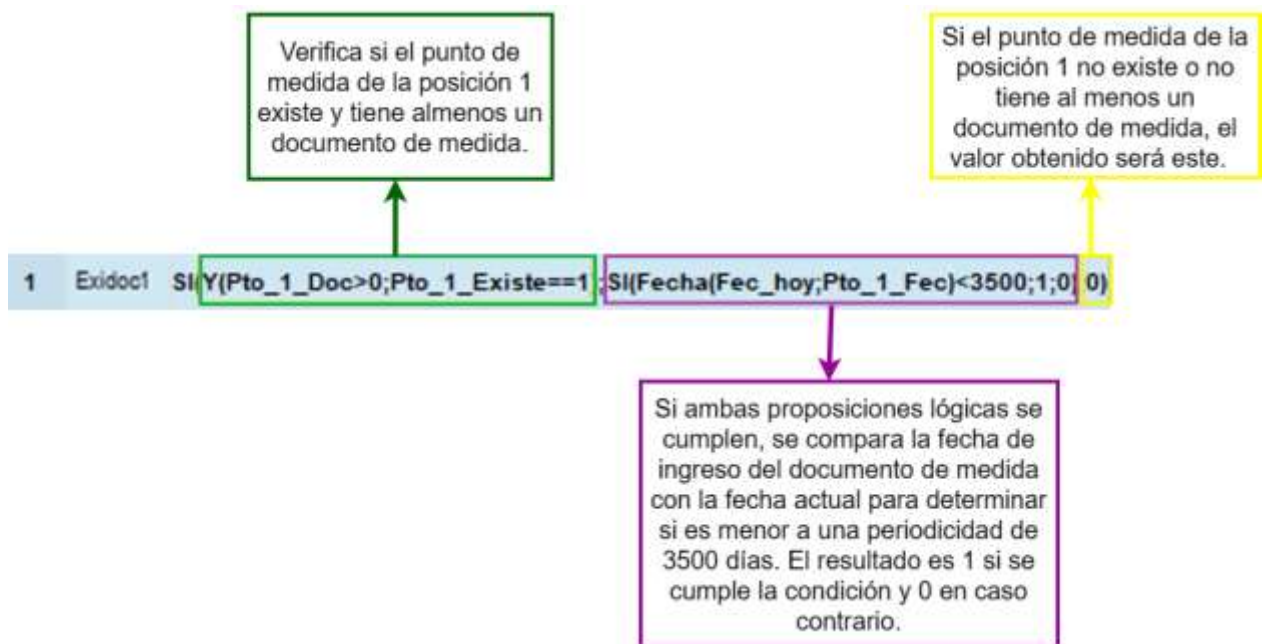


Figura 11. Línea de código algoritmo plausibilidad: Comparación de los tiempos de ingreso de los documentos.

- Existencia y peso de los puntos de medida:** La línea 6, como se observa en la figura 12, representa el numerador de la plausibilidad y muestra cuántos puntos de medida tienen documentos de medida vigentes de los 5 evaluados. Es decir, indica cuántas de las líneas de la 1 a la 5 obtuvieron un valor de 1. Por otro lado, la línea 7 determina qué puntos de medida existen en el equipo o serán considerados.

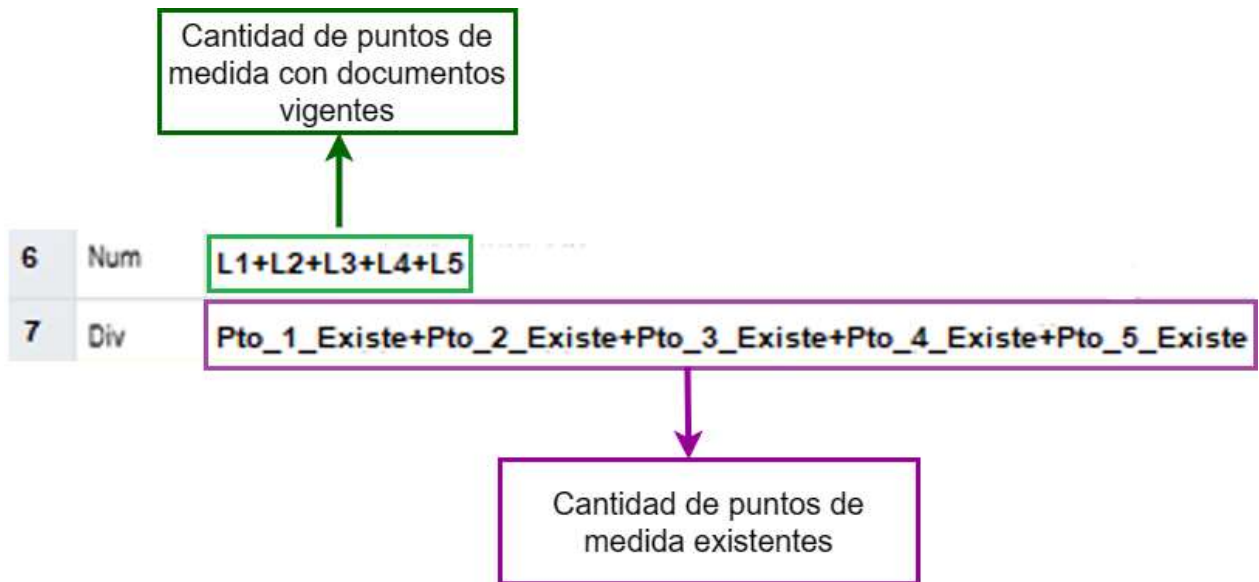


Figura 12. Línea de código algoritmo plausibilidad: Existencia y peso de los puntos de medida.

- Obtención de Documentos de medida desfasados o no existentes:** Se establece en las líneas 8 hasta la 12 la identificación de puntos de medida sin documentos de medida vigentes, seguido del cálculo del desfase. Para ello, como se presenta en la figura 13, se utiliza un condicional que evalúa tres criterios:  $L1==0$  para determinar si el documento de medida no está vigente,  $Pto\_1\_Existe==1$  para verificar la existencia del punto de medida, y  $Pto\_1\_Fec!='Error'$  para comprobar que la fecha no sea un error. Si estos tres criterios se cumplen, se calcula el desfase como  $Fecha (Fec\_hoy;Pto\_1\_Fec)-3500$ . En caso de no cumplirse alguno de ellos, se deja un espacio en blanco.

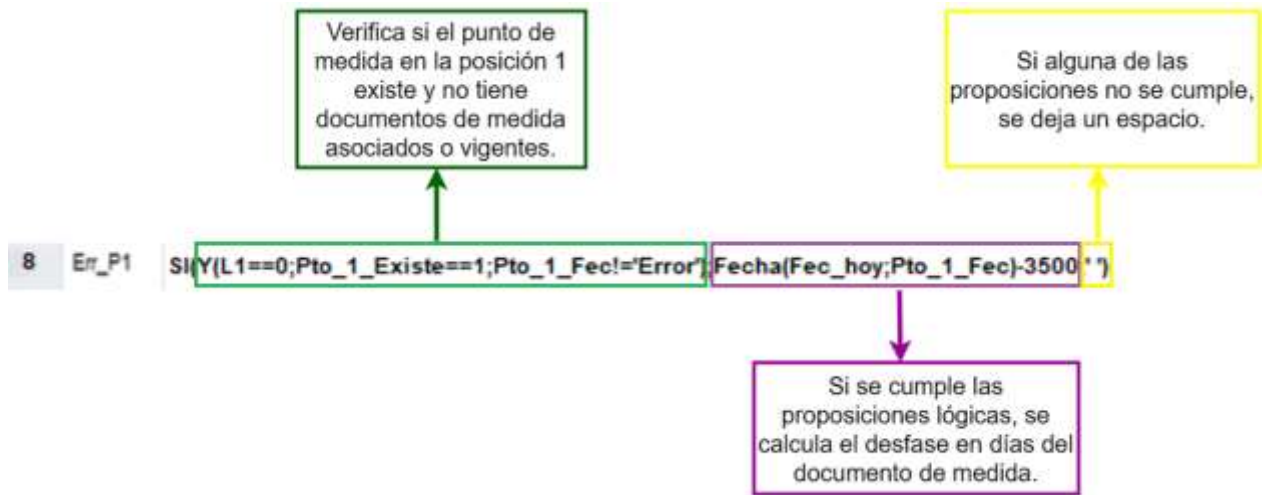


Figura 13. Línea de código algoritmo plausibilidad: Obtención de Documentos de medida desfasados o no existentes.

- Denominación de los puntos de media y el desfase de sus documentos de medida en caso de tener:** Una vez obtenidos los documentos vigentes y desfasados, se procede a identificar los puntos de medida que tienen documentos con desfase, junto con su respectivo valor en días. También se identifican los puntos de medida que no tienen ningún documento de medida asociado como se muestra en la figura 14.

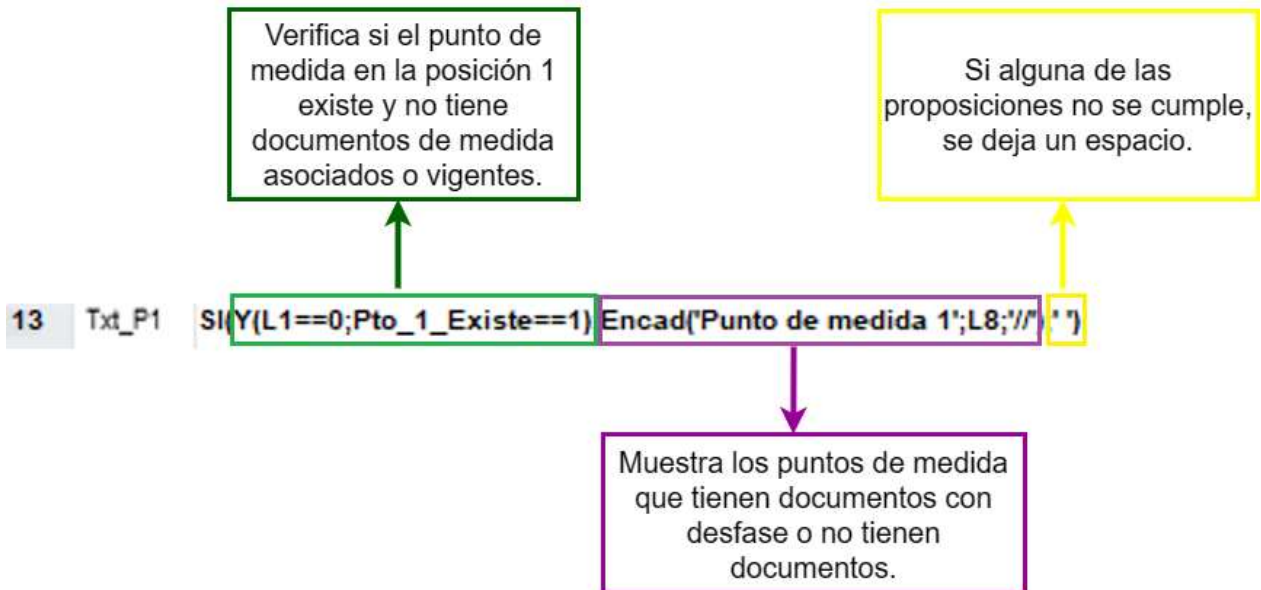


Figura 14. Línea de código algoritmo plausibilidad: Denominación de los puntos de media y el desfase de sus documentos de medida en caso de tener.

- Cálculo de plausibilidad:** En primer lugar, se verifica que en la línea 19 el valor del denominador, calculado en la línea 7, sea diferente de cero. A continuación, en la línea 20, se calcula la plausibilidad utilizando la ecuación (2). Luego, en la línea 21, se determina el color en función del rango en el que se encuentre el valor obtenido, como se muestra en la figura 15.

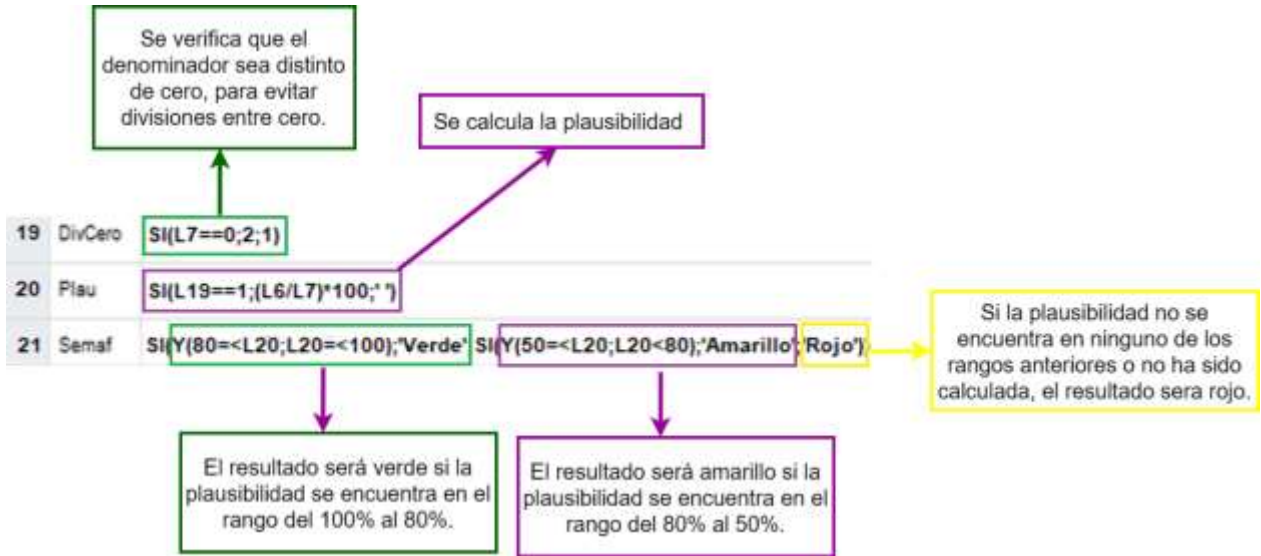


Figura 15. Línea de código algoritmo plausibilidad: Cálculo de plausibilidad.

- Impresión del color de la plausibilidad y los puntos de medida con documentos desfasados o faltantes:** En la figura 16 se observa que la línea 22 concatena el color de la plausibilidad con la información de la **denominación de los puntos de medida y el desfase de sus documentos de medida**, en caso de tenerlos. En la línea 23, si se ejecuta el algoritmo manualmente con un equipo, se verificará si dicho equipo está en el catálogo de transformadores auxiliares secos (Trafo.aux.sec). Si es así, se calculará el valor de la plausibilidad siempre y cuando el denominador sea diferente de cero. En caso contrario, si el equipo pertenece a ese catálogo, pero el denominador es cero, se imprimirá "ROJO %No posee pto de medida". Si el equipo no pertenece al catálogo, se mostrará un error indicando que el algoritmo no está asignado.



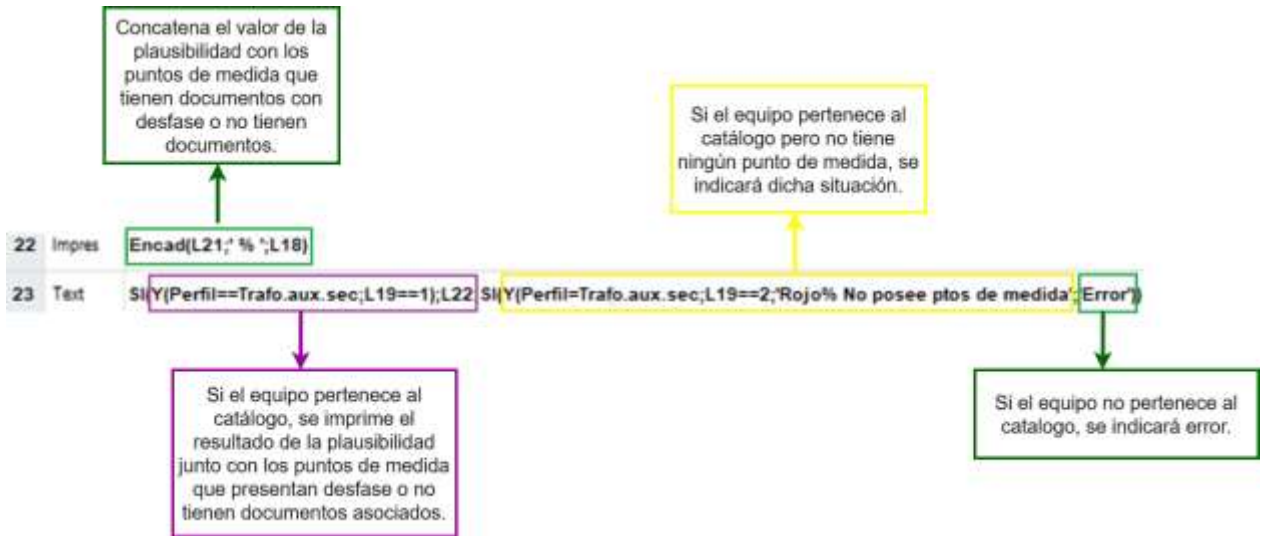


Figura 16. Línea de código algoritmo plausibilidad: Impresión del color de la plausibilidad y los puntos de medida con documentos desfasados o faltantes.

- Impresión del valor de plausibilidad:** En esta sección, como se ilustra en la figura 17, se presenta el resultado de la plausibilidad. Este cálculo se realiza teniendo en cuenta si el equipo evaluado pertenece al catálogo (Trafo.aux.sec). En caso de que el denominador de la plausibilidad sea cero o el equipo no pertenezca al catálogo, se mostrará un cero como resultado.

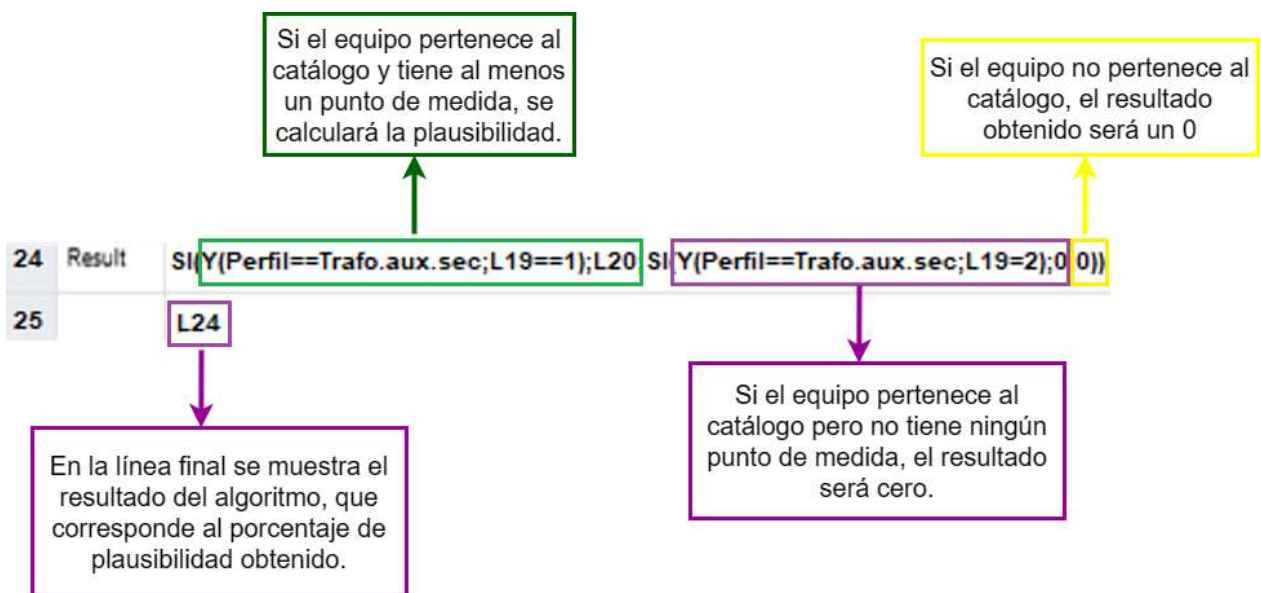


Figura 17. Línea de código algoritmo plausibilidad: Impresión del valor de plausibilidad

## ➤ Resultados en EXCEL

A continuación, se ejecutó el algoritmo de cada equipo y se corroboró sus resultados con los obtenidos en los archivos de Excel. De esta forma se verificaba su correcto funcionamiento y sus resultados.

**TABLA II**  
**DETALLES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS DE MEDIDA ESTABLECIDOS**  
**PARA EL PERFIL CATÁLOGO ‘Traf.aux.sec’.**

N°	Denominación	Posición de medida	Fechas Doc	Fecha consulta	Desfase	Vigencia	Existencia
1	Punto de medida 1	Posición 1	24/09/2017	5/06/2023	2080	Vigente	Existe
2	Punto de medida 2	Posición 1	24/09/2017	5/06/2023	2080	Vigente	Existe
3	Punto de medida 3	Posición 1	24/09/2017	5/06/2023	2080	Vigente	Existe
4	Punto de medida 4	Posición 1	19/04/2012	5/06/2023	4064	564	Existe
5	Punto de medida 5	Posición 1	21/08/2019	5/06/2023	1384	Vigente	Existe

Nota: Datos correspondiente al equipo con código A2-125.

**TABLA III**  
**DATOS TOTAL DE LOS PUNTOS DE MEDIDA**

Puntos de medida	
Puntos	5
# Documentos vigentes	4
# Documentos no vigentes	1
# Documentos no existentes	0
Plausibilidad Teórica	80,00%

TABLA IV  
RESULTADOS OBTENIDOS DEL ALGORITMO EN SAP

Resultado algoritmo	
Documentos no vigentes o no existentes	Punto de medida 4 ->564
Plausibilidad	80,00%

Se diseñaron previamente archivos de Excel con hojas de cálculo que contenían etiquetas con el código de cada equipo perteneciente al catálogo. En estas hojas se encontraban las tablas II, III y IV.

En la Tabla II se registraron los puntos de medida correspondientes al equipo, junto con las fechas de ingreso de los últimos documentos de medida (si los había), la fecha de consulta, la diferencia de fechas, los días de vencimiento y la existencia de documentos. En la Tabla III se incluyó la cantidad de puntos de medida del equipo, así como la cantidad de documentos vigentes, no vigentes y no existentes. También se calculó la plausibilidad teórica. La Tabla IV contenía los resultados obtenidos del algoritmo en SAP.

## VI. ANÁLISIS E RESULTADOS

- Resultados

Equipo	Denominación objeto	Posición de medida	PtoMedida	Denominación	ValMedido	Unidad	Texto	Fecha
A2-125	Transformador Trifásic...	TRANSFORMADOR TOTAL	A2-P12	Calificación del equipo	5.00	UNIDAD		05.06.2023
A2-125	Transformador Trifásic...	EQUIPO	A2-P13	Plausibilidad	80.00	%		05.06.2023

Calificación

Código del equipo

Indicador de Plausibilidad

Figura 18. Resultados del valor de la calificación y la plausibilidad del equipo A2-125.

Equipo	Denominación	Posición de medida	ValMedido	Unidad	Texto
A2-125	Calificación del equipo	TRANSFORMADOR TOT...	5.00	UNIDAD	9=CALIF1/8=CALIF_2/5=CALIF_3/5=CALIF_4
A2-125	Plausibilidad	EQUIPO	80.00	%	VERDE % PUNTO DE MEDIDA 4-564//

Plausibilidad entre el 100%-80%

Puntos de medida desfasados 564

Figura 19. Texto descriptivo del resultado de plausibilidad.

Equipo	Denominación	Posición medida	Denominación	ValMedido	Unidad	Fecha	Texto
A7-134	BUJE 15 kV-A	BUJE TOTAL	Calificación del equipo	8.00	UNIDAD	07.06.2023	9=CALIF_1/8=CALIF_2/8=CALIF_3/8=CALIF_4
A7-134	BUJE 15 Kv-A	EQUIPOS	Plausibilidad	0.00	%	07.06.2023	ERROR

Indicador de Plausibilidad

Al correr manualmente se aplicó un algoritmo no correspondiente a el equipo

Figura 20. Resultado de calificación y plausibilidad, aplicado a un equipo no perteneciente al perfil catálogo Trafo\_aux\_sec.

La Figura 18 muestra los resultados de los algoritmos de calificación y plausibilidad para un transformador trifásico identificado con el código A2-125. Se determina que las condiciones actuales del transformador son buenas, con una calificación confiable del 80%.

En la Figura 19 se presenta información detallada. El texto en verde indica que el valor de plausibilidad se encuentra dentro del rango considerado como alta credibilidad, que va del 100%

al 80%. Además, se menciona que el punto de medida 4->564 tiene documentos de medida desactualizados en 564 días en comparación con el período establecido por las REM.

En caso de aplicar el algoritmo de transformadores auxiliares secos a un equipo que no pertenezca a su perfil del catálogo, el resultado se muestra en la Figura 20. Se indica que la plausibilidad es del 0% y el texto descriptivo explica que esto se debe a la aplicación de un algoritmo no diseñado para el equipo evaluado. Este escenario puede ocurrir al ejecutar los algoritmos manualmente, ya que se elige un equipo y se aplica el código, pero si no corresponde, se mostrará una advertencia.

- Ejecución del algoritmo

La ejecución del algoritmo en el programa SAP se realizará recalculando las plausibilidades una vez por trimestre, sin depender de la actualización automática con el ingreso de documentos de medida. Para lograr esto, se llevará a cabo la eliminación por parte de los analistas de la última calificación y plausibilidad de cada equipo en esas fechas específicas. Esta acción será suficiente para que el algoritmo de calificación y plausibilidad se ejecute nuevamente y se mantenga actualizado.

## VII. CONCLUSIONES

La empresa multilatina ISA, a través de INTERCOLOMBIA, gestiona los equipos del sistema eléctrico en Colombia y utiliza el programa SAP para respaldar las tareas de mantenimiento en las subestaciones eléctricas. SAP proporciona herramientas y módulos específicos para administrar los recursos técnicos, financieros y logísticos, lo que mejora la eficiencia operativa y la toma de decisiones.

El proceso de diagnóstico de equipos se basa en la recopilación de información de inspecciones y actividades de mantenimiento, que se ingresan en el sistema SAP. Posteriormente, se ejecutan algoritmos automatizados de calificación y plausibilidad para evaluar el estado de los equipos y determinar la confiabilidad de la calificación obtenida. Estos algoritmos consideran los documentos de medida ingresados, su periodicidad y la desviación del tiempo establecido en las estrategias de mantenimiento.

La calificación y la plausibilidad son dos algoritmos de diagnóstico que, al trabajar en conjunto, aumentan la confiabilidad. El primero proporciona una evaluación basada en los valores cualitativos y cuantitativos ingresados como documentos de medida, para determinar si el equipo cumple con los criterios para su correcto funcionamiento. El segundo algoritmo verifica la vigencia de estos documentos en relación con la periodicidad establecida por la REM.

El algoritmo de plausibilidad utilizado en SAP permite identificar rápidamente los equipos con información faltante o desactualizada, lo que facilita la toma de intervenciones necesarias y oportunas. Esto se traduce en beneficios económicos, mecánicos y eléctricos para la empresa.

Durante la práctica, se mejoró el algoritmo de plausibilidad el cual se ejecutará 1 vez por trimestre, además, se extendió la implementación del algoritmo a otras familias de equipos que no habían sido incluidas previamente. Los resultados expuestos demuestran cómo el algoritmo de plausibilidad brinda mayor confiabilidad en el diagnóstico de equipos, fortaleciendo el algoritmo de calificación.

## VIII. REFERENCIAS

- [1] F. Rankl, C. Magyar, J. Halasz and T. Orosz, "SAP screen personas applications for post-implementation business requirements," 2018 19th International Carpathian Control Conference (ICCC), Szilvasvarad, Hungary, 2018, pp. 451-455, doi: 10.1109/CarpathianCC.2018.8399672.
- [2] ISA, «Perfil de la compañía,» [En línea]. Available: <https://www.isa.co/es/inversionistas/perfil-de-la-compania/> [Último acceso:7 de junio de 2023].
- [3] ISA, «Nosotros - ISA INTERCOLOMBIA,». [En línea]. Available: <https://www.isaintercolombia.com/nosotros/> [Último acceso: 7 de junio de 2023].
- [4] SAP, «SAP Help Portal,» [En línea]. Available:[https://help.sap.com/docs/ABAP\\_PLATFORM\\_NEW/b1c834a22d05483b8a75710743b5ff26/91cdbc2bfd6d451d956067f93928d981.html](https://help.sap.com/docs/ABAP_PLATFORM_NEW/b1c834a22d05483b8a75710743b5ff26/91cdbc2bfd6d451d956067f93928d981.html) [Último acceso: 14 de febrero de 2023].
- [5] C. I. Academy, «SAP ABAP Ambiente | CVOPEDIA,» [En línea]. Available: [https://www.cvosoftware.com/glosario-sap/abap/ambiente-684.html#:~:text=Ambiente%20s%20en%20SAP:%20Ambiente%20de%20Desarrollo%20\(DEV\):,Es%20el%20ambiente%20de%20trabajo%20de%20la%20empresa.](https://www.cvosoftware.com/glosario-sap/abap/ambiente-684.html#:~:text=Ambiente%20s%20en%20SAP:%20Ambiente%20de%20Desarrollo%20(DEV):,Es%20el%20ambiente%20de%20trabajo%20de%20la%20empresa.) [Último acceso: 7 de junio de 2023].
- [6] Consultoría SAP, «Aprender SAP: Navegación". Consultoría SAP,». [En línea]. Available: <https://www.consultoria-sap.com/2014/06/aprender-sap-navegacion.html> [Último acceso: el 13 de julio de 2023]
- [7] R. H. Neira, Utilización del sistema SAP R/3, R.B. Servicios Editoriales S.L, 2005.
- [8] SAP, «Las transacciones más usadas en SAP,» [En línea]. Available:<https://www.deustoformacion.com/blog/gestion-empresas/transacciones-mas-usadas-sap#:~:text=Las%20transacciones%20son%20programas%20que%20se%20encargan%20de,traducir%20al%20sistema%20una%20tarea%20o%20proceso%20empresarial.>[Último

- acceso: el 19 de febrero de 2023].
- [9] SAP LOGON, INTEFACE DE SAP. Medellín: ISA, 2023. [SOFTWARE].
- [10] C. I. Academy, «SAP ABAP Cómo Acceder AL Editor de SAP,» [En línea]. Available: [https://www.cvosoftware.com/glosario-sap/sap/CONST\\_SERVER/glosario-sap/abap/como-acceder-al-editor-de-sap-3662.html#:~:text=El%20editor%20ABAP%20permite%20crear,%20modificar%20y%20visualizar,a%20un%20código%20o%20password%20de%2020%20dígitos.](https://www.cvosoftware.com/glosario-sap/sap/CONST_SERVER/glosario-sap/abap/como-acceder-al-editor-de-sap-3662.html#:~:text=El%20editor%20ABAP%20permite%20crear,%20modificar%20y%20visualizar,a%20un%20código%20o%20password%20de%2020%20dígitos.) [Último acceso: el 19 de febrero de 2023].
- [11] KRYPTON SOLID, «¿Qué es ABAP (Programación avanzada de aplicaciones comerciales)?,» [En línea]. Available: <https://kryptonsolid.com/que-es-abap-programacion-avanzada-de-aplicaciones-comerciales/> [Último acceso: el 17 de julio de 2023].
- [12] ISA INTERCOLOMBIA S.A.E.S.P., «Algoritmos de calificación automáticos,» Medellín, 2017.
- [13] ISA INTERCOLOMBIA S.A.E.S.P., «Manual Técnico normalizado para la interpretación del algoritmo de plausibilidad,» Medellín, 2020.
- [14] V. A. Moreno, «Indicador de Control de Calidad de la información en algoritmos de calificación en subestaciones,» Medellín, 2020.