

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**Sección de Posgrado de la Facultad de Ingeniería**



**Análisis de calidad de energía eléctrica del sistema eléctrico de  
distribución HR7009-Acopalca-Huari-Ancash**

Tesis para obtener el grado de maestro en Ingeniería Mecánica Eléctrica con  
mención en Redes de Distribución Eléctrica

**Autor:**

Huanca Vela, Juan Abel

(Código Orcid 0000-0003-4523-8744)

**Asesor:**

Dr. Francisco Rodríguez Novoa

(Código Orcid 0000-0003-4523-8744)

**Chimbote - Perú**

**2021**

### Palabras Clave

Tema	Calidad de energía eléctrica, sistema de distribución, perturbaciones.
Especialidad	Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

### Keywords

Topic	Quality of electrical energy, distribution system, disturbances.
Specialty	Electrical and electronic engineering.

Línea de Investigación	Sector Energía.
Área	Ingeniería y Tecnología.
Sub área	Ingeniería Eléctrica, Electrónica e informática.
Disciplina	Ingeniería Eléctrica y Electrónica.



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

### HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado **“Análisis de calidad de energía eléctrica del sistema eléctrico de distribución HR7009-Acopalca-Huari-Ancash”** del (a) estudiante: **Juan Abel Huanca Vela**, identificado(a) con **Código N° 1117101278**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **21%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 2 de Diciembre de 2022

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
**Dr. CARLOS URBINA SANJINES**  
VICERRECTOR



**NOTA:**

Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

Título de la investigación

Análisis de calidad de energía eléctrica en el sistema eléctrico de distribución HR7009 –  
Acopalca-Huari-Ancash

## **Resumen**

Esta tesis comprendió una evaluación de la calidad de la energía eléctrica en centro Poblado de Acopalca en la Provincia de Huari, Departamento de Ancash. El objetivo es mejorar la calidad de la energía eléctrica mediante el control de la calidad en base a la normativa vigente.

Se analizó la subestación eléctrica, ubicadas en el centro poblado Acopalca. Para ello, herramientas digitales como Cava251 y Ecamec PQ500, que son registradores de calidad de energía, logrando identificar una mala calidad de energía.

Se elaboró con una metodología de tipo descriptivo – comparativo, donde se pudo analizar mediante software Ecconet y Power visión 1.8C, de la base de datos obtenida de herramientas digitales (analizadores de redes), para el análisis viable con la normativa vigente.

En este trabajo, se concluye que la empresa concesionaria eléctrica debe tomar medidas las medidas necesarias para reducir las señales de mala calidad de tensión porque sobrepasa el 7.5% de la tensión nominal, en pocas palabras en el sistema de distribución se tiene una sobretensión.

## **Abstract**

This thesis included an evaluation of the quality of electrical energy in the Acopalca Populated Center in the Province of Huari, Department of Ancash. The objective is to improve the quality of electrical energy through quality control based on current regulations

The electrical substation, located in the Acopalca town center, was analyzed. For this, digital tools such as Cava251 and Ecamec PQ500, which are power quality recorders, manage to identify poor power quality.

It was prepared with a descriptive-comparative methodology, where it was possible to analyze using Ecconet and Power vision 1.8C software, from the database obtained from digital tools (network analyzers), for the viable analysis with current regulations

In this work, it is concluded that the electrical concessionaire company must take the necessary measures to reduce the signals of poor voltage quality because it exceeds 7.5% of the nominal voltage, in a nutshell in the distribution system there is an overvoltage.

## *Índice de contenido*

<i>Palabras Clave</i>	<i>i</i>
<i>Título de la investigación</i>	<i>iii</i>
<i>Resumen</i>	<i>iv</i>
<i>Abstract</i>	<i>v</i>
<i>Índice de contenido</i>	<i>vi</i>
1. <i>Introducción</i>	<i>1</i>
2. <i>Metodología</i>	<i>26</i>
3. <i>Resultados</i>	<i>29</i>
4. <i>Análisis y discusión</i>	<i>82</i>
5. <i>Conclusiones y recomendaciones</i>	<i>84</i>
6. <i>Referencias bibliográficas</i>	<i>86</i>

## Índice de Tablas

Tabla 1. Partes del PQ500.....	10
Tabla 2. Nivel de tensión de acuerdo a la posición del selector.....	13
Tabla 3. Condición de conexión.....	13
Tabla 4. Nivel de tensión de acuerdo a la posición del selector.....	14
Tabla 5. Condición de conexión.....	15
Tabla 6. Nivel de tensión de acuerdo a la posición del selector.....	15
Tabla 7. Condición de conexión.....	16
Tabla 8. Posición del selector de un sistema monofásico 2 hilos.....	17
Tabla 9. Tipo de red y condición de conexión sistema monofásico 2 hilos.....	18
Tabla 10. Posición del selector de un sistema monofásico de 3 hilos.....	18
Tabla 11. Tipo de red y condición de conexión sistema monofásico 3 hilos.....	19
Tabla 12. Tipos de Circuitos Cava.....	22
Tabla 13. Parte de Circuito.....	22
Tabla 14. Tabla de variables.....	24
Tabla 15. Parámetros eléctricos de la SED HR7009.....	35
Tabla 16. Circuitos de la SED HR7009.....	47
Tabla 17. Realización de equipos de instalación.....	47
Tabla 18. Análisis de los valores de tensión basados en la NTCSE.....	49
Tabla 19. Análisis de los valores de Frecuencia basados en la NTCSE.....	50
Tabla 20. Análisis de los valores de Flicker basados en la NTCSE.....	51
Tabla 21. Análisis de los valores de THD basados en la NTCSE.....	52
Tabla 22. Análisis de los valores de Tensión basados en la NTCSE – suministro 50513775.....	54
Tabla 23. Análisis de los valores de Frecuencia basados en la NTCSE – suministro 50513775.....	55
Tabla 24. Análisis de los valores de THD basados en la NTCSE – suministro 50513775.....	56
Tabla 25. Análisis de los valores de Flicker basados en la NTCSE – suministro 50513775.....	57
Tabla 26. Análisis de los valores de Tensión basados en la NTCSE – suministro 50492835.....	59
Tabla 27. Análisis de los valores de Frecuencia basados en la NTCSE – suministro 50492835.....	60
Tabla 28. Análisis de los valores de Flicker basados en la NTCSE – suministro 50492835.....	61
Tabla 29. Análisis de los valores de THD basados en la NTCSE – suministro 50492835.....	62
Tabla 30. Análisis de los valores de Tensión basados en la NTCSE – suministro 57982408.....	64
Tabla 31. Análisis de los valores de Frecuencia basados en la NTCSE – suministro 57982408.....	65
Tabla 32. Análisis de los valores de Flicker basados en la NTCSE – suministro 57982408.....	66
Tabla 33. Análisis de los valores de THD basados en la NTCSE – suministro 57982408.....	67
Tabla 34. Análisis de los valores de Tensión basados en la NTCSE – suministro 50492853.....	69

<i>Tabla 35. Analisis de los valores de Frecuencia basados a la NTCSEER – suministro 50492853...</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 36. Analisis de los valores de Flicker basados a la NTCSEER – suministro 50492853. ....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 37. Analisis de los valores de THD basados a la NTCSEER – suministro 50492853.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 38. Analisis de los valores de Tension basados a la NTCSEER – suministro 51892930. ....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 39. Analisis de los valores de Frecuencia basados a la NTCSEER – suministro 51892930... </i>	<i>75</i>
<i>Tabla 40. Analisis de los valores de Flicker basados a la NTCSEER – suministro 51892930. ....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 41. Analisis de los valores de Flicker basados a la NTCSEER – suministro 51892930. ....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 42. Tabla de resumen de mediciones.....</i>	<i>78</i>

## Índice de Figuras

Figura N° 1. Subestación Eléctrica.....	3
Figura N° 2. Subestación de distribución Fuente: Elaboración Propia.....	4
Figura N° 3. Tablero de distribución.....	4
Figura N° 4. Sub Tensión - comportamiento .....	5
Figura N° 5. Sobre Tensión - comportamiento.....	6
Figura N° 6. Frecuencia - comportamiento .....	6
Figura N° 7. Pst - comportamiento.....	7
Figura N° 8. Plt - comportamiento .....	7
Figura N° 9. THD – Tasa de distorsión armónica.....	8
Figura N° 10. Armónico de corriente - Comportamiento.....	8
Figura N° 11. Equipo Ecamec PQ500.....	10
Figura N° 12. Partes de comunicación del equipo registrador. ....	11
Figura N° 13. Entradas de tensión y corriente. ....	11
Figura N° 14. Detalle del selector de alimentación.....	12
Figura N° 15. Correspondencia de colores Tensión/Corriente .....	12
Figura N° 16. Conexión en Sistema Estrella Fuente: (ECAMEC, 2011) .....	13
Figura N° 17. Conexión en Sistema Delta.....	15
Figura N° 18. Conexión en sistema Delta con Hilo de Neutro para medición de energía. ....	16
Figura N° 19. Conexión en Sistema Delta con Hilo de Neutro para medición de tensiones de línea. ....	17
Figura N° 20. Conexión Monofásica 2 Hilos.....	18
Figura N° 21. Conexión Monofásica 3 Hilos. ....	19
Figura N° 22. Esquema eléctrico Trifásico de verificación Tensión/Corriente.....	20
Figura N° 23. Esquema eléctrico homopolar de verificación tensión/corriente.....	21
Figura N° 24. Parte de Circutor Cava.....	22
Figura N° 25. Diagrama unifilar – AMT HRI 101 – SED HR7009. ....	29
Figura N° 26. Ubicación SED HR7009- Acopalca. ....	30
Figura N° 27. SED HR7009- Características.....	30
Figura N° 28. Interface del software EConnect – Listo para la programación.....	31
Figura N° 29. Listo para la programación – HR7009. ....	31
Figura N° 30. Programando el tipo de conexión. ....	32
Figura N° 31. ConFigura N°ndo los intervalos de medición.....	32
Figura N° 32. Abriendo el Software Power Vision1.8c.....	33
Figura N° 33. Interface del Software Power Vision1.8c .....	33
Figura N° 34. Comunicación y programación del equipo Cava251 .....	34

<i>Figura N° 35. Medición en el tablero SED HR7009.</i>	35
<i>Figura N° 36. Obtención de datos del equipo Ecamec PQ 500 de la SED HR7009.</i>	36
<i>Figura N° 37. Tensión instantánea de la SED HR7009.</i>	37
<i>Figura N° 38. Tensión Máxima de la SED HR7009.</i>	38
<i>Figura N° 39. Tensión de Línea de la SED HR7009.</i>	39
<i>Figura N° 40. Frecuencia instantánea de la SED HR7009.</i>	40
<i>Figura N° 41. Flicker (Pst) de la SED HR7009.</i>	41
<i>Figura N° 42. THD de la SED HR7009.</i>	42
<i>Figura N° 43. Nivel de cargas de cada fase de la SED HR7009.</i>	43
<i>Figura N° 44. Factor de potencia de la SED HR7009.</i>	44
<i>Figura N° 45. Consumo de energía total (Kwh) de la SED HR7009.</i>	45
<i>Figura N° 46. Esquema de Fasorial de tensión y corriente de la SED HR7009.</i>	46
<i>Figura N° 47. Ubicación del sistema de distribución de la subestación eléctrica HR7009.</i>	47
<i>Figura N° 48. Ubicación del suministro 50492844.</i>	48
<i>Figura N° 49. Tensión instantánea del suministro 50492844.</i>	49
<i>Figura N° 50. Frecuencia instantánea del suministro 50492844.</i>	50
<i>Figura N° 51. Flicker (Pst) del suministro 50492844.</i>	51
<i>Figura N° 52. THD del suministro 50492844.</i>	52
<i>Figura N° 53. Ubicación del suministro 50513775.</i>	53
<i>Figura N° 54. Tensión instantánea del suministro 50513775.</i>	54
<i>Figura N° 55. Frecuencia instantánea del suministro 50513775.</i>	55
<i>Figura N° 56. THD del suministro 50513775.</i>	56
<i>Figura N° 57. Flicker del suministro 50513775.</i>	57
<i>Figura N° 58. Ubicación del suministro 50492835.</i>	58
<i>Figura N° 59. Tensión del suministro 50492835.</i>	59
<i>Figura N° 60. Frecuencia del suministro 50492835.</i>	60
<i>Figura N° 61. Flicker del suministro 50492835.</i>	61
<i>Figura N° 62. THD del suministro 50492835.</i>	62
<i>Figura N° 63. Ubicación del suministro 57982408.</i>	63
<i>Figura N° 64. Tensión instantánea del suministro 57982408.</i>	64
<i>Figura N° 65. Frecuencia instantánea del suministro 57982408.</i>	65
<i>Figura N° 66. Flicker del suministro 57982408.</i>	66
<i>Figura N° 67. THD del suministro 57982408.</i>	67
<i>Figura N° 68. Ubicación del suministro 50492853.</i>	68
<i>Figura N° 69. Tensión instantánea del suministro 50492853.</i>	69

<i>Figura N° 70. Frecuencia instantánea del suministro 50492853.</i>	<i>70</i>
<i>Figura N° 71. Flicker del suministro 50492853.</i>	<i>71</i>
<i>Figura N° 72. THD del suministro 50492853.</i>	<i>72</i>
<i>Figura N° 73. Ubicación del suministro 51892930.</i>	<i>73</i>
<i>Figura N° 74. Tensión Instantánea del suministro 51892930.</i>	<i>74</i>
<i>Figura N° 75. Frecuencia Instantánea del suministro 51892930.</i>	<i>75</i>
<i>Figura N° 76. Flicker del suministro 51892930.</i>	<i>76</i>
<i>Figura N° 77. THD del suministro 51892930.</i>	<i>77</i>

## 1. Introducción

A nivel nacional, se realizó la búsqueda sobre la calidad de la energía eléctrica en el sistema eléctrico (INOCENTE, 2019). sobre la calidad de los resultados de tensión con la ayuda del dispositivo de herramientas digitales CAVA251 en comparación con la normativa vigente de calidad. Obtuvo datos de las diversas subestaciones teniendo en cuenta las tensiones utilizando los indicadores NTCSE, con la ayuda de analizadores de red que obtuvieron resultados que llevaron a cabo un estudio experimental para su dicha investigación, sugiriendo dar solución en compensación a los usuarios. Por lo tanto, la ciudad de Panti está introduciendo un cambio de voltaje que no corresponde a los rangos parámetros especificados, que comprende del 7.5% del voltaje nominal basado en la normativa vigente de calidad. Estas mediciones se realizan a baja tensión y en zonas rurales y, al mismo tiempo, deberían ayudar a garantizar que los usuarios estén proporcionando tensión de baja calidad.

Este trabajo de investigación (RAMOS & RIVEROS, 2018) desarrollado en la empresa "Agroindustrias CIRNMA S.R.L." mide y evalúa la calidad de su suministro de energía, modela el sistema de energía en software especializado, recomienda una solución técnica y económica para mejorar el uso y la calidad de energía y demuestre unas reducciones económicas. Las mediciones se realizaron de acuerdo a los métodos recomendados por la Autoridad Reguladora de Inversiones en Energía y Minería, el instrumento fue un medidor de potencia y PowerLogic ION 7650 y registró valores de voltajes, corrientes y potencias. Los valores de voltaje, frecuencia y THD se han encontrado dentro de los parámetros aceptados por la NTCSE, D.S 02097 del MINEM para el uso eficiente de Energía eléctrica, esto probado, solo  $5,6 \cos \phi$  están en el rango definido como satisfactorio y  $5,6$  están en el rango de control. Tras diseñar y simular en software especial, se aprecia una notable mejora del  $\cos \phi$  cuando utilizamos un banco de condensadores para reducir el consumo de potencia reactiva, ya que el  $\cos \phi$  en el rango aceptable aumenta de 5.6% a 70.8 % y del 5.6 % controlado por 15.5 %, que impide a la industria CIRNMA realizar pagos por el concepto de activo de energía; que alcanzo S/ 4 063.53 en año 2015 y S/ 5 694.97 el año 2016. Muestra el potencial técnico y económico del banco

de condensadores con un Valor presente superior a 1 y una Tasa Interna de 26 % , así como un retorno de la inversión dentro de 2 años y 4 meses.

En esta tesis de (RIVERO y ROMERO, 2020) realizó una prueba de desempeño eléctrico en la PLANET MOTOR'S S.A.C. analice el consumo de energía, la eficiencia de las máquinas, la tecnología predictiva, la pérdida de energía y sugiera formas de reducir el consumo de energía. El estudio explica, pero se puede utilizar si la empresa lo desea, ya que el estudio realizado demuestra que el ahorro energético reduce las pérdidas. Se estima ahorrar S /. 8,7 1.28 Nuevos Soles por año, recibida con a la empresa.

Otro trabajo que se realizó (DAMAS, 2017) en esta investigación experimental en nuestro país sobre la calidad del producto eléctrico, que consiste en aplicar inteligencia artificial "lógica difusa" con el software matricial de laboratorio MATLAB para modelar las variables entre: voltaje, frecuencia y armónicos, considerando su calidad Evaluación por el El usuario recibe el producto eléctrico e instala el analizador de red inteligente "SMART VFA2016", que en tiempo real administra la tensión y la energía frente a la autoridad supervisora. En definitiva, el epílogo de esta tesis doctoral se fundamenta en el principio epistemológico de la energía eléctrica, que concreta la doctrina "cómo debe ser la calidad del producto eléctrico, a fin de lograr la satisfacción y un equilibrio de correspondencia para la provisión y consideración del servicio entre las empresas distribuidoras de electricidad y los usuarios del producto eléctrico.

La falta de ciertas áreas específicas de calidad de la energía es un gran problema para las empresas distribución que causan problemas a los usuarios finales. La energía es esencial para complementar los revolucionarios avances tecnológicos que están transformando nuestro nuevo mundo. Además, la proporción del uso de la energía eléctrica aumenta años tras año (ICOR, 2017).

La teoría de la calidad de energía eléctrica se basará a la normativa vigente de los servicios eléctricos (Minas, 2008), que pretende asegurar un nivel de satisfactorio de la prestación de los servicios eléctricos a que se refiere dicha ley, para ampliar la cobertura eléctrica, por el cual las concesionarias eléctricas deben garantizar a los usuarios un suministro eléctrico continuo, adecuado, confiable y oportuno.

**Calidad de energía eléctrica:** Cuando la energía eléctrica se entrega a los equipos y dispositivos con las características y condiciones adecuadas, pueden mantener la continuidad sin afectar su desempeño ni causar fallas en sus componentes (Andi, 2012).

**Energía Eléctrica:** Magnitud de un suministro de energía eléctrica, expresada en kilowatt hora. (MINAS, 2002).

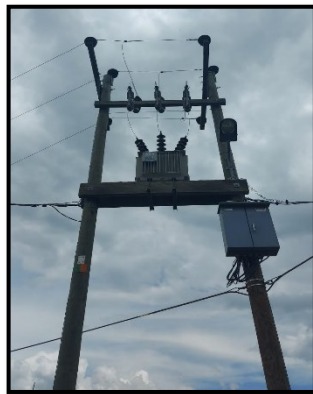
**Red energía Eléctrica:** Instalaciones, subestaciones, líneas de transmisión o cables para el transporte y distribución de energía eléctrica. Los límites de las diferentes partes de la red se definen mediante criterios apropiados, como la ubicación geográfica, propiedad y el voltaje (MINAS, 2002).

**Subestación Eléctrica:** Parte de una red eléctrica que esta centralizada en un lugar particular e incluye principalmente los terminales de los dispositivos de control y maniobra y las celdas de las líneas de transmisión o distribución y también puede incluir transformadores. Suele contener los equipos necesarios para los sistemas de seguridad y control (MINAS, 2002).



*Figura N° 01:* Subestación Eléctrica.

**Subestación de distribución:** Conjunto de sistemas de conversión y / o fraccionamiento de energía eléctrica recibida de una red de distribución primaria y suministrada a una red de distribución secundaria, a sistemas de alumbrado público, a otra red de distribución primaria o a usuarios. Generalmente incluye el transformador de potencia y los equipos de maniobra, protección y control tanto en el lado primario como en el secundario, y posiblemente los edificios en los que están alojado.



*Figura N° 02:* Subestación de distribución.

**Tablero de distribución:** Panel o conjunto de paneles destinados a formar un solo panel; incluye barras colectoras, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y con o sin interruptores para controlar la iluminación y los circuitos eléctricos; para colocar en un cubículo adosado a la pared o empotrado y solo accesible desde un lado frontal.



*Figura N° 03:* Tablero de distribución.

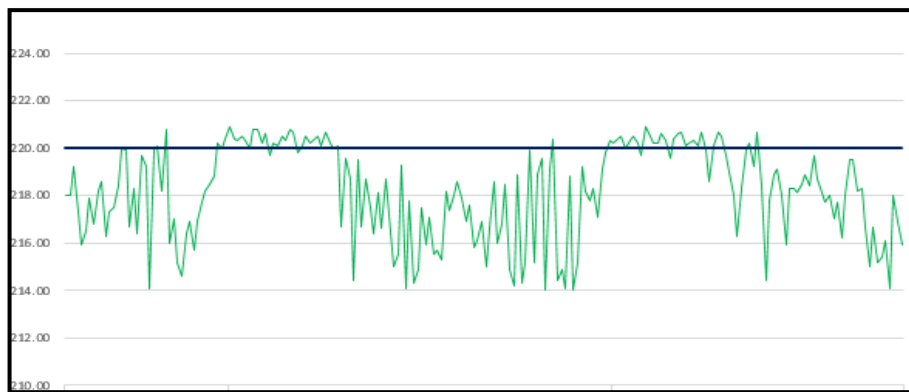
**Calidad de suministro eléctrico:** Esta es la normalización de la fuente de alimentación con reglas que establecen niveles, parámetros básicos, forma de onda, armónicos, niveles de distorsión armónica, discontinuidades (Andi, 2012).

**Tensión:** La diferencia potencial real entre dos conductores cualesquiera o entre un conductor y tierra. Los voltajes están en valores nominales a menos que se indique lo contrario. La tensión nominal de un sistema o circuito es el valor asignado al sistema o circuito para una determinada clase de tensión con el fin de tener una designación adecuada. El voltaje de funcionamiento del sistema puede variar por encima o por debajo de este valor (MINAS, 2002).

**Variación de tensión:** La variación entre dos niveles sucesivos del valor rms o pico de un voltaje que permanece estable por un periodo de tiempo definido, pero no especificados.

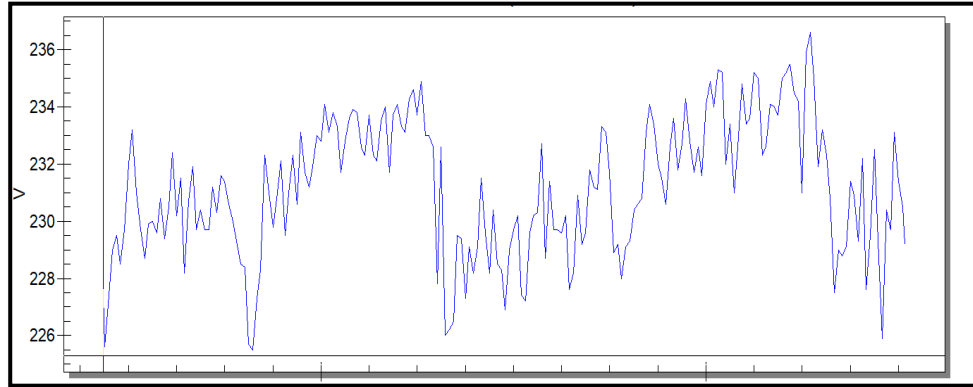
**Hueco de tensión:** A una caída repentina de tensión en un punto de la red le sigue una recuperación de tensión después de un breve período de tiempo, desde unos pocos ciclos hasta unos pocos segundos algunos.

**Sub tensión:** Tensión con un valor inferior al valor nominal más bajo.



*Figura N° 04:* Sub Tensión – comportamiento.

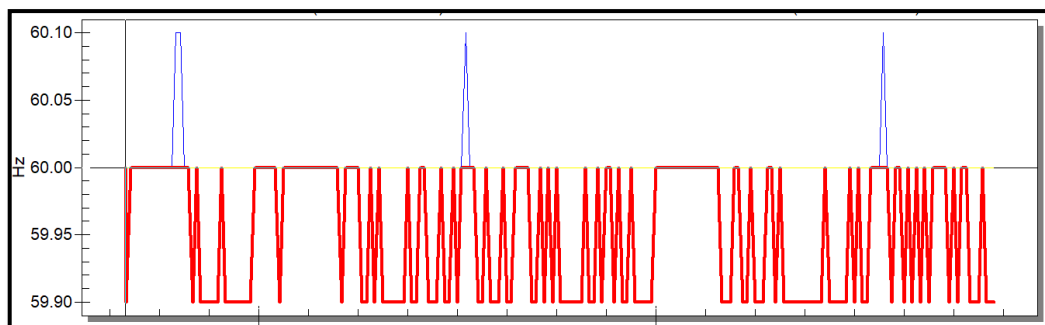
**Sobre Tensión:** Un Voltaje cuyo valor excede el valor más alto de voltaje.



*Figura N° 05:* Sobre Tensión – comportamiento.

**Tensión de fluctuación:** Una Fluctuación de voltaje con una frecuencia y forma específicas que causa la misma perturbación visual que con la fluctuación de voltaje bajo consideración.

**Frecuencia industrial:** es más que la oscilación natural de la onda alterna de tensión, debida principalmente a la forma de generación mediante máquinas rotativas. La frecuencia es uno de los parámetros fundamentales ya que se comparte por la totalidad de nodos de la red eléctrica.

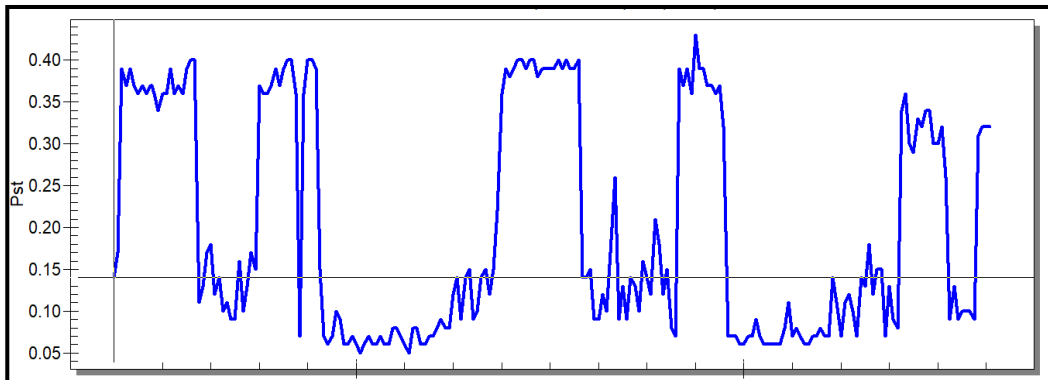


*Figura N°06:* Frecuencia – comportamiento.

**Perturbaciones:** Se refiere a un evento que altere el equilibrio de la potencia activa o reactiva del sistema, causado por la salida forzada de uno o más componentes.

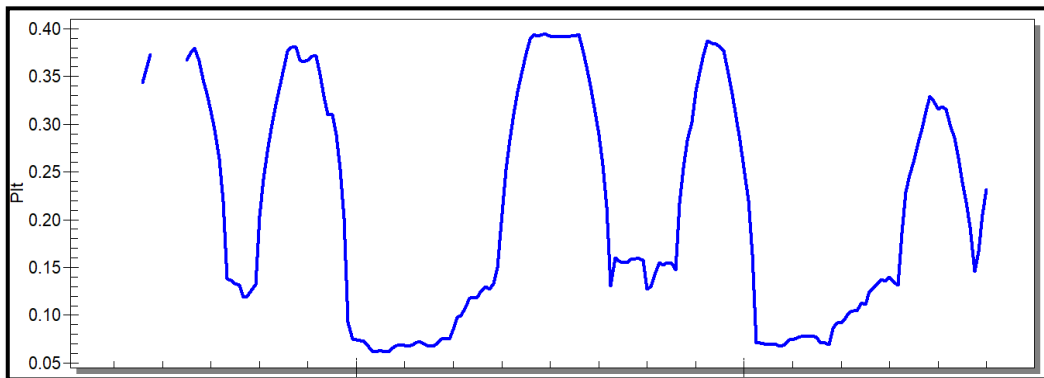
**Flicker:** Una impresión visual inestable causada por un estímulo luz cuya luminancia o densidad espectral varía con el tiempo. E incluidos en los dos indicadores:

**Indicador de parpadeo de corta duración (Pst):** Evaluación cuantitativa del parpadeo en intervalos de tiempo relativamente corto y específicos.



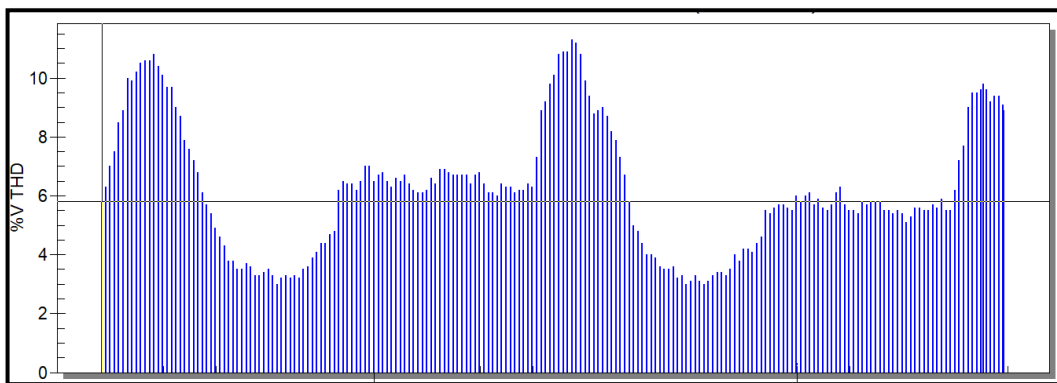
*Figura N° 07:* Pst – comportamiento.

**Indicador de parpadeo de larga duración (Plt):** Evaluación cuantitativa del parpadeo durante un intervalo de tiempo relativamente largo especificado utilizando valor continuo del indicador de parpadeo de corta plazo (Pst).



*Figura N° 08:* Plt – comportamiento.

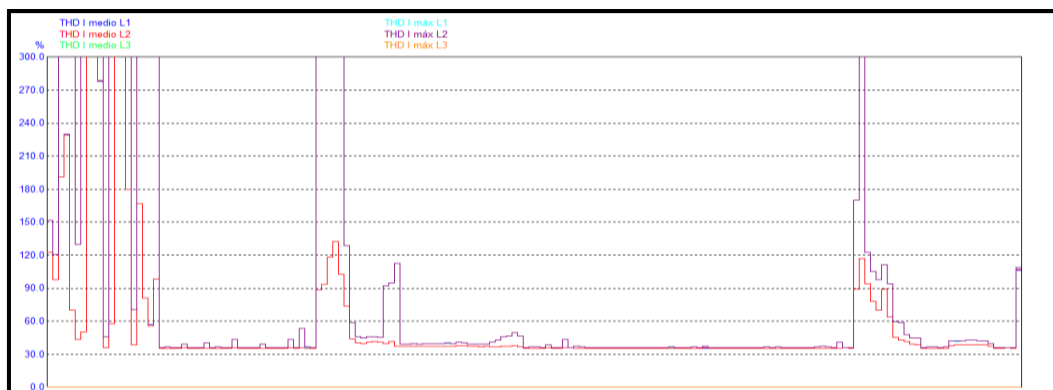
**Distorsión armónica:** En un sistema eléctrico de CA, los armónicos son múltiplos de la frecuencia operativa fundamental del sistema y frecuencia cuya amplitud disminuye a medida que aumenta el múltiplo (DAMAS, 2017). Un sistema que utilice una red de 60 Hz puede tener armónicos a 120, 180 y 240 Hz. Cuando se trata los armónicos en equipos de potencia, los armónicos de corriente son los más preocupantes, ya que son las corrientes que son perjudiciales.



*Figura N° 09:* THD – Tasa de distorsión armónica.

**Armónicas de corriente:** Una onda pura no sinusoidal consiste en una onda fundamental en la que se superponen ondas con frecuencias múltiplos de la frecuencia fundamental. Estas ondas superpuestas se denominan armónicos superiores. La distorsión de corriente armónica interactúa con la impedancia del sistema para distorsionar las ondas de voltaje y reducir la vida útil del motor y al funcionamiento inadecuado de los dispositivos electrónicos.

*Figura N° 10:* Armónico de corriente – Comportamiento



Fuente: Interface PQlog.

**Calidad de servicio:** Evaluación de las desviaciones de los estándares técnicos fuera de un área definida (explícita o implícita) del suministro de energía o del suministro de energía general en el sistema eléctrico. (MINAS, 2002).

**Equipo:** Un término general que se refiere a un accesorio, dispositivos, aparatos, disposiciones, aparatos, etc., utilizado como parte de o en conexión con un suministro energía o un sistema de comunicación.

**Sistema de medición:** Un conjunto de elementos preplanificados para la medición y/o transacciones de energía en los puntos de medición (ELÉCTRICAS, 1992).

**Equipo de Medida:** Dispositivos para medir o registrar consumo o de las transacciones de energía.

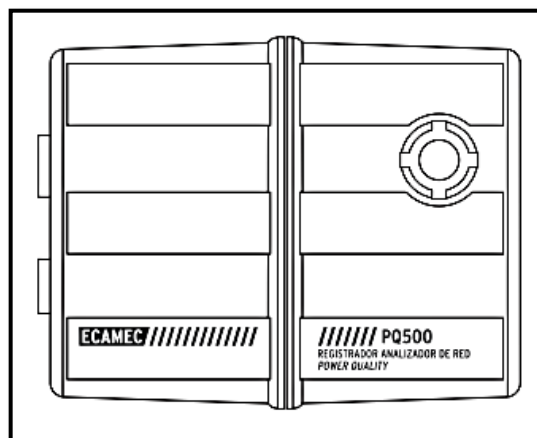
**Equipo registrador de red (Ecamec PQ500):** Instrumento de medición y registro para uso general en la distribución de electricidad (ECAMEEC, 2011). Facilidad de uso y fiabilidad operativa, robustez y pequeño tamaño, son características que favorecen su uso en operaciones intensivas de medida en campo. Los usos típicos son:

- Control de Calidad de Suministro eléctrico.
- Medición de Perturbaciones de Flicker y Armónicos.
- Investigación de Curva de Carga.
- Estudio de Pérdidas Técnicas.
- Control de suministros.
- Análisis de Red.
- Registro de Interrupciones, Huecos de tensión, Sag y Swell.

**Tabla 1**  
Partes del PQ500

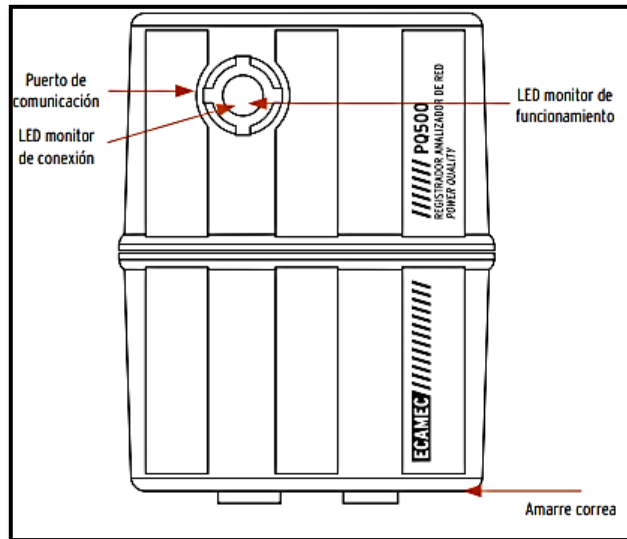
Cantidad	Componentes básicos	Modelo/Código
01	Registrador	PQ500
03	Transductor de corriente flexible	TI-Flex 430mm
04	Conector de tensión tipo "cocodrilo"	AA101
01	Cable de alimentación trifásica	AA201
01	Interface de comunicación óptica/RS232	IR-232
01	Adaptador de red (para alimentación en oficina)	AA206

Fuente: (ECAMEC, 2011).

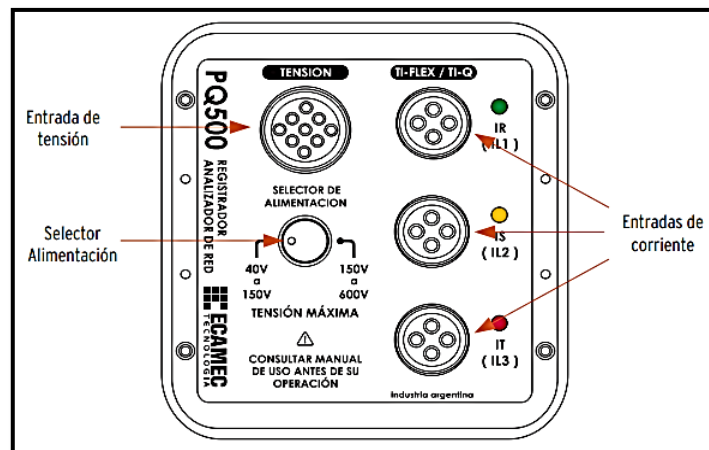


**Figura N° 11:**Equipo Ecamec PQ500.

Fuente: (ECAMEC, 2011).



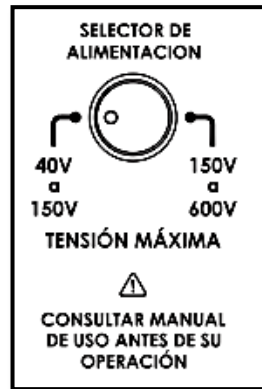
**Figura N° 12:** Partes de comunicación del equipo registrador.  
Fuente: (ECAMEC, 2011)



**Figura N° 13:** Entradas de tensión y corriente.  
Fuente: (ECAMEC, 2011).

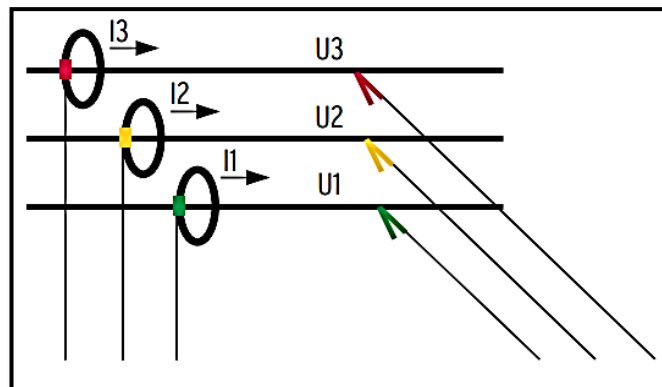
**Instalación del PQ500:** Se requiere diferentes criterios del sistema a analizar. Como por ejemplo que tipo de subestación de distribución (monofásica, trifásica o bifásica).

Seleccionar el selector de alimentación para el uso correcto en la verificación de la tensión a instalar.



*Figura N° 14: Detalle del selector de alimentación*  
Fuente: (ECAMEC, 2011)

Después de seleccionar la alimentación tenemos que tener en cuenta los transductores de corriente que es importante para obtener toda la información requerida.



*Figura N° 15: Correspondencia de colores Tensión/Corriente*  
Fuente: (ECAMEC, 2011)

### Esquemas de conexión

La conexión del dispositivo dependerá del tipo de red y del nivel de tensión a medir. Según el Teorema de Blondel el PQ500 mide potencia y energía en redes de hasta 4 hilos.

El PQ500 también se puede utilizar para medir y registrar de sistemas monofásicos de 2 y 3 hilos.

**Medición Trifásica:** se descompone en 3 sistemas estrella, delta y delta con neutro.

**Sistema Estrella:**

**Tabla 2**

*Nivel de tensión de acuerdo a la posición del selector.*

Tipo de Red	Posición Selector	V nominal
3x110/63,5V	40Vrms - 150Vrms	63,5V
3x208/120V	40Vrms - 150Vrms	120V
3x220/127V	40Vrms - 150Vrms	127V
3x380/220V	150Vrms - 600Vrms	220V
3x415/240V	150Vrms - 600Vrms	240V
3x480/277V	150Vrms - 600Vrms	277V

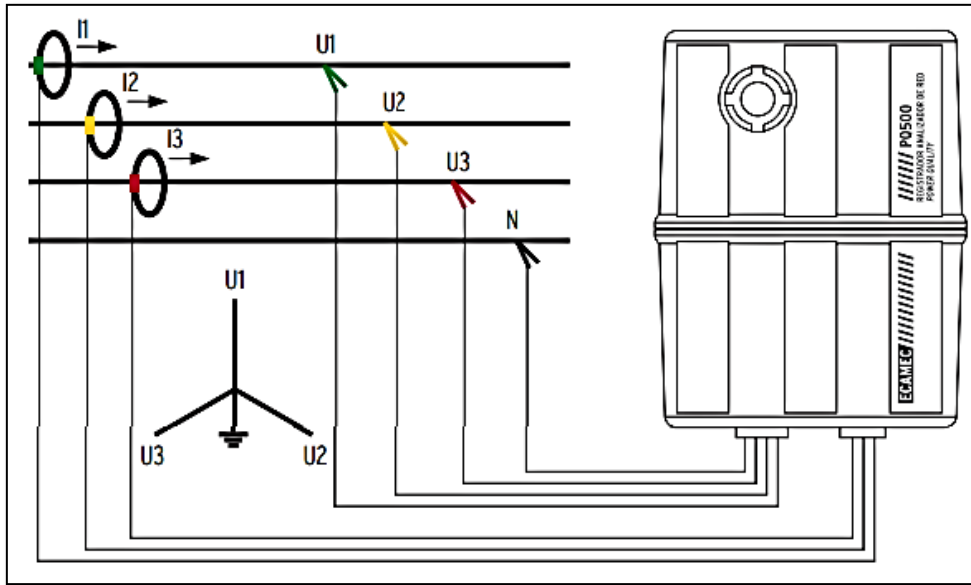
Fuente: (ECAMEC, 2011)

**Tabla 3**

*Condición de conexión.*

Configuración / Medición	
Tipo de Red	Estrella
Medición en Canal 1	U1 - N
Medición en Canal 2	U2 - N
Medición en Canal 3	U3 - N
Medición de Potencia Activa	W1 + W2 + W3

Fuente: (ECAMEC, 2011).



**Figura N° 16:** Conexión en Sistema Estrella  
 Fuente: (ECAMEC, 2011)

**Sistema delta:**

**Tabla 4**  
 Nivel de tensión de acuerdo a la posición del selector.

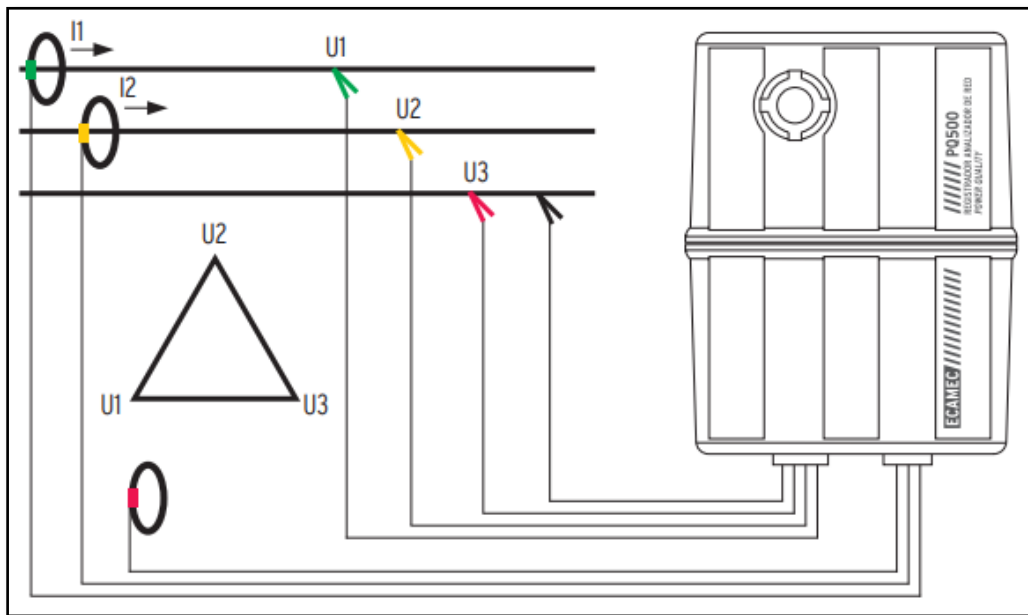
Tipo de Red	Posición Selector	V nominal
3x110V	40Vrms - 150Vrms	110V
3x208V	150Vrms - 600Vrms	208V
3x220V	150Vrms - 600Vrms	220V
3x380V	150Vrms - 600Vrms	380V*
3x415V	150Vrms - 600Vrms	415V*
3x440V	150Vrms - 600Vrms	440V*
3x480V	150Vrms - 600Vrms	480V*

Fuente: (ECAMEC, 2011)

**Tabla 5**  
Condición de conexión.

Configuración / Medición	
Tipo de Red	Delta
Medición en Canal 1	U1 - U3
Medición en Canal 2	U2 - U3
Medición en Canal 3	U1 - U2
Medición de Potencia Activa	W1 + W2

Fuente: (ECAMEC, 2011)



**Figura N° 17:** Conexión en Sistema Delta  
Fuente: (ECAMEC, 2011)

### Sistema delta con neutro:

**Tabla 6**  
Nivel de tensión de acuerdo a la posición del selector

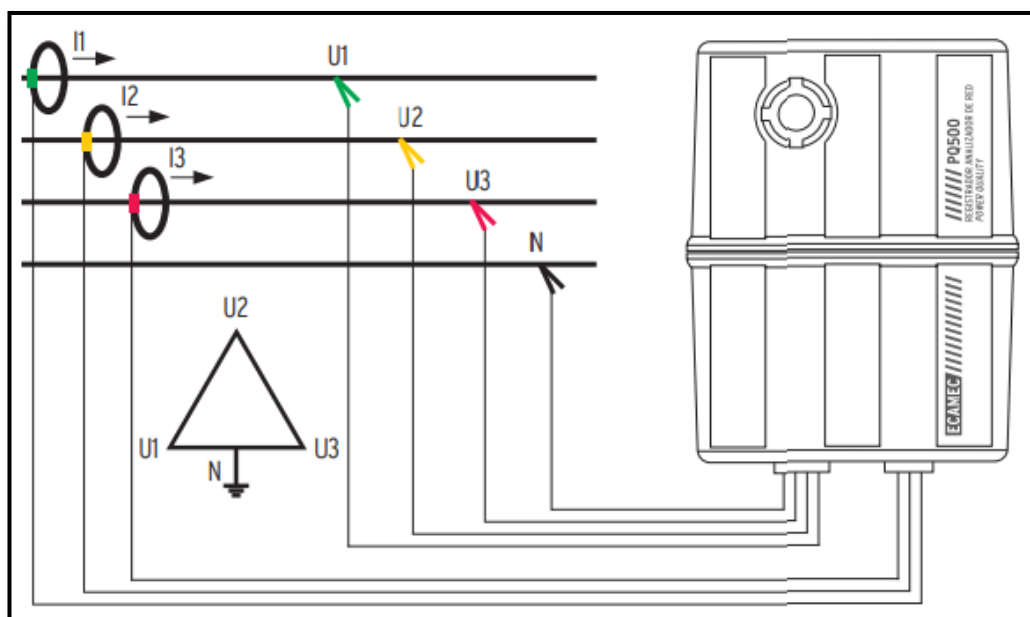
Tipo de Red	Posición Selector	V nominal
3x240/120	40Vrms - 150Vrms	120V **
3x440/220	150Vrms - 600Vrms	220V **
3x480/240	150Vrms - 600Vrms	240V* **

Fuente: (ECAMEC, 2011)

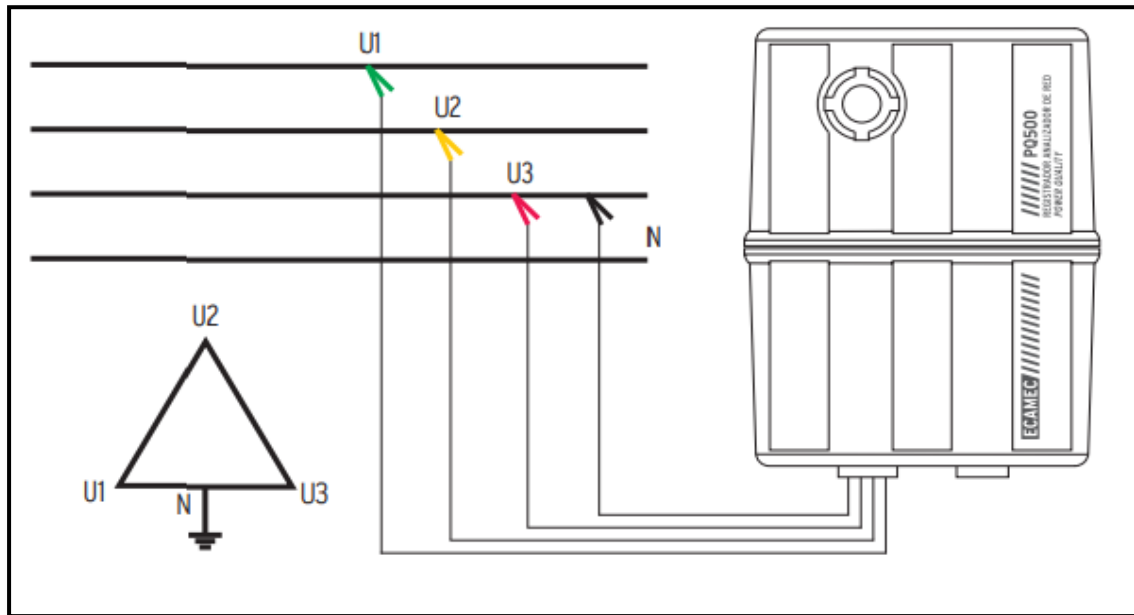
**Tabla 7**  
Condición de conexión

Configuración / Medición	
Tipo de Red	Estrella
Medición en Canal 1	U1 - N
Medición en Canal 2	U2 - N
Medición en Canal 3	U3 - N
Medición de Potencia Activa	W1 + W2 + W3

Fuente: (ECAMEC, 2011)



**Figura N° 18:** Sistema Delta con Hilo de Neutro para medición de energía.  
Fuente: (ECAMEC, 2011)



**Figura N° 19:** Sistema Delta con Hilo de Neutro para medición de tensiones de línea.  
Fuente: (ECAMEC, 2011).

**Medición Monofásica:** Para las medidas monofásicas se recomienda conectar los cables que no utilizando a los terminales o hilos de referencia para evitar señales espurias en estas entradas.

### Sistema monofásico 2 hilos

**Tabla 8**  
*Posición del selector de un sistema monofásico 2 hilos*

Tipo de Red	Posición Selector	V nominal
110V	40Vrms - 150Vrms	110V
120V	40Vrms - 150Vrms	120V
127V	40Vrms - 150Vrms	127V
220V	150Vrms - 600Vrms	220V
240V	150Vrms - 600Vrms	240V
277V	150Vrms - 600Vrms	277V

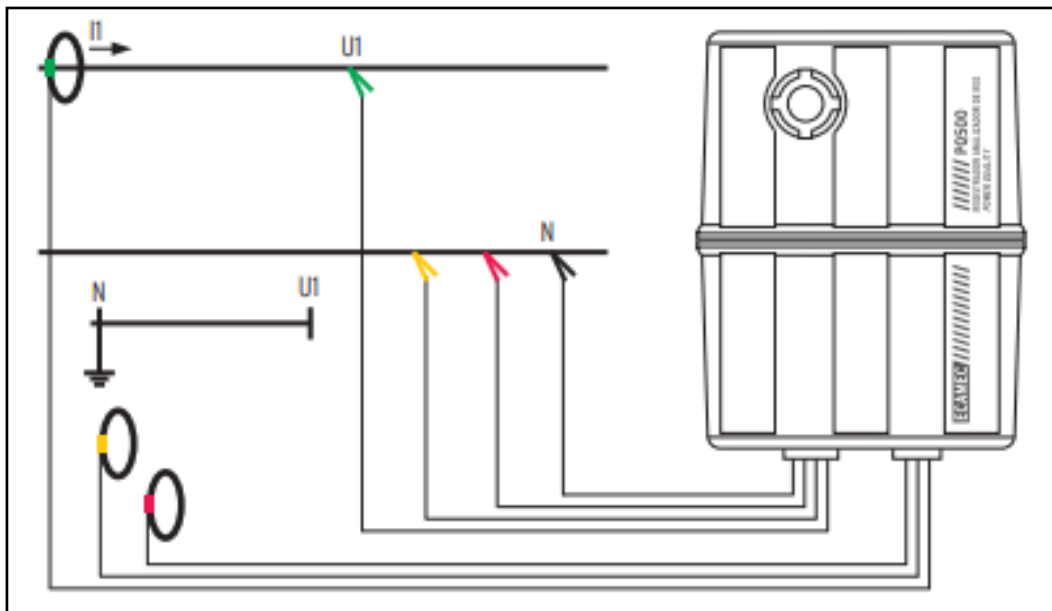
Fuente: (ECAMEC, 2011).

**Tabla 9**

*Tipo de red y condición de conexión sistema monofásico 2 hilos*

Configuración / Medición	
Tipo de Red	Estrella
Medición en Canal 1	U1 - N
Medición en Canal 2	-
Medición en Canal 3	-
Medición de Potencia Activa	W1

Fuente: (ECAMEC, 2011).



**Figura N° 20:** Conexión Monofásica 2 Hilos.

Fuente: (ECAMEC, 2011).

### Sistema monofásico 3 hilos

**Tabla 10**

*Posición del selector de un sistema monofásico de 3 hilos.*

Tipo de Red	Posición Selector	V nominal
2X120/240V	40Vrms - 150Vrms	120V**
2X240/480V	40Vrms - 150Vrms	240V**
2X127/220V	40Vrms - 150Vrms	127V**

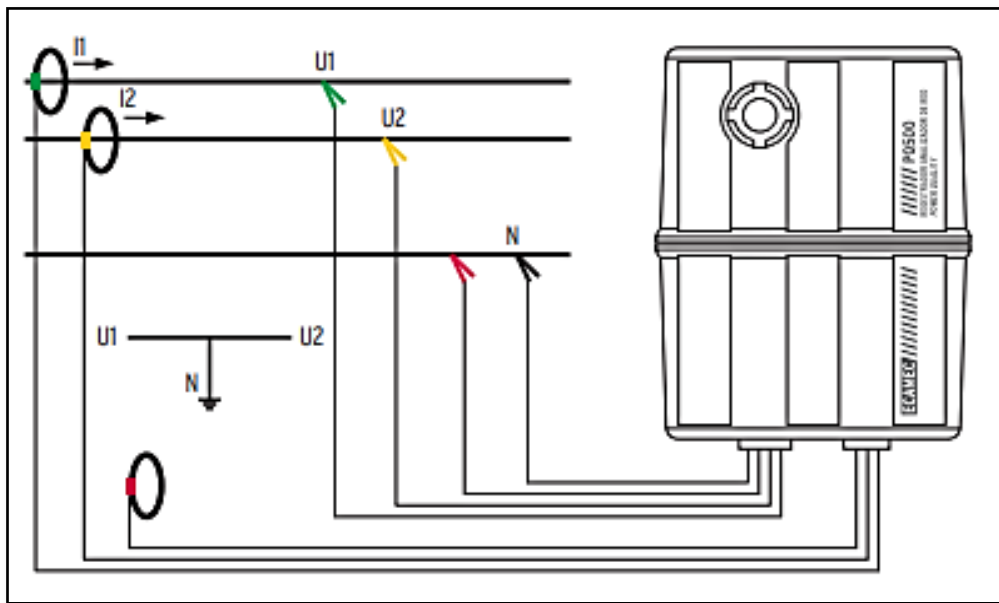
Fuente: (ECAMEC, 2011).

**Tabla 11**

*Tipo de red y condición de conexión sistema monofásico 3 hilos.*

Configuración / Medición	
Tipo de Red	Delta
Medición en Canal 1	U1 - N
Medición en Canal 2	U2 - N
Medición en Canal 3	U1 - U2
Medición de Potencia Activa	W1 + W2

Fuente: (ECAMEC, 2011).

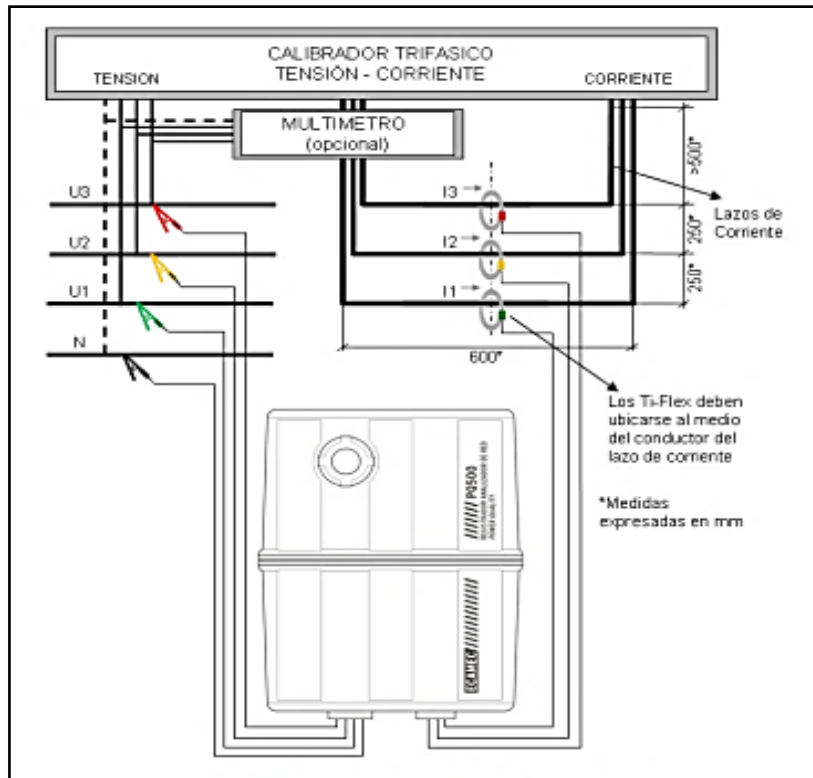


**Figura N° 21:** Conexión Monofásica 3 Hilos.

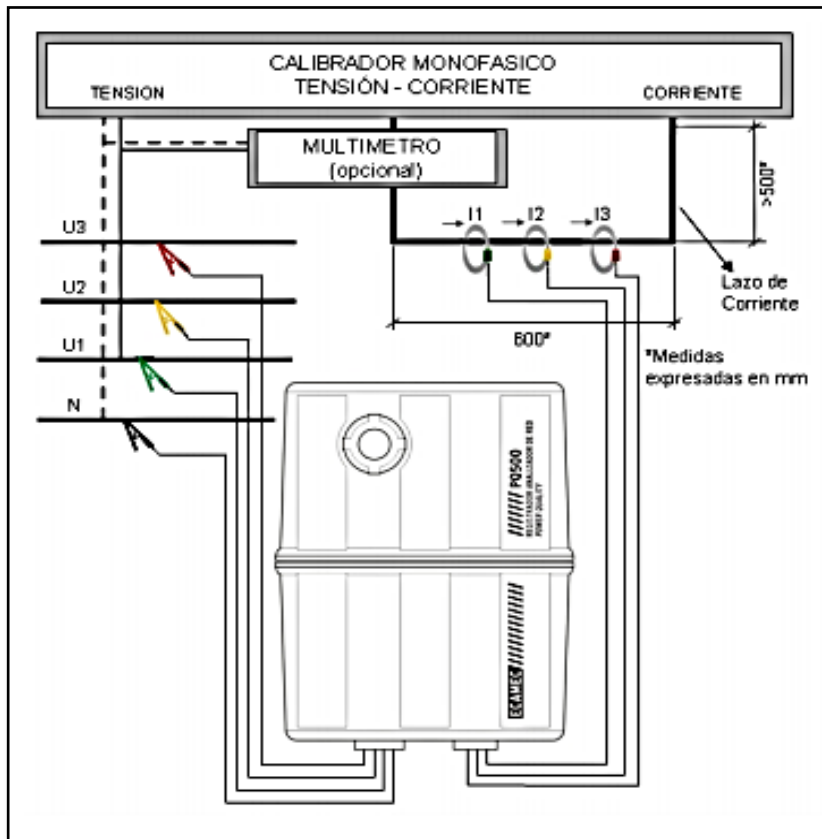
Fuente: (ECAMEC, 2011).

**Procedimiento de verificación:**

Para proceder a la verificación se deberá emplear los siguientes esquemas:



**Figura N° 22:** Esquema eléctrico Trifásico de verificación Tensión/Corriente  
Fuente: (ECAMEC, 2011).



**Figura N° 23:** Esquema eléctrico homopolar de verificación tensión/corriente.  
Fuente: (ECAMEC, 2011).

**Equipo registrador de red (Circutor Cava):** Los medidores de calidad de energía CAVA, son instrumentos de medición programables que miden, calculan y registran los parámetros de calidad especialmente para redes monofásicas. La programación de estos dispositivos se realiza mediante un ordenador.

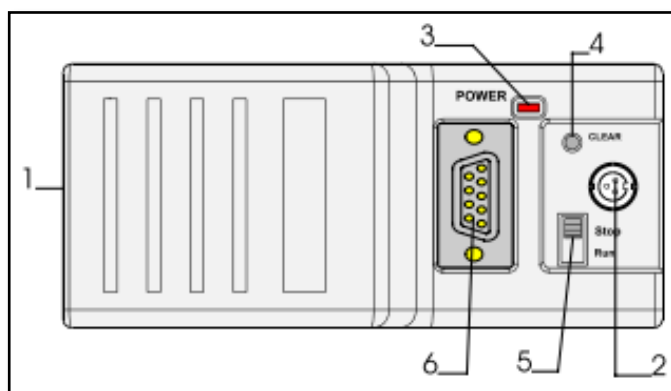
Existen diferentes tipos de Circutores Cava en función de los parámetros que medidos y registrados:

**Tabla 12**

*Tipos de Círcutores Cava.*

CAVA	Tipo	Características
7 71 091	CAVA-251	Calidad de Tensión + Tensión
7 71 092	CAVA-252	Calidad de Tensión + Tensión + Intensidad
7 71 092	CAVA-253	Calidad de Tensión + Tensión + Intensidad + Potencia

Nota: Por calidad de tensión nos referimos a la detección de cortes, interrupciones y la medición del factor de distorsión y parpadeo.



**Tabla 13**

*Parte de Círcutor.*

1	Alimentación/medida
2	Conector Pinza
3	Led hold / run
4	Led comunicaciones
5	Interruptor hold /run
6	RS-232

**Figura N° 24:** Parte de Círcutor Cava  
Fuente: (CIRCUTOR, 2011).

**Alimentación/medida:** La medición de voltaje se realiza a través de la alimentación del dispositivo. Se debe verificar si la red a medir se encuentra dentro del nivel de voltaje que soportan los dispositivos.

**Conector Pinza:** Con los dispositivos CAVA252 y 253 este enchufe se utiliza para conectar la pinza amperimétrica. Esta conexión no se utiliza en el CAVA251 (no mide ninguna corriente). Es necesario programar la relación del terminal utilizado en el dispositivo. Durante la instalación, se debe tener en cuenta lo siguiente: La dirección de la corriente de suministro debe corresponder a la flecha del terminal. Una instalación incorrecta puede no pueda registrar los valores de rendimiento (CAVA253).

**Led Store on/off:** Este LED tiene varios significados: Si parpadea muy rápido: el dispositivo se está reiniciando. Si parpadea una vez por segundo: el dispositivo ha detectado que el interruptor en la posición “Run” y está guardando los datos en la memoria interna. Si está siempre encendido, no parpadea: el dispositivo determina que el interruptor en la posición “Hold” y no se están grabando datos en la memoria interna.

**Led Comunicaciones:** Este LED debería encenderse con cada comunicación con la PC.

**Interruptor Store on/off:** El estado de este interruptor solo se puede ver cuando hay voltaje al equipo. Si el interruptor está en actualmente en modo “Run” el dispositivo grabará en la memoria interna. Si el interruptor está en "Hold", el dispositivo no registrará datos en su memoria interna.

**RS-232:** Un Conector para comunicarse con computadora y transferencia de información.

Este estudio se basa en el análisis de la calidad de energía eléctrica del sistema de distribución HR7009, y el cumplimiento de los parámetros técnicos en el sistema de distribución en la localidad de Acopalca de la provincia de Huari, Ancash; por lo tanto, se formula la siguiente interrogante para el problema de investigación:

- ¿Cómo mejorar la calidad de energía eléctrica mediante un análisis que pueda permitir identificar los indicadores de calidad del sistema de distribución HR7009- Acopalca-Huari?

Basándose en la problemática, la disciplina técnica se establece sobre Normas y Decretos. Esto es lo que se probará en este proyecto de investigación con la ejecución correcta de la NTCSE se implementa correctamente. Debido a la revisión completa, esto permite renovar la propuesta de mejoras a la concesionaria Hidrandina S.A.

**Tabla 14** *Tabla de variables*

<b>V. Independiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas e Instrumentos</b>
Calidad de energía eléctrica	Se puede definir como la ausencia de interrupciones, sobretensiones y distorsiones causadas por armónicos de la red y fluctuaciones de voltaje, frecuencia y continuidad del servicio eléctrico, por así decirlo, calidad de energía. Se utiliza para medir las fluctuaciones de voltaje, corriente y frecuencia en el sistema eléctrico.	Calidad: El grado en que un conjunto de características inherentes de un objeto que cumple con los requisitos.” Energía: forma de energía resultante de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos. Esto hace que se acumule una corriente entre dos puntos cuando hacen contacto con un conductor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armónicos de corriente y voltaje</li> <li>• Mala calidad de producto</li> <li>• Interrupciones                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro de equipos electrónicos.</li> </ul> </li> <li>• Cargas no lineales.</li> </ul>	Técnicas: Recopilación y análisis de datos secundarios Instrumento: 1. Base de datos de la SED HR7009 2. Instalación de Equipo registrador de red (Ecamec, Circutor) 3. Historial de consumo eléctrico. 4. Tomas fotográficas del sistema existente 5. Procesamiento de datos. 6. Análisis de los resultados. 7. Propuestas de mejoras del sistema evaluado.
<b>V. Dependiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicadores</b>	
Sistema de distribución	Una parte de un sistema de distribución de energía cuya función es suministrar de energía desde una subestación de distribución hasta a un usuario final. Esto lo realiza el operador del sistema de distribución.	El conjunto de elementos que componen una red o sistema de distribución que se apoya en subestaciones. Su finalidad es la distribución y estabilidad de energía de calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores de distribución</li> <li>• Antiguas</li> <li>• Modernas</li> <li>• Duración mínima de equipos de sistema de distribución</li> <li>• Mal dimensionamiento los de conductores.</li> <li>• Fallas en el sistema</li> </ul>	

La hipótesis general de la investigación es que al realizar un análisis de calidad de energía eléctrica en el sistema de distribución HR7009, permitirá mejorar la calidad de energía en la localidad de Acopalca, Provincia de Huari, Ancash.

El objetivo general de la investigación es Analizar la calidad de energía en sistema de distribución HR7009, plantear propuestas de mejoras en la localidad de Acopalca, provincia de Huari, Ancash y se presentaron los siguientes objetivos específicos:

- Diagnosticar los parámetros de calidad de energía eléctrica del sistema de distribución.
- Evaluar de calidad de energía del sistema de distribución.
- Elaborar Propuesta de mejoras técnicas

## 2. Metodología

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### a. Tipo de investigación

Básica

#### b. Diseño de investigación

Descriptivo - Comparativo

Este estudio es de método cuantitativos o descriptivos de “tipo”, diseño de investigación no experimental de diferentes tipos de elementos descriptivo-comparativo, basados en las normativas técnicas nacionales e internacional del campo de estudio de la calidad de energía para determinar sus parámetros contrastándolos con los valores estándar o normados.

La población está constituida servicio eléctrico Huari AMT HRI101 y muestra es la SED HR7009 perteneciente al centro poblado Acopalca, Provincia de Huari, Ancash. Por simplicidad, esto corresponde a ningún muestreo.

La conclusión del estudio que compara, explica y secciona transversalmente a continuación:

$M_1$                        $O_1$

Donde:

$M_1$ : Muestra es la SED HR7009

$O_1$ : Observaciones de calidad de energía.

### 2.2. Técnica e instrumentos de investigación

Herramientas utilizadas para comprobar la situación de las redes de distribución tomando en cuenta la muestra seleccionada para hacer mediciones de calidad de energía, usando equipo analizador registrador de red modelo ECAMEC PQ-500 y CAVA251 adaptados a la norma vigente.

Para la veracidad de este trabajo de investigación se realizará tomas fotográficas de la sub estación eléctrica. tendrá información clara sobre la situación actual del sistema eléctrico, brindará soluciones técnicas en el sistema eléctrico Huari.

### **2.3. Validez y confiabilidad**

#### **Validez**

La validez del instrumento fue establecida por opinión de tres expertos que firmaron el documento adjunto:

1. Mg. Diego Gabriel Rossi Cordova –Maestro en Ingeniería Mecánica Eléctrica.
2. Ing. Michael Andreè Angeles Siapo – Ingeniero Mecánico Electricista.
3. Ing. Jaime Odon Janampa Delgado – Ingeniero Mecánico Electricista.

#### **Confiabilidad**

Este trabajo de investigación contendrá información objetiva sobre el estado actual del sistema eléctrico para mostrar mejoras técnicas en el sistema eléctrico.

### **2.4. Procesamiento de información**

El procesamiento de información se realizó con los programas Microsoft Excel 2019 y EConnect, que es un software del equipo registrador de red. El análisis se realizó con tablas, gráficas, de consumo de energía eléctrica, nivel de la calidad de suministro.

El desarrollo del procesamiento de información para alcanzar los objetivos de la investigación fueron los siguientes:

- 1.- Diagnosticar los parámetros de calidad de energía eléctrica del sistema de distribución.
  - Identificar el sistema eléctrico (utilizare el apoyo del software Smallworld perteneciente a la empresa hidrandina).
  - Programar los equipos registradores de red ECAMEC trifásico y monofásico al sistema eléctrico de distribución HR7009.

- Verificar los parámetros eléctricos de la SED HR7009.

2.- Evaluar de calidad de energía del sistema de distribución.

3.- Elaborar Propuesta de mejoras mediante el análisis de calidad de energía.

### 3. Resultados

1. Diagnosticar los parámetros de calidad del sistema de distribución consta de 3 etapas:

A) Identificación del sistema eléctrico a evaluar:

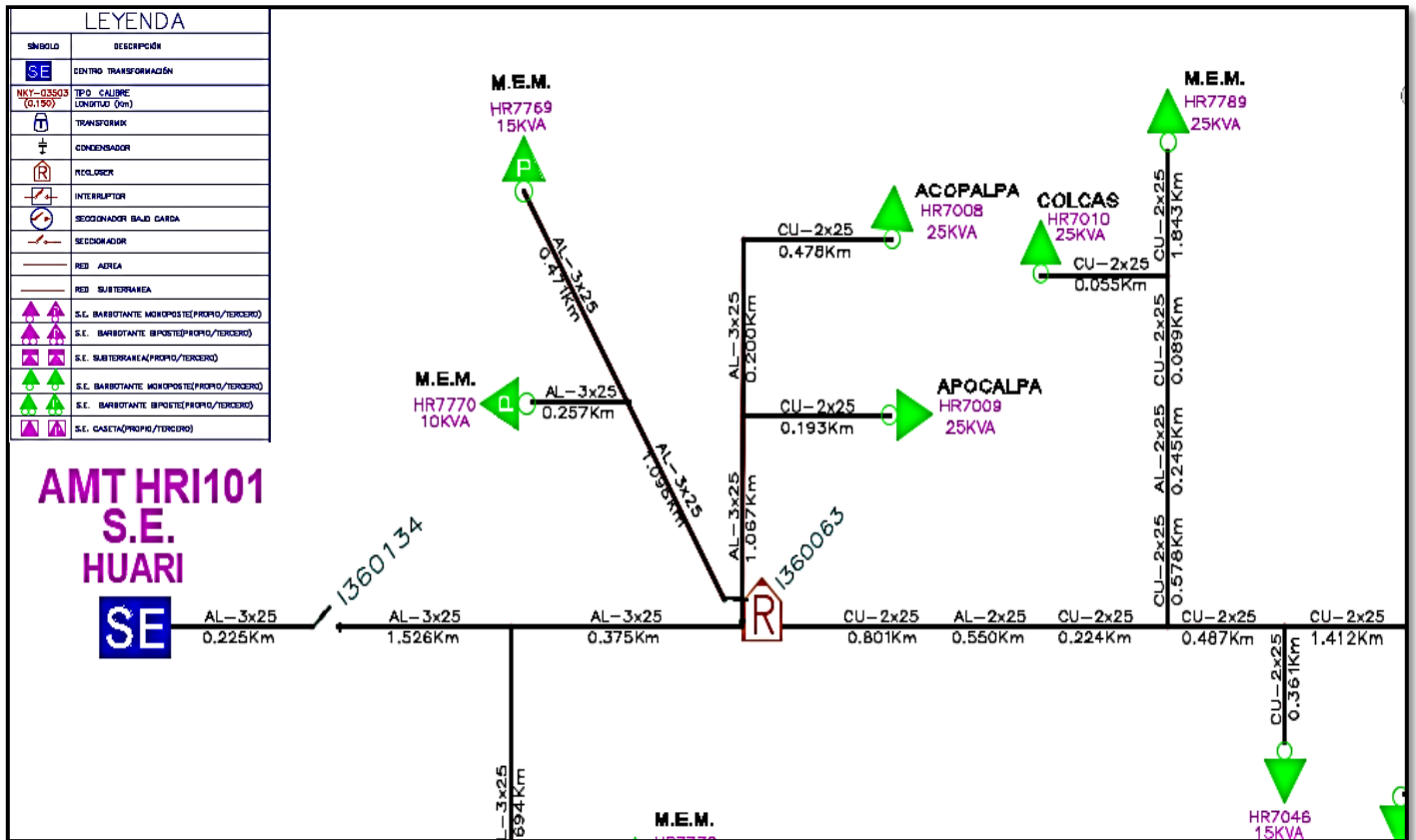
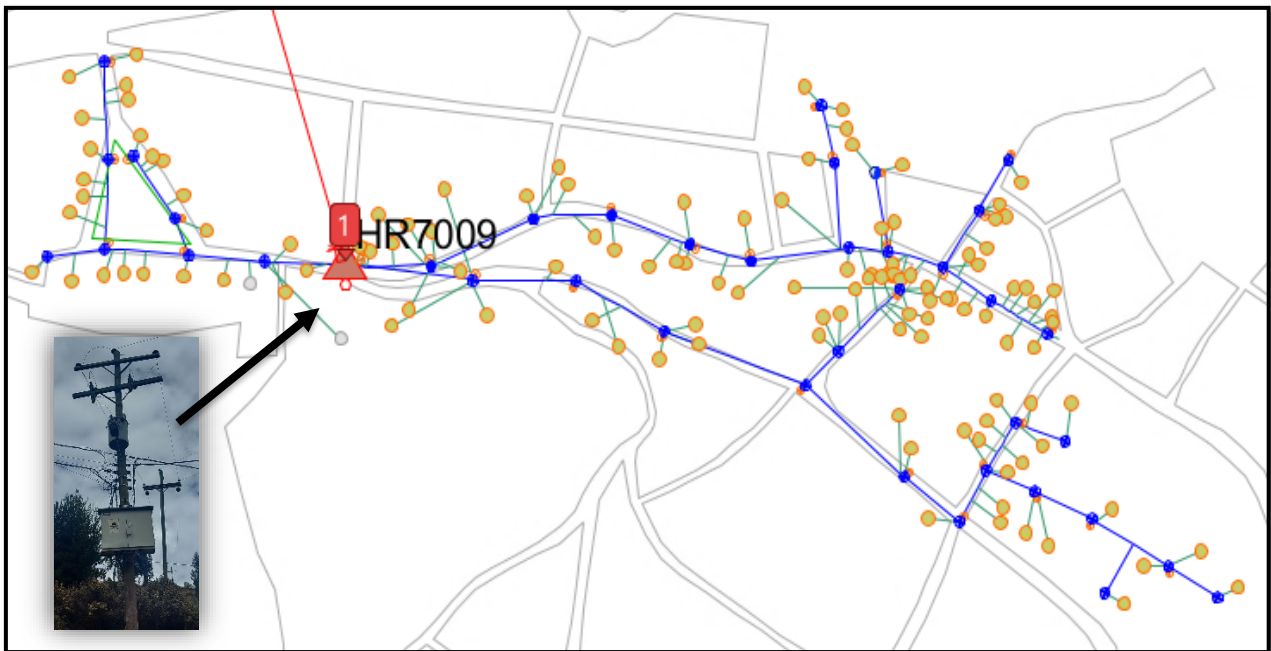


Figura N° 25: Diagrama unifilar – AMT HRI 101 – SED HR7009.

En el centro poblado de Acopalca existen 2 subestación eléctricas que son HR7009 y HR7008, donde se evaluó la SED HR7009, por presentar más usuarios y obtener un mejor análisis de acuerdo a la calidad de energía eléctrica.

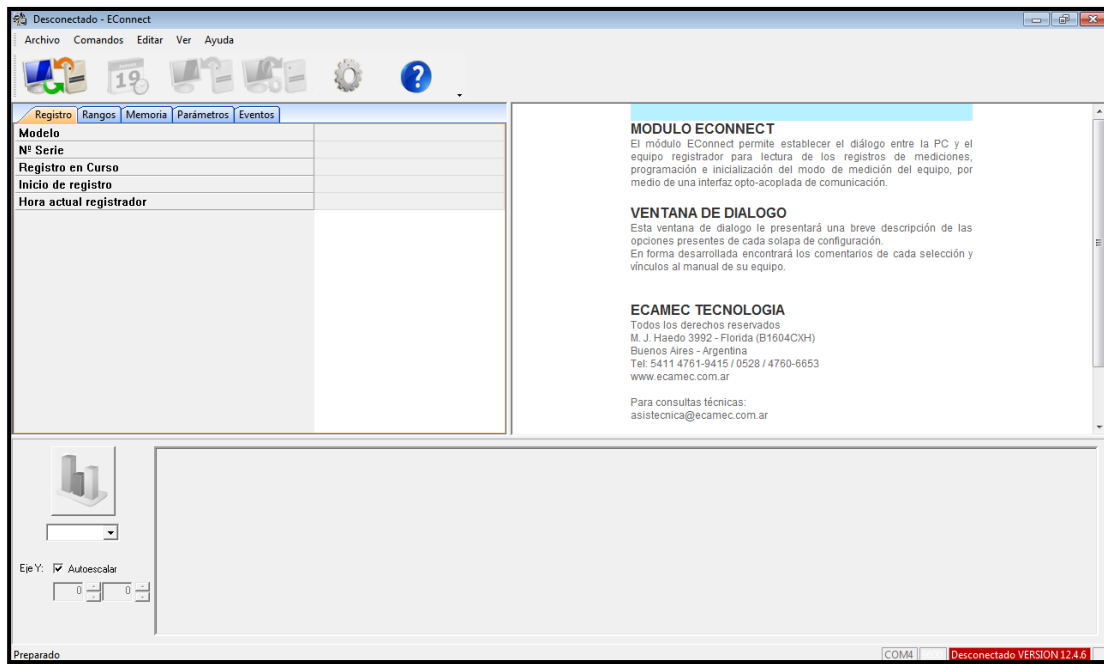


**Figura N° 26:** Ubicación SED HR7009- Acopalca.  
Fuente: Software Smallworld

SedTecnico:	HR7009
SedComercial:	E360442
SedSpring:	3SE03826
Distrito:	HUARI
Propiedad:	DISTRIBUIDOR
Descripcion:	Acopalca / Huari-ACOPALCA- SED AS7009
Propietario:	CONCESIONARIA
MaximaDemandaSP:	8.85
MaximaDemandaAP:	1.96
PotencialInstalada:	25
Tipo:	AEREA MONOPOSTE
TipoConexion:	MONOFASICA
GrupoConexionado:	MONOFASICO FASE FASE
RelacionTransformacionBT:	0.44/0.23
RelacionTransformacionMT:	13.2
NumeroTransformadores:	1
VanCodigo:	340,005,013
AliTecnico:	HRI101
CentroTransformacion:	S.E. HUARI

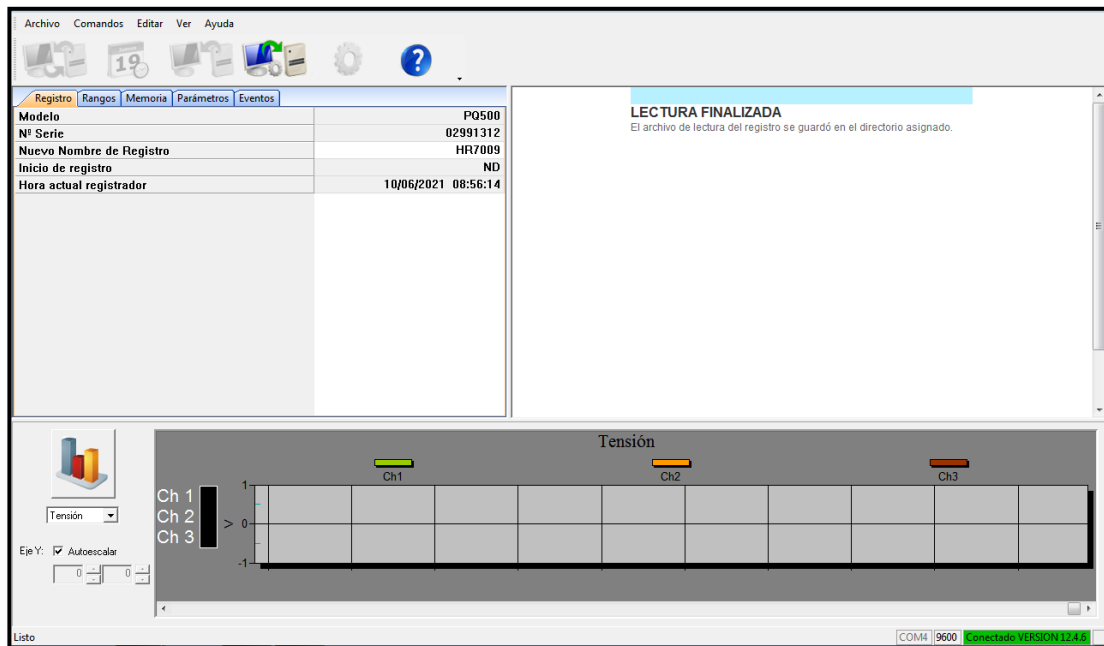
**Figura N° 27:** SED HR7009- Características.  
Fuente: Software MapInfo Pro.

## B) Programación de equipo registrador Ecamec PQ500 – software EConnect



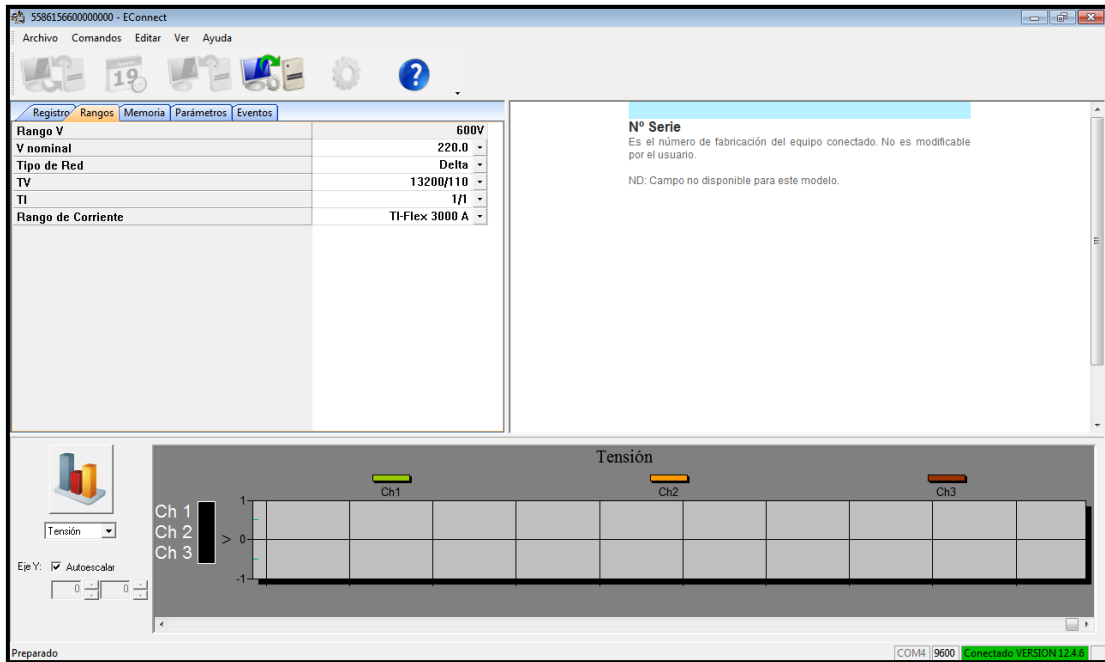
**Figura N° 28:** Interface del software EConnect – Listo para la programación.

Fuente: Software EConnect

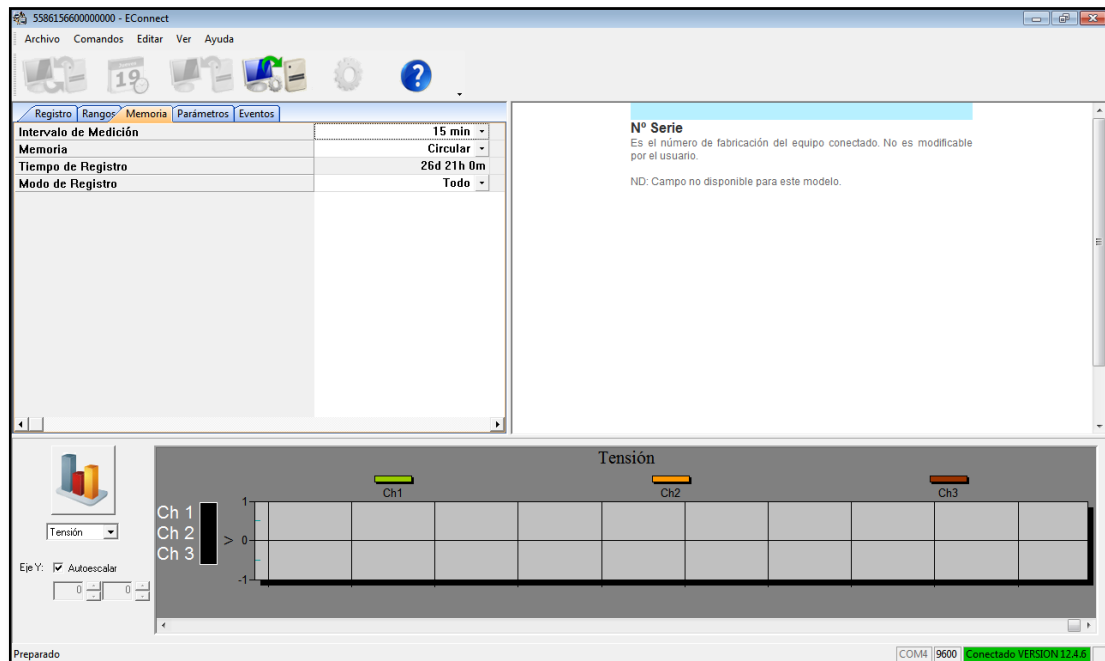


**Figura N° 29:** Listo para la programación – HR7009.

Fuente: Software EConnect.

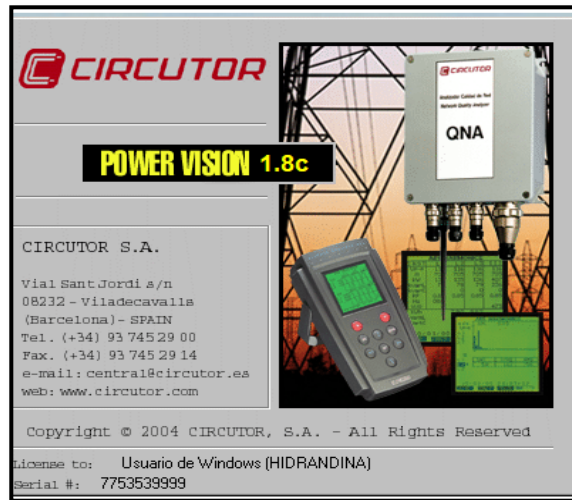


**Figura N° 30:** Programando el tipo de conexión.  
Fuente: Software EConnect.

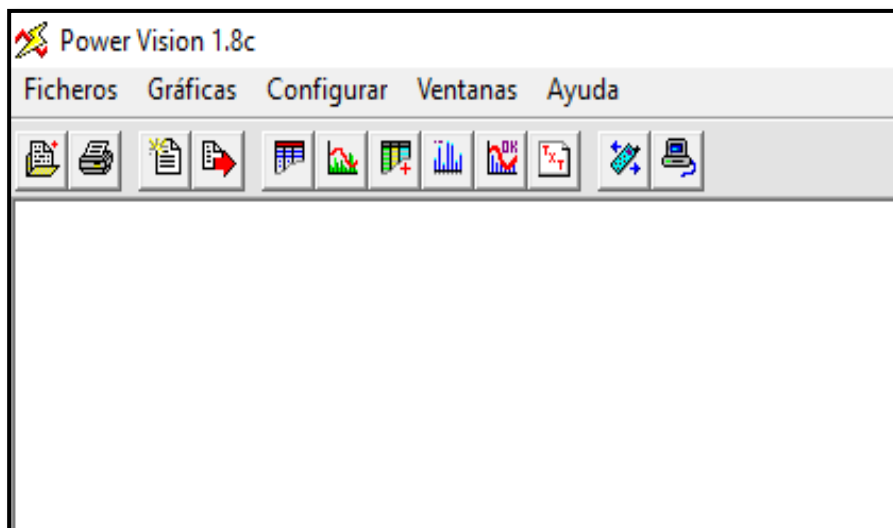


**Figura N° 31:** Configurando los intervalos de medición.  
Fuente: Software EConnect.

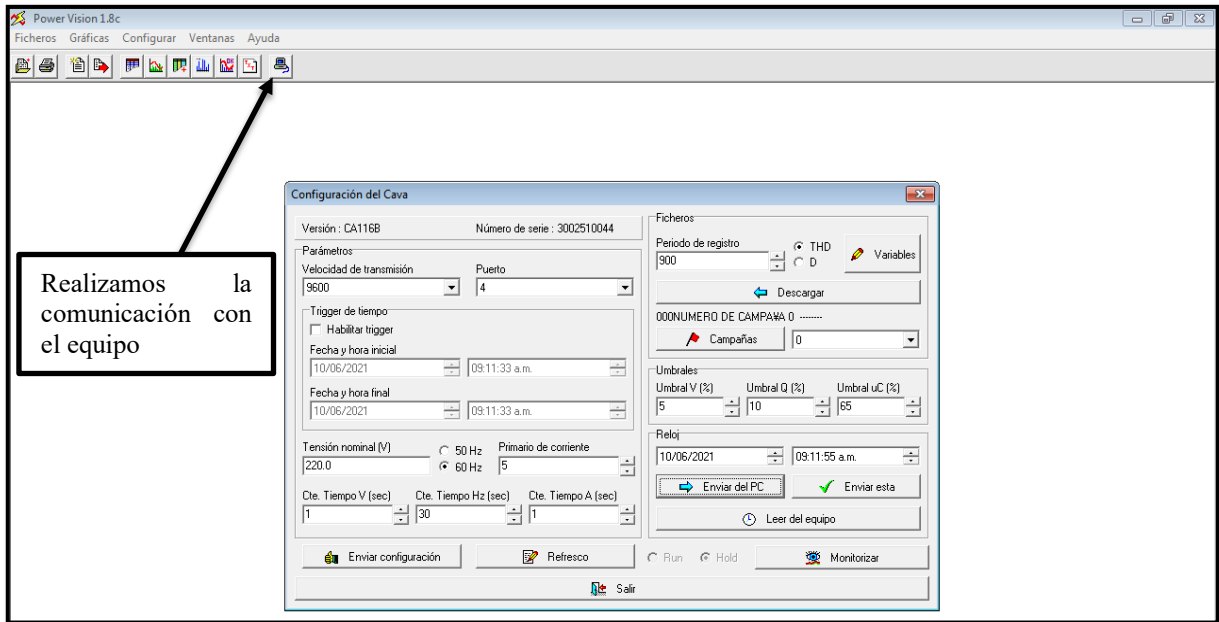
Circutor Cava 251 – software Power Vision18.c



*Figura N° 32: Abriendo el Software Power Vision1.8c*



*Figura N° 33: Interface del Software Power Vision1.8c*  
Fuente: Power Vision1.8c.



**Figura N° 34:** Comunicación y programación del equipo Cava251  
Fuente: Power Vision1.8c.

C) Verificación los parámetros eléctricos de la sed HR7009.

**Tabla 15**

Parámetros eléctricos de la SED HR7009.

COPEMANE CORPORACION PERUANA DE MANTENIMIENTO ELECTRICO		FORMATO				Código:	F12-03-10												
		Mediciones de Parámetros Eléctricos de Tensión y Corriente				Versión:	04/02-03-09												
						Página:	1 de 1												
N° SED	TIPO SED	AMT	UBICACIÓN		DEMANDA HFP kVA	DEMANDA HP kVA													
HR7009	SAM	HRI101	Av. San Bartolome - Acopalca		4.46	16.11													
CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR																			
Potencia:	25.0	kVA	N° TAPS:	-	Posición TAPS:	-	Transformador												
			Monofásico <input checked="" type="checkbox"/>		Trifásico <input type="checkbox"/>		Relación de Transf.												
					13200/460-230		Año de Fabricación												
					1991		Serie												
					135545														
LECTURAS INSTANTANEAS A PLENA CARGA																			
TABLERO N° 01																			
TOTALIZADOR																			
Tensión de Fase			Tensión de Línea			Corriente													
	HFP	HP		HFP	HP		HFP	HP											
RN	244.00	241.00	RS	-	-	R	9.70	38.20											
SN	-	-	ST	-	-	S	-	-											
TN	243.00	243.00	TR	490.00	486.00	T	8.60	28.40											
						N	12.50	28.80											
Alumbrado Público																			
Carga:	HFP	HP	TIPO	Amp															
R	-	9.10	Term.	80.0															
S	-	-	-	-															
T	-	4.50	Term.	80.0															
N	-	-	-	-															
LECTURAS POR CIRCUITOS:																			
Circuito "A"				Circuito "B"				Circuito "C"				Circuito "D"							
Carga:	HFP	HP	TIPO	Amp	Carga:	HFP	HP	TIPO	Amp	Carga:	HFP	HP	TIPO	Amp	Carga:	HFP	HP	TIPO	Amp
R	1.50	22.60	Term.	50.0	R	3.10	7.60	Term.	50.0	R	1.50	3.90	Term.	50.0	R	-	-	-	-
S	-	-	-	-	S	-	-	-	-	S	-	-	-	-	S	-	-	-	-
T	3.50	14.60	Term.	50.0	T	3.90	9.50	Term.	50.0	T	1.20	4.60	Term.	50.0	T	-	-	-	-
N	1.70	19.50	-	-	N	1.70	10.80	-	-	N	5.50	3.50	-	-	N	-	-	-	-

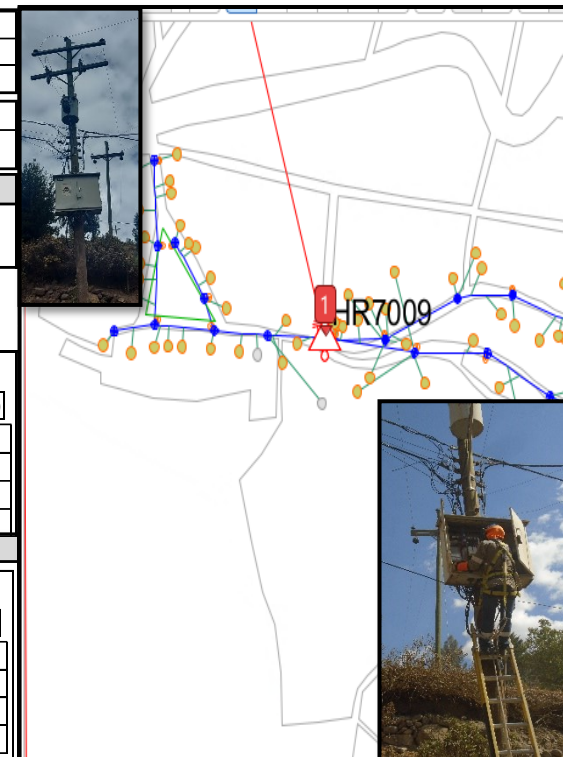


Figura N° 35: Medición en el tablero SED HR7009.

**NOTA:** Las fases tiene sobretensión a la salida de cada circuito mayor que la tensión nominal con un exceso de un 9.09% en HFP, incumpliendo con NTCSE. Pero en HP que la tensión de fase se excede en un 9.07 % de la tensión nominal.



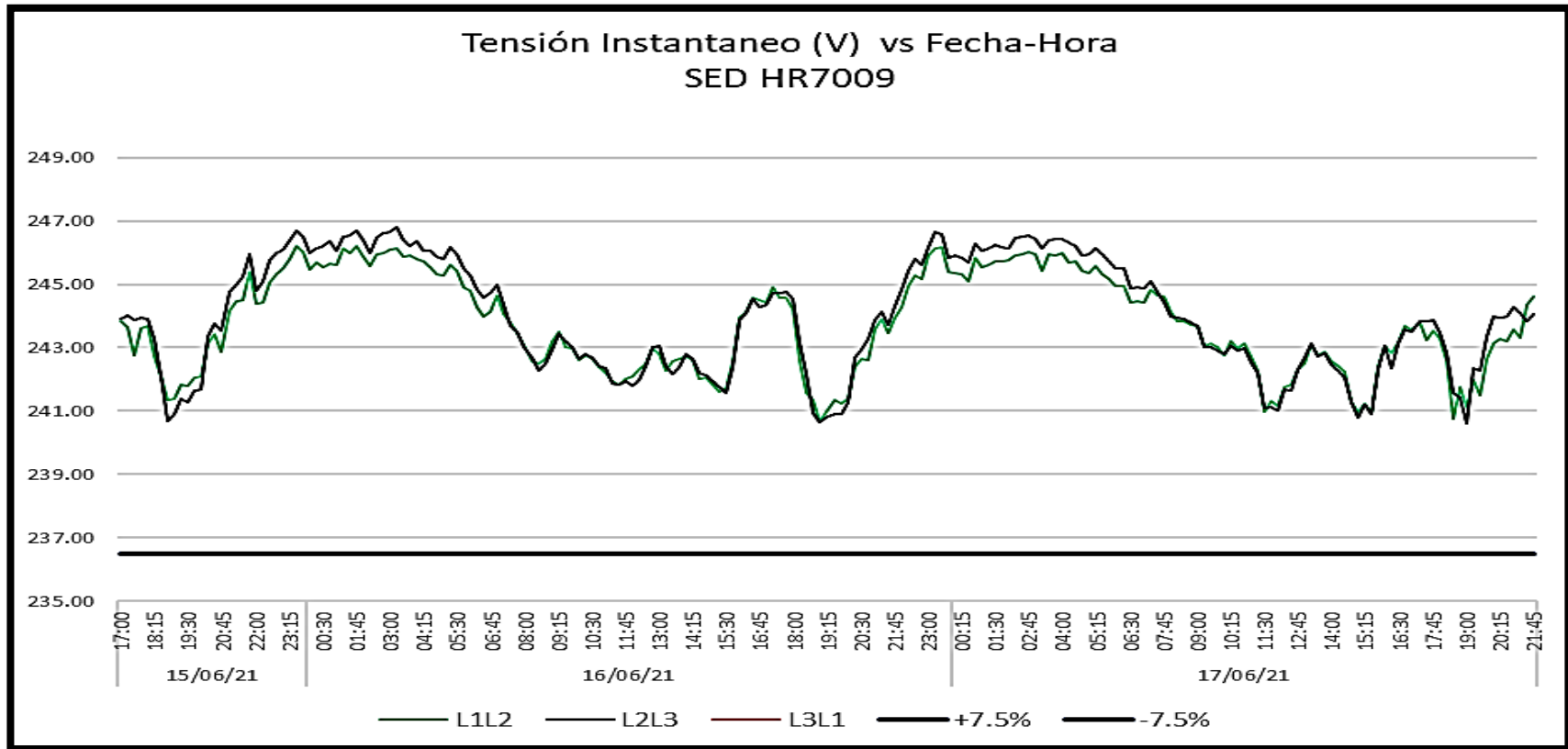


Figura N° 37: Tensión instantánea de la SED HR7009.

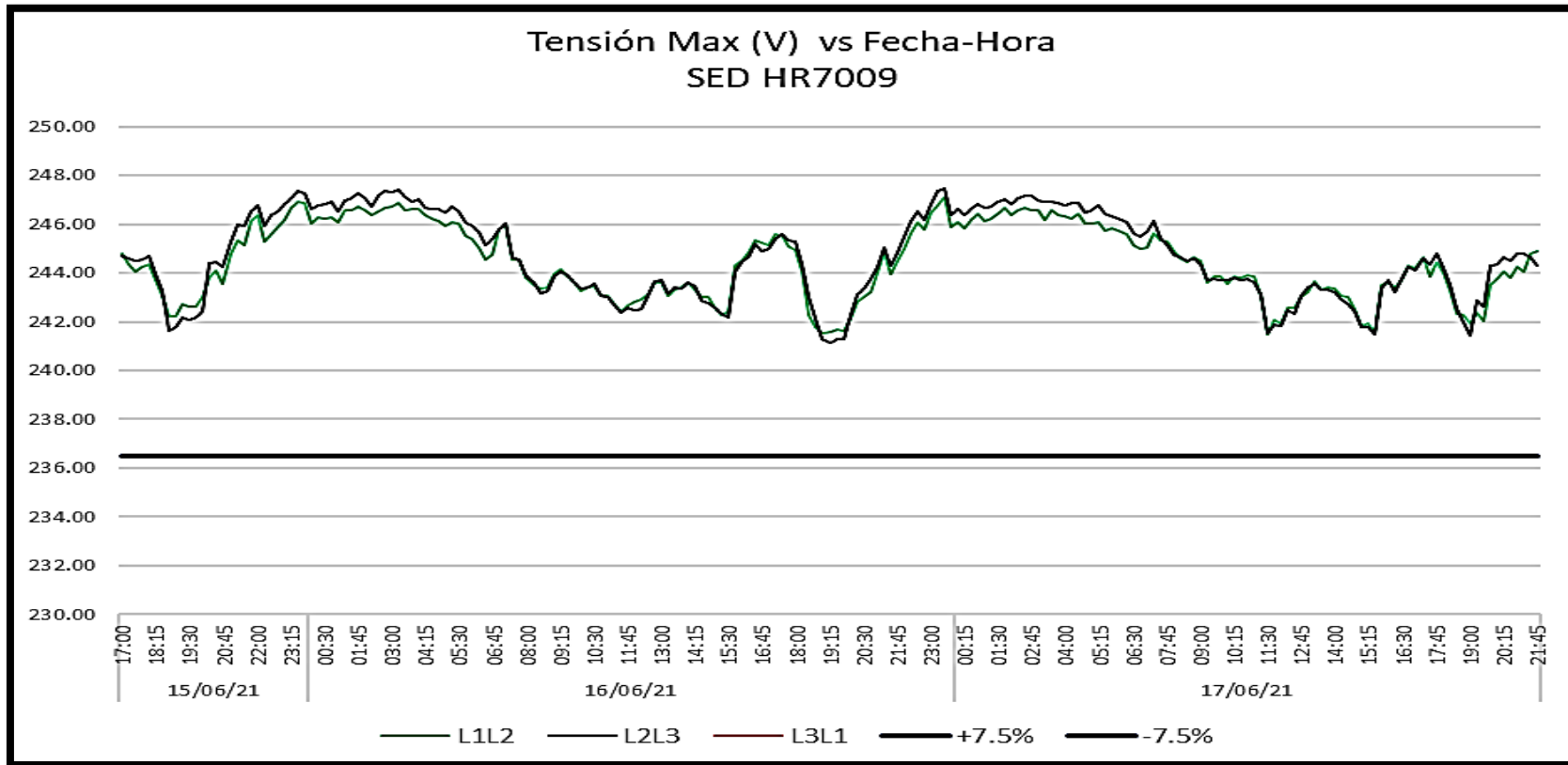
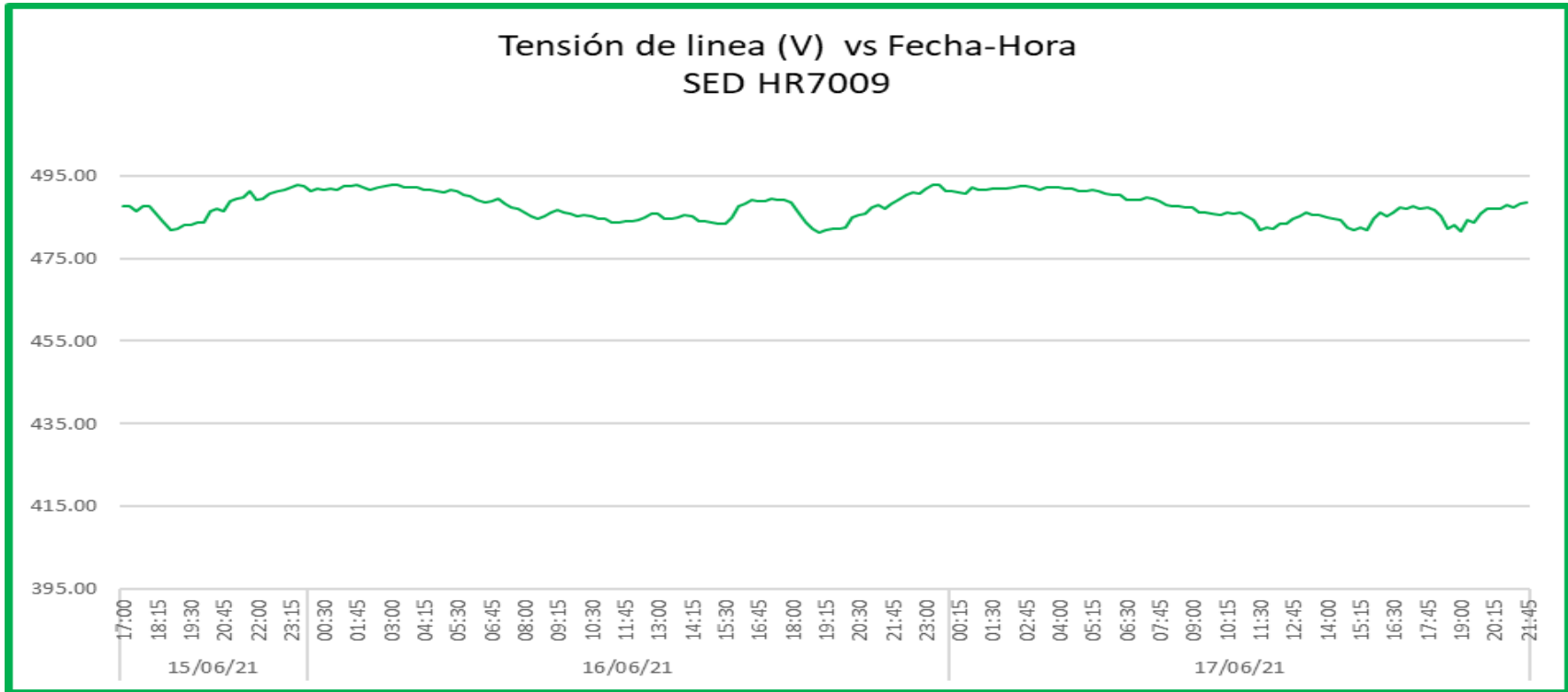
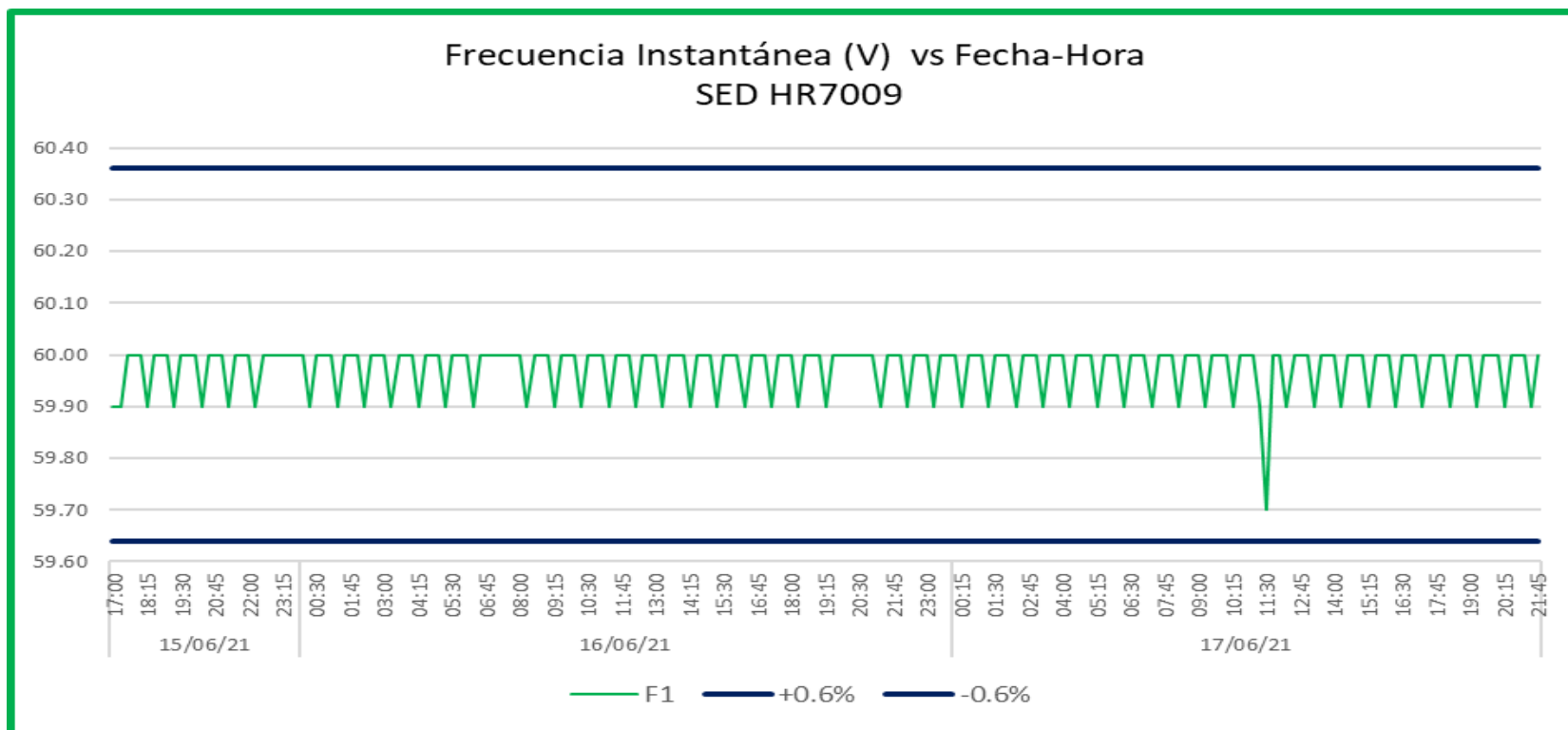


Figura N° 38: Tensión Máxima de la SED HR7009.



**Figura N° 39:** Tensión de Línea de la SED HR7009.



**Figura N° 40:** Frecuencia instantánea de la SED HR7009.

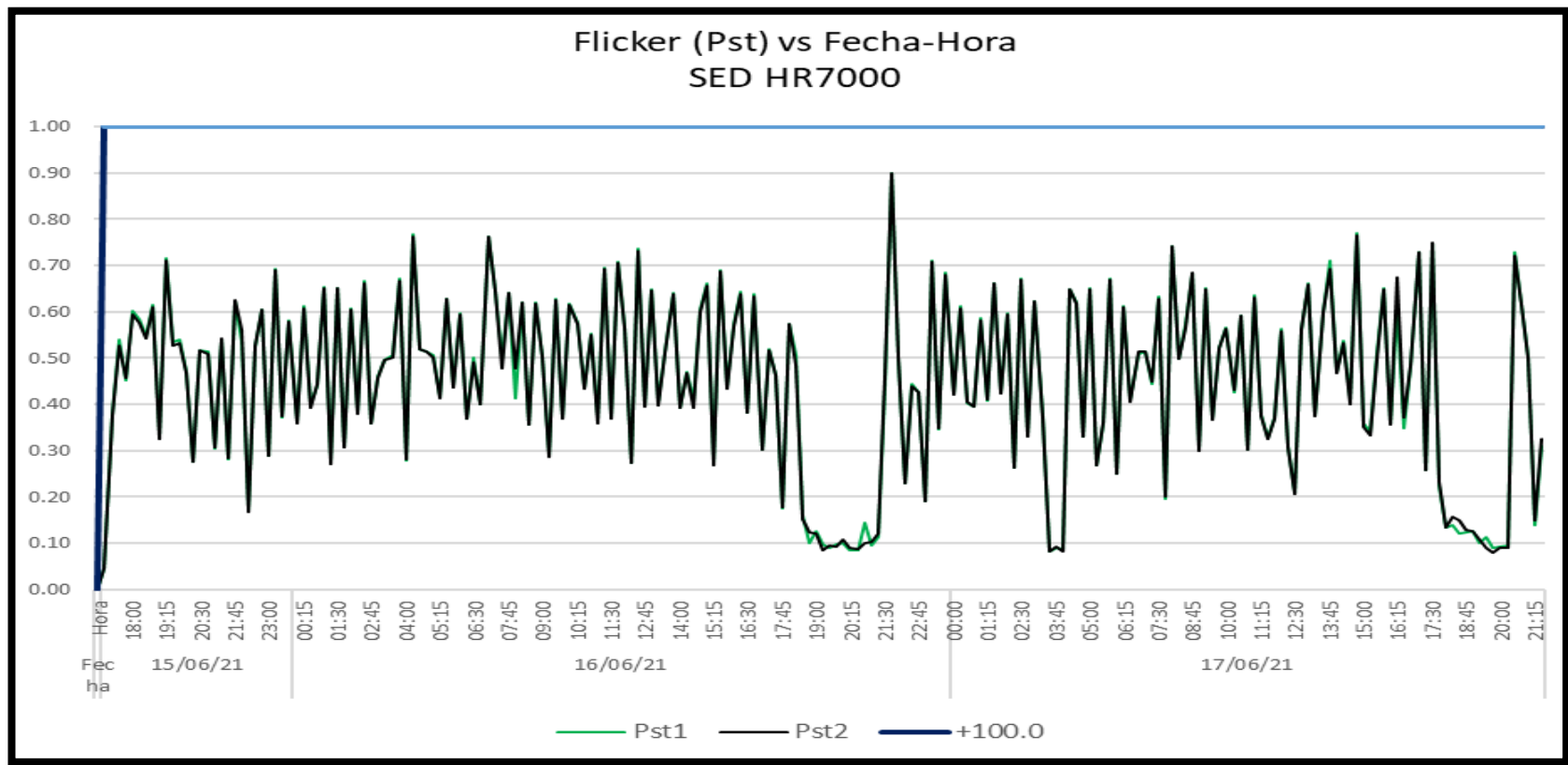


Figura N° 41: Flicker (Pst) de la SED HR7009.

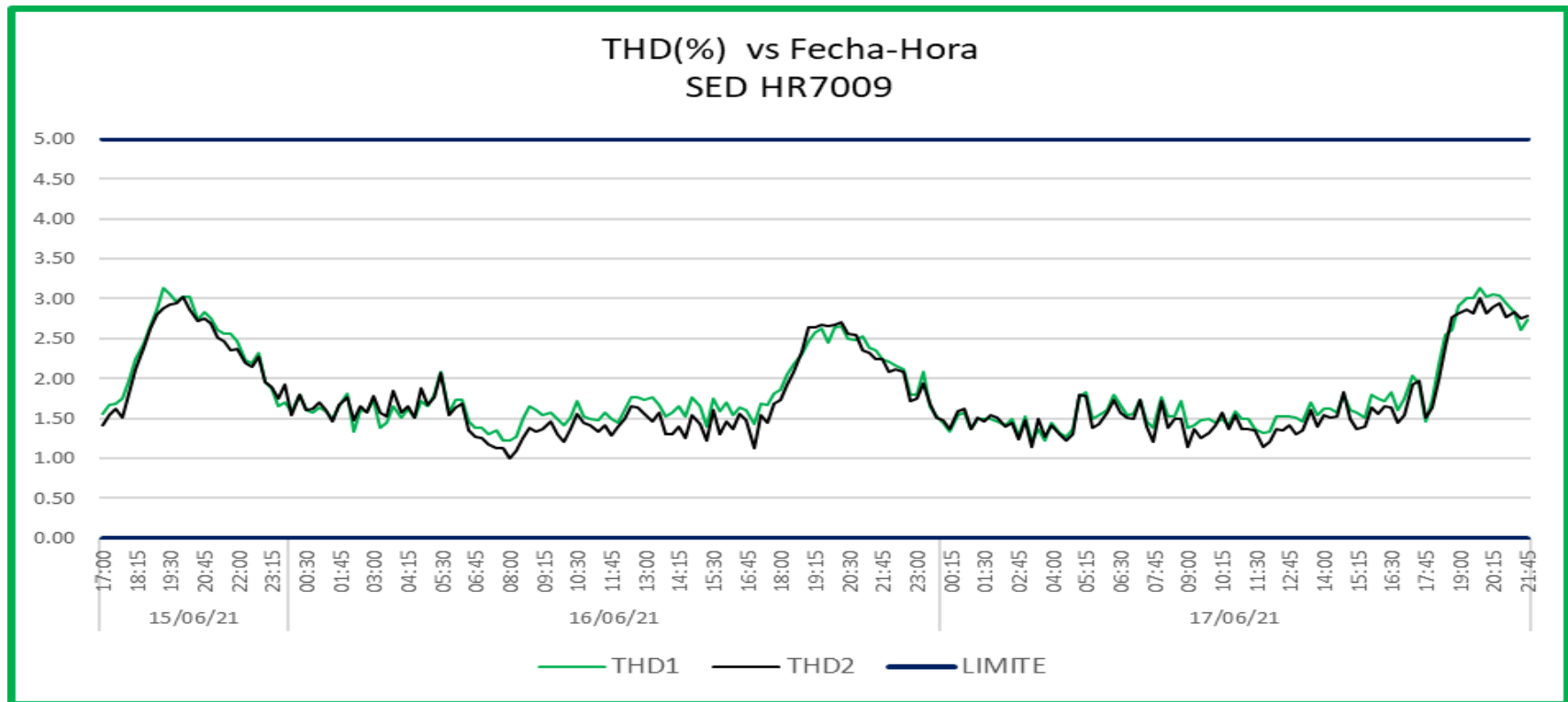


Figura N° 42: THD de la SED HR7009.

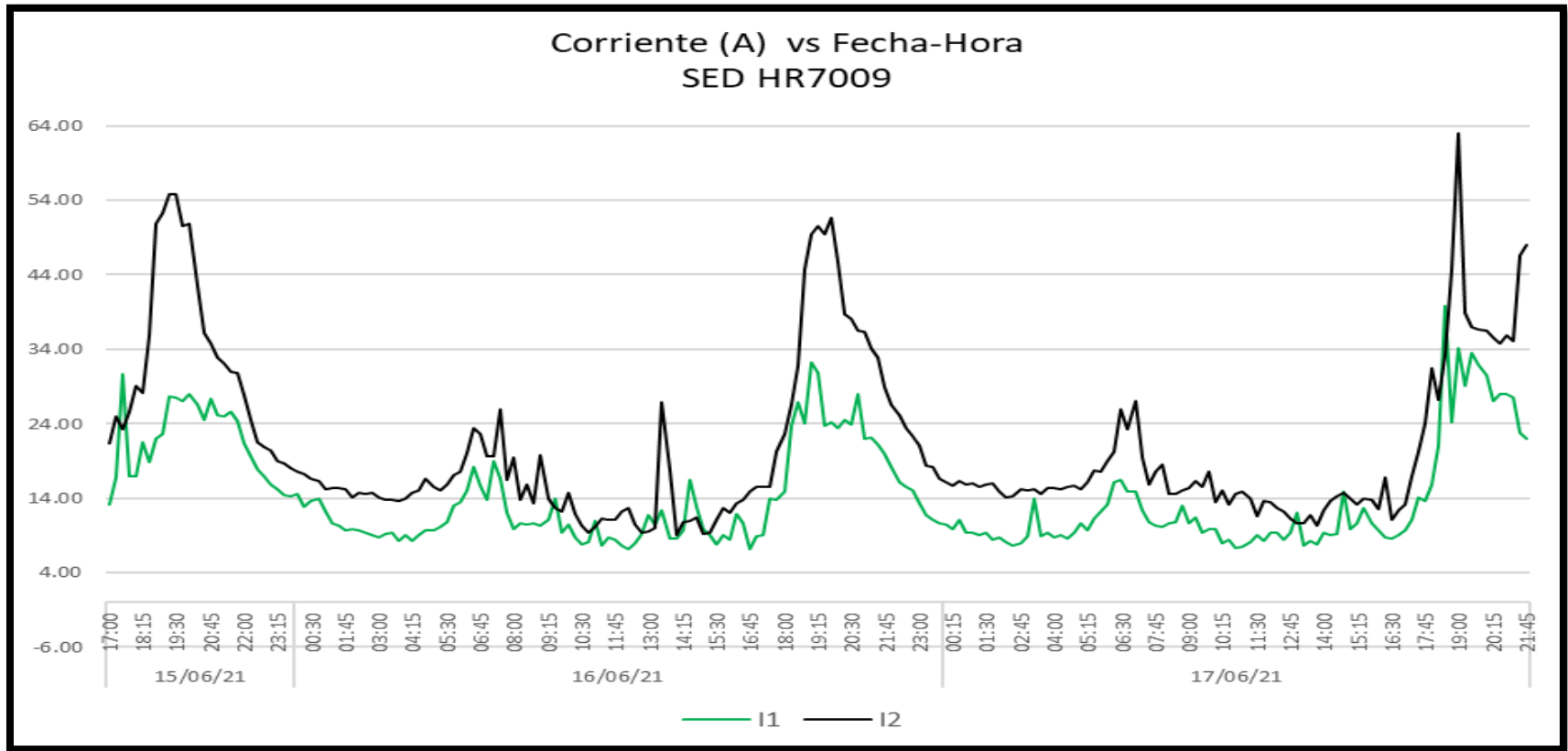


Figura N° 43: Nivel de cargas de cada fase de la SED HR7009.

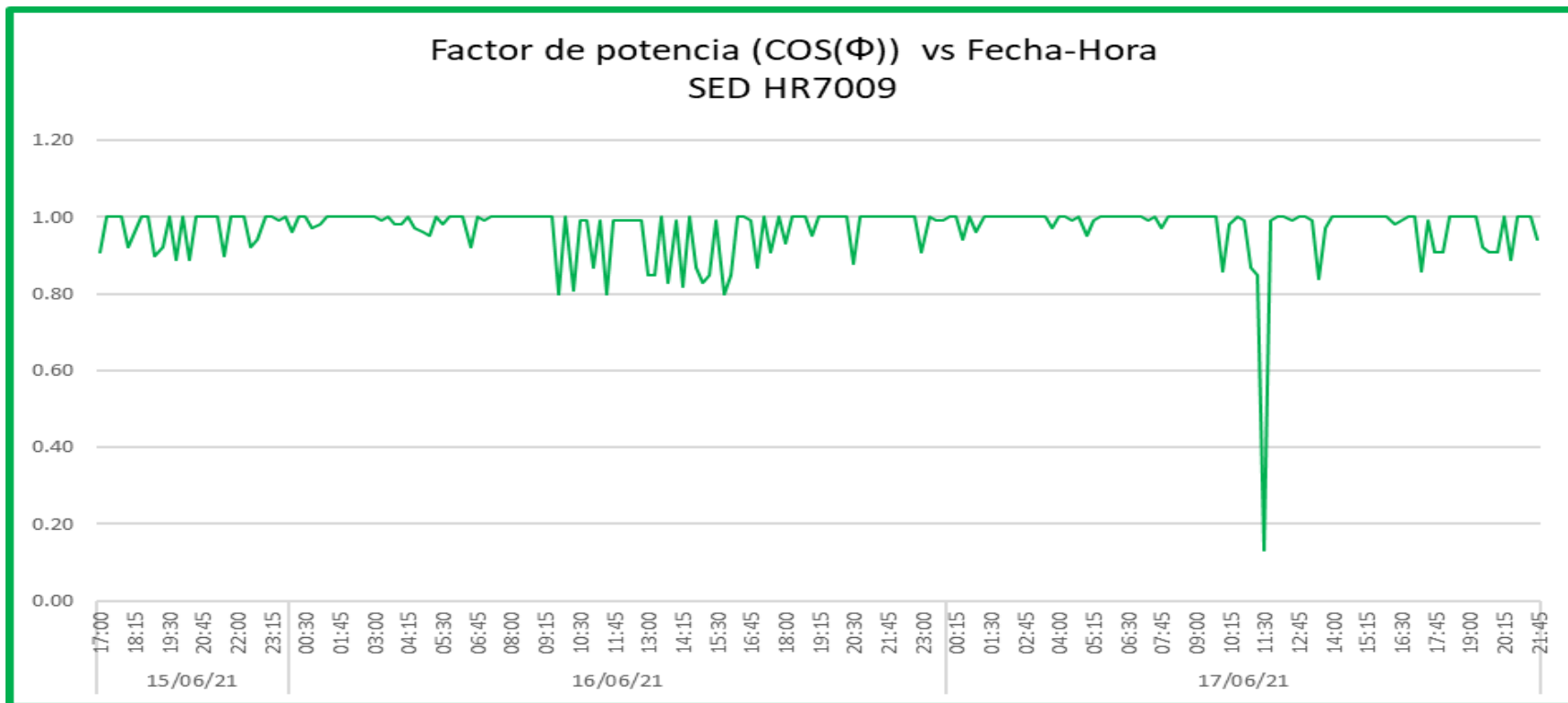


Figura N° 44: Factor de potencia de la SED HR7009.

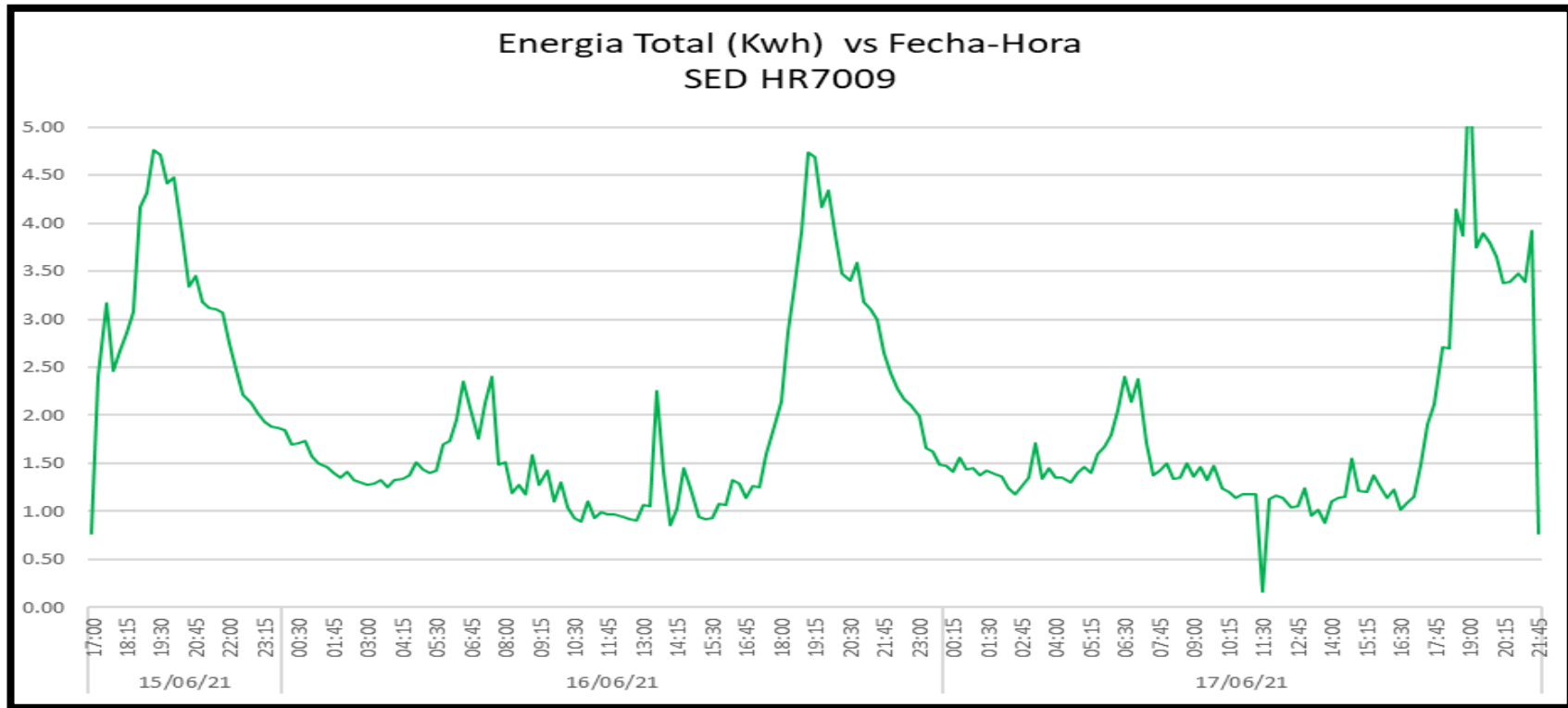


Figura N° 45: Consumo de energía total (Kwh) de la SED HR7009.

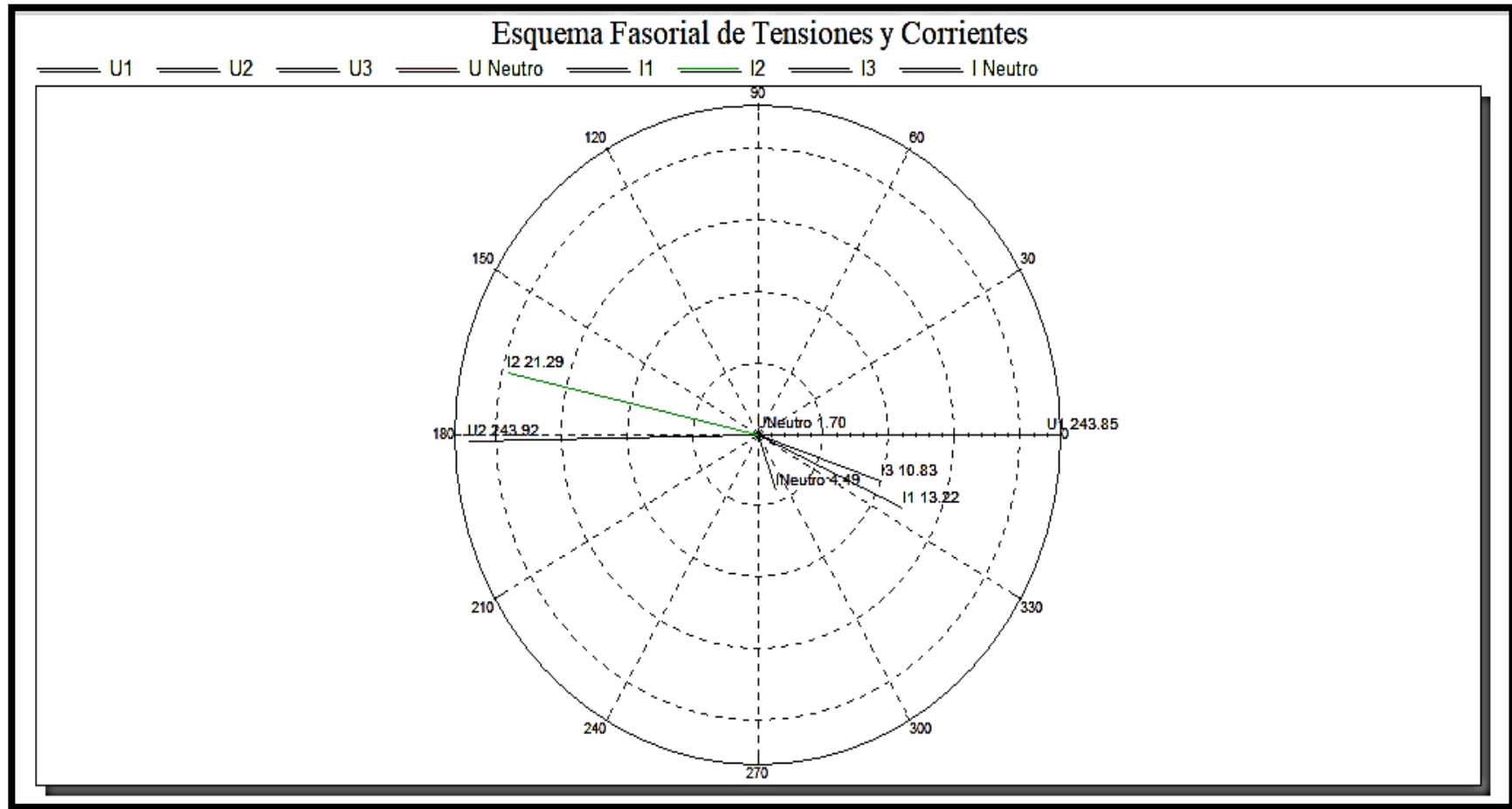


Figura N° 46: Esquema de Fasorial de tensión y corriente de la SED HR7009.

Para el buen análisis del sistema de distribución se realizaron mediciones a los 3 circuitos de la SED HR7009 (exportación de información). Por el cual obtendremos las mediciones de los valores de calidad de producto.

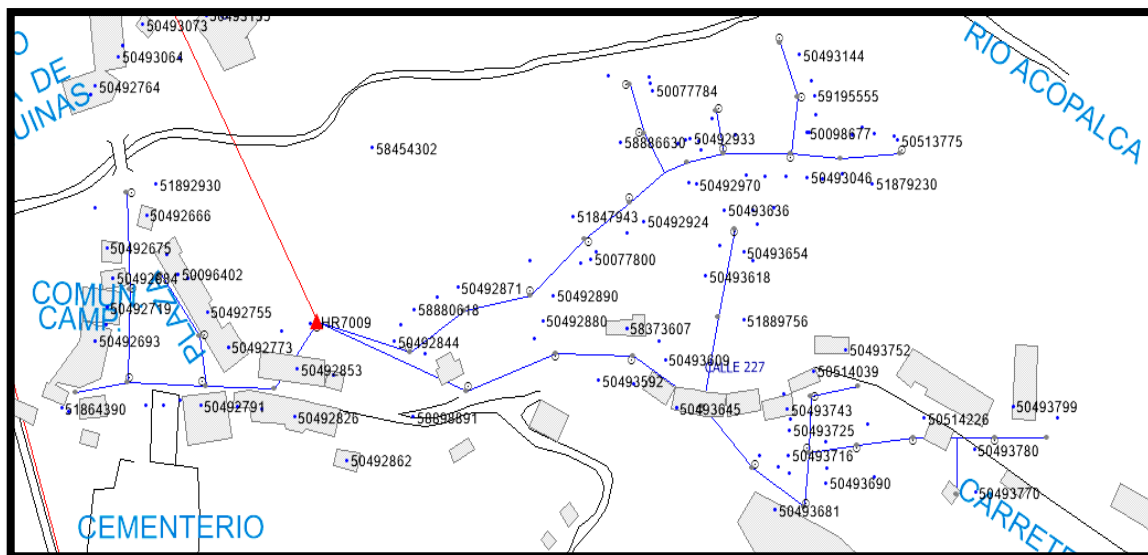


Figura N° 47: Ubicación del sistema eléctrico de distribución HR7009.

Tabla 16

Circuitos de la SED HR7009.

<b>SED HR7009</b>		
<b>CIRCUITO</b>	<b>SUM. CABECERA</b>	<b>SUM. COLA</b>
A	50492844	50513775
B	50492835	57982408
C	50492853	51892930

**Nota:** Por cada circuito se instalarán equipos registradores de redes Circutor Cava251.

Tabla 17

Relación de equipos de instalación

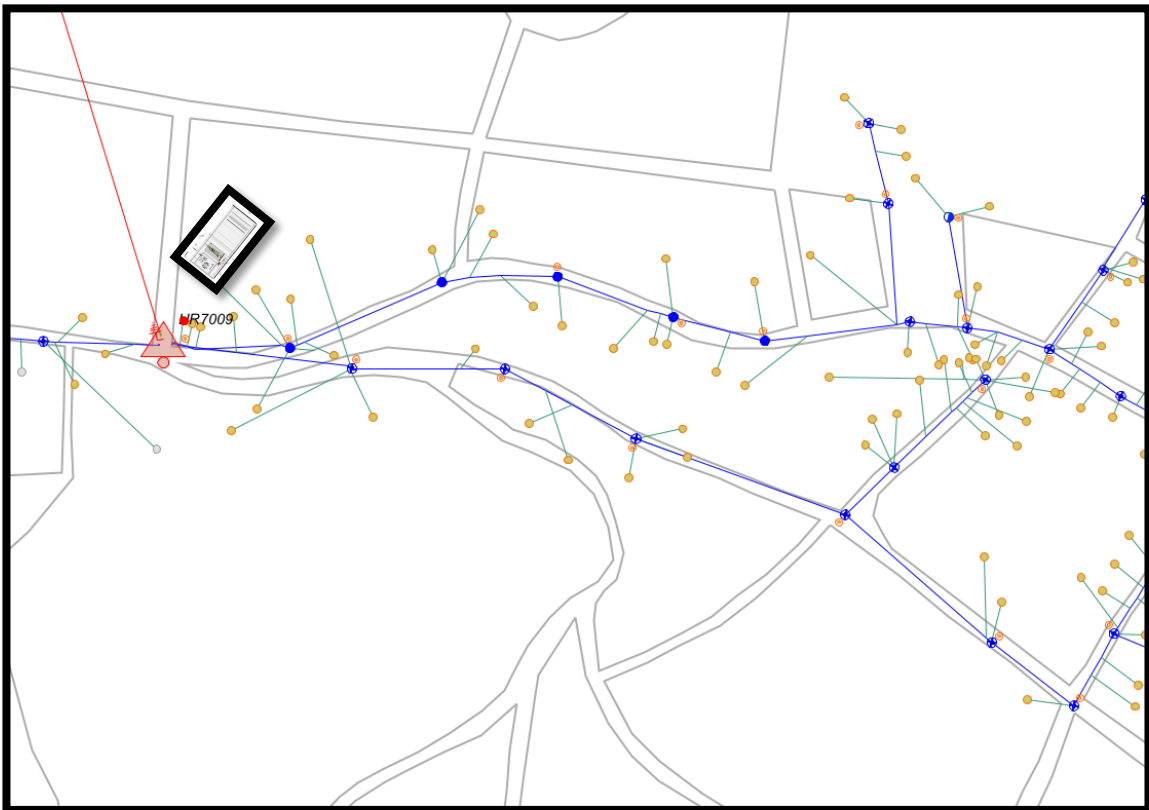
<b>Suministro</b>	<b>Serie de equipo</b>	<b>Fecha de calibración</b>
50492844	300948951	25-11-2020
50513775	300948001	25-11-2020
50492835	300949286	25-11-2020
57982408	300251132	24-11-2020
50492853	300347026	24-11-2020
51892930	300345030	24-11-2020

## CIRCUITO A

Suministro cabecero (50492844):

Instalación de equipo registrador el día 15 de junio del 2021 a las 16:23 hrs.

Retiro del equipo registrador el día 17 de junio del 2021 a las 18:39 hrs.



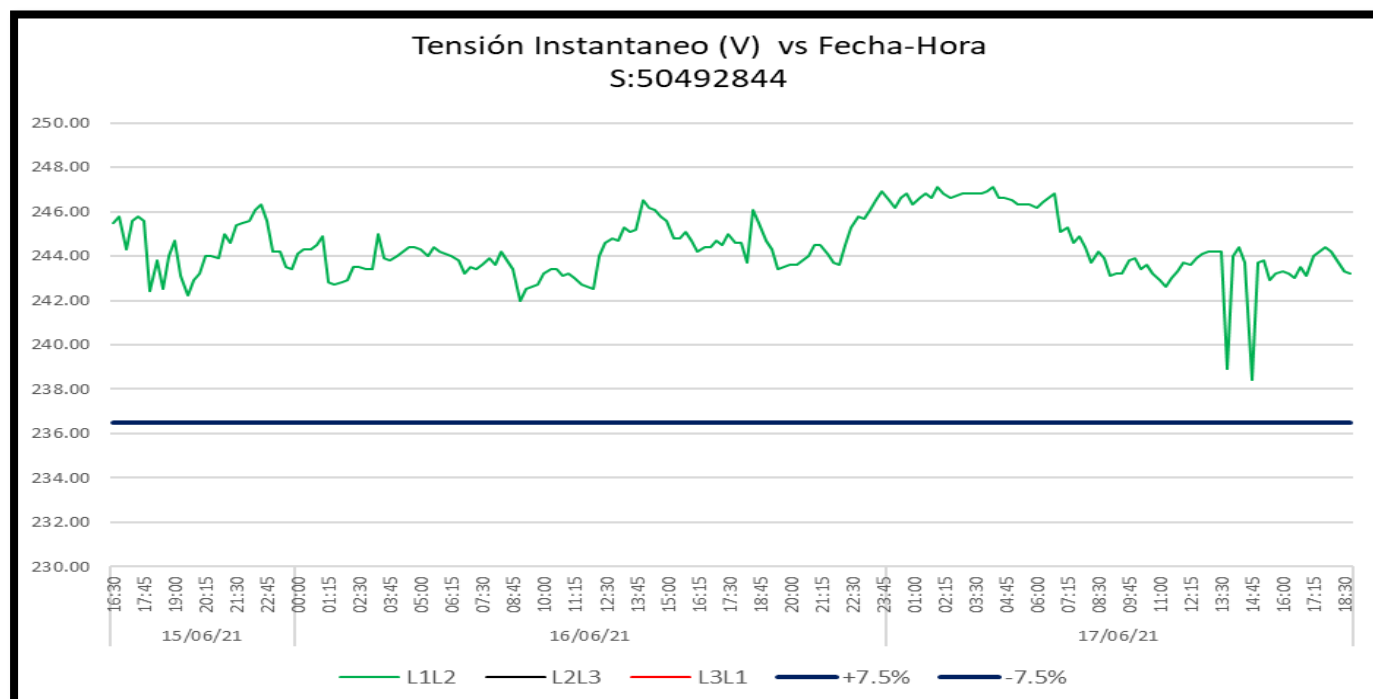
*Figura N° 48:* Ubicación del suministro 50492844.

## ANALISIS DE DATOS DE TENSION – SUMINISTRO 50492844

**Tabla 18**

*Analisis de los valores de tension basados la NTCSE – Suministro 50492844.*

SC	Agrupación	Nro. Intervalos	Rango	Nro. Referencia	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	0	236.5V	0	+7.5%	
			236.5V - 220.0V	0		<b>247.10V</b>
			220.0V	0	220.0V	
			220.0V - 203.5V	0		<b>238.40V</b>
	Mala	202	> 236.5V	202	> a +7.5%	
			< 203.5V	0	< a -7.5%	
Total	202	=	202			
Calculando el 5.0% Mala Calidad	10.1	<b>Mala Calidad</b>				



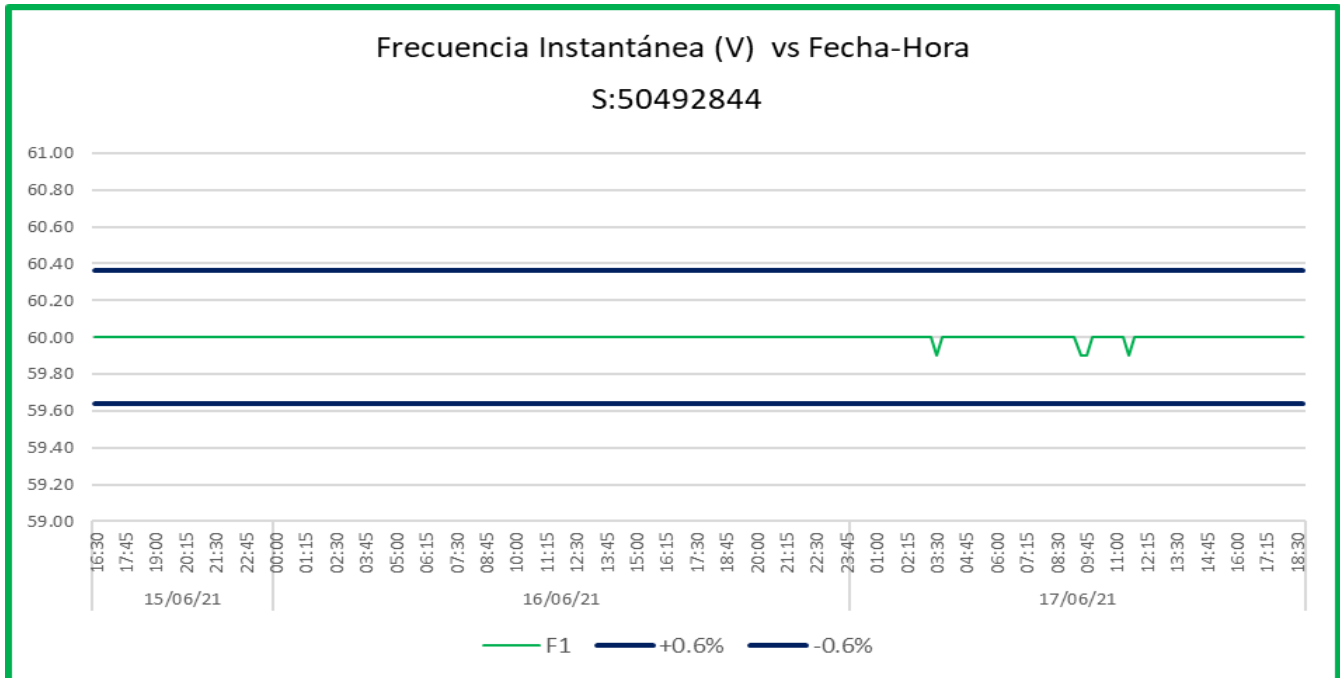
**Figura N° 49:** Tensión instantánea del suministro 50492844.

## ANÁLISIS DE REFERENCIA DE FRECUENCIA – SUMINISTRO 50492844

**Tabla 19**

*Analisis de los valores de Frecuencia basados la NTCSE- Suministro 50492844*

SC	Agrupación	Nro. Intervalos	Limites	Nro. Intervalos	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	60.4Hz	0	+0.6%	
			< 60.4Hz y 60.0Hz>	0		<b>60.00Hz</b>
			60.0Hz	198	60.0Hz	
			< 60.0Hz y 59.6Hz >	04		<b>59.90Hz</b>
	Mala	0	> 60.4Hz	0	> a +0.6%	
			< 59.6Hz	0	< a -0.6%	
	Total	202	60.4Hz	202		
		<b>Buena Calidad</b>				



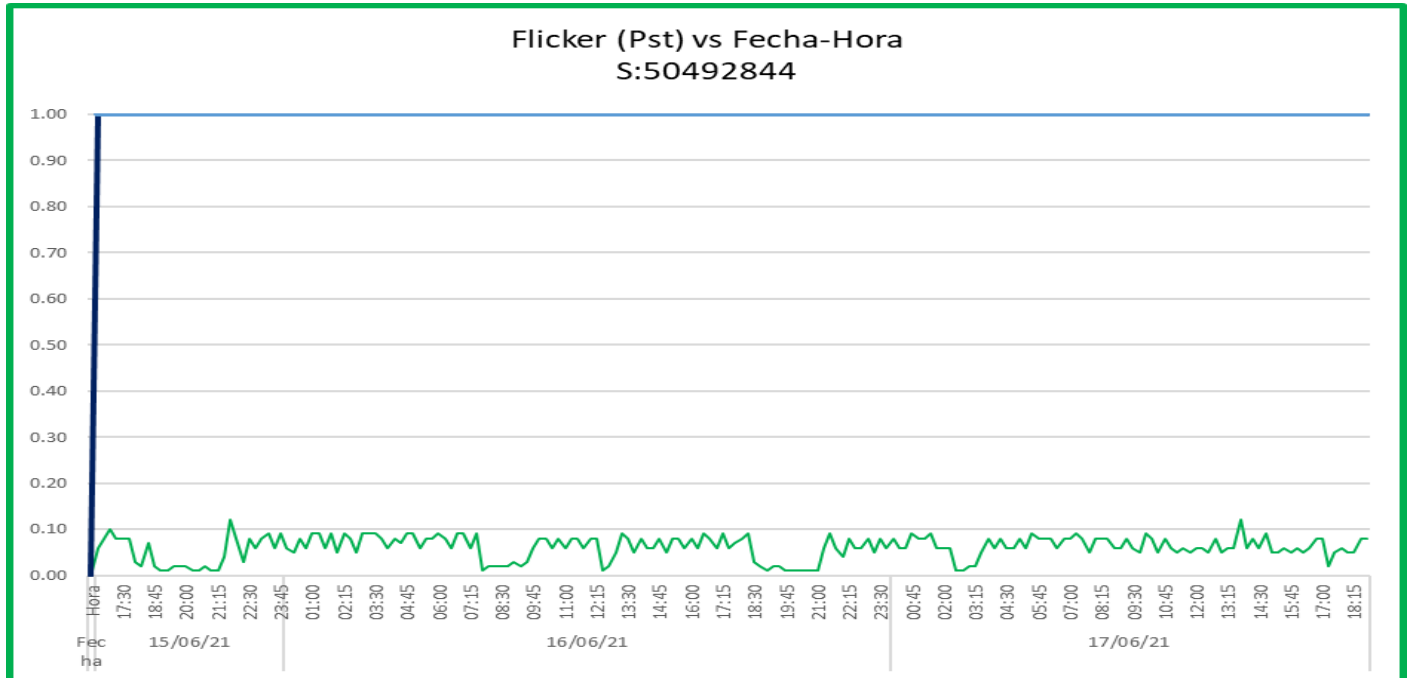
**Figura N° 50:** Frecuencia instantánea del suministro 50492844.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE FLICKER – SUMINISTRO 50492844

**Tabla 20**

*Analisis de los valores de Flicker basados la NTCSEER - Suministro 50492844.*

SC	Agrupación	Nro. Referencia	Limites	Nro. Referencia	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	Igual a 1.0	0	+100.0%	
				0		<b>0.12</b>
			Entre 1.0 y 0.0	202	1.0	
				0		<b>0.01</b>
	Mala	0	Mayor a 1.0	0	> a +100.0%	
	Total	202	=	202		
		<b>Buena Calidad</b>				



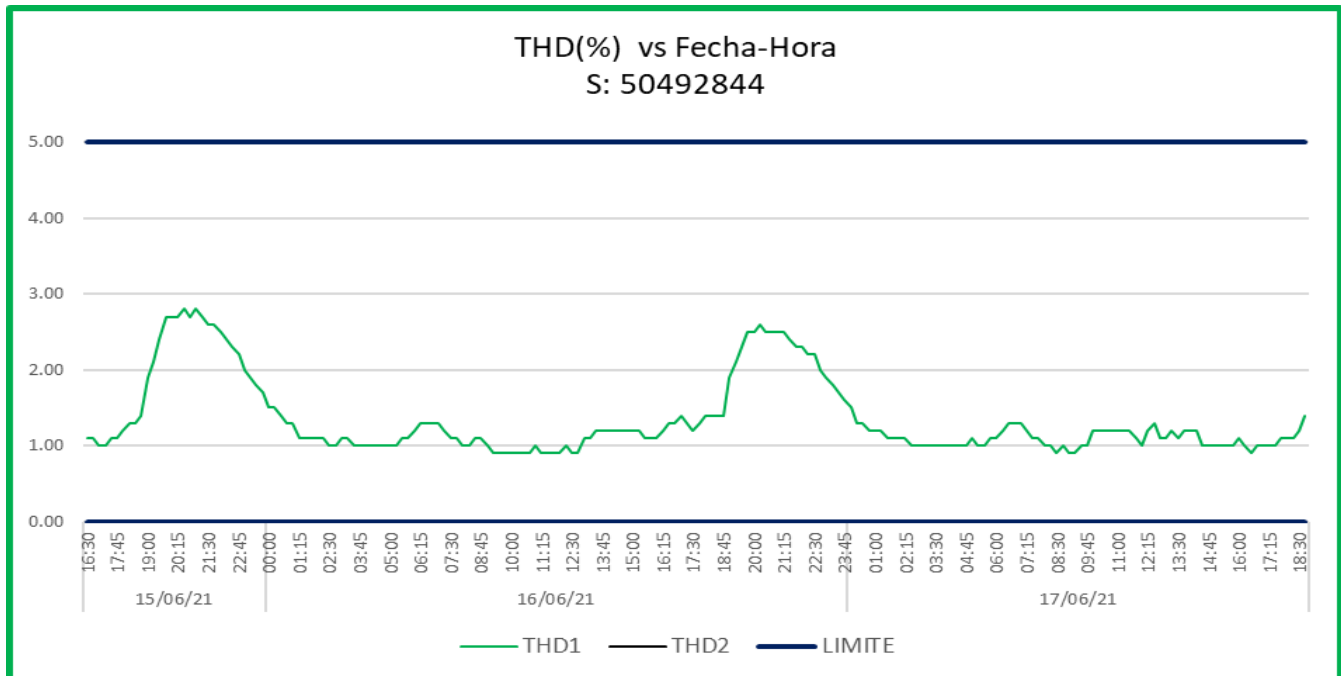
**Figura N° 51:** Flicker (Pst) del suministro 50492844.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE DISTORSION ARMONICO – SUMINISTRO 50492844

**Tabla 21**

*Analisis de los valores de THD basados la NTCSE- Suministro 50492844.*

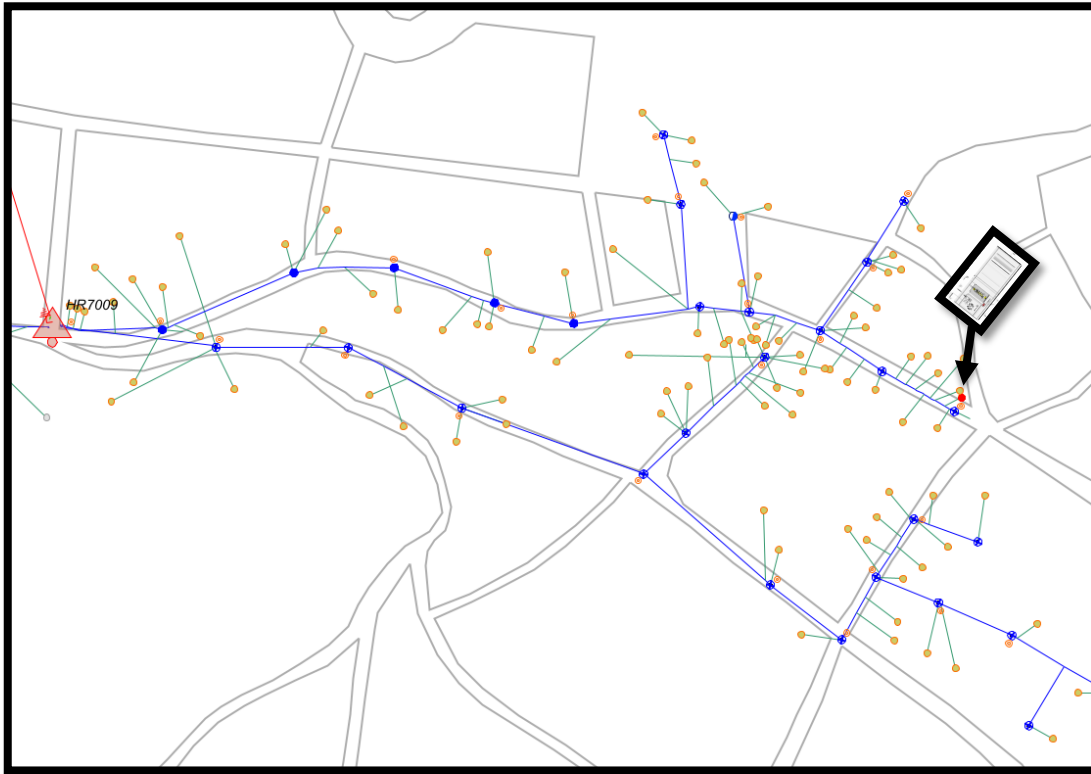
SC	Agrupación	Nro. Intervalos	Limites	Nro. Intervalos	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	Igual a 5.0 THDV	0	+100.0%	
				0		<b>2.80V</b>
			Entre 5.0 THDV y 0.0 THDV	202	5.0V	
						<b>0.90V</b>
	Mala	0	Mayor a 5.0 THDV	0	-100.0%	
	Total	202	=	202	> a +100.0%	
		<b>Buena calidad</b>				



**Figura N° 52:** THD del suministro 50492844.

Suministro cola (50513775):

Instalación de equipo registrador el día 15 de junio del 2021 a las 16:25 hrs.  
Retiro del equipo registrador el día 17 de junio del 2021 a las 18:40 hrs.



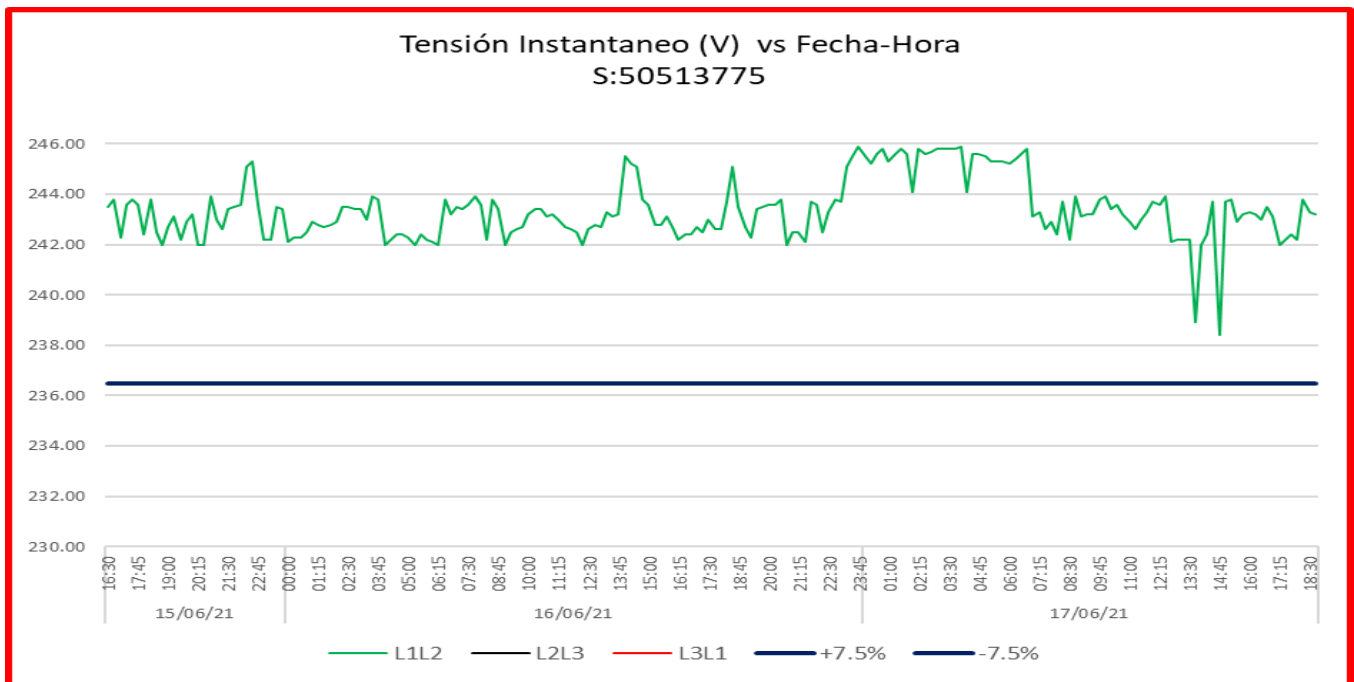
*Figura N° 53:* Ubicación del suministro 50513775.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE TENSION – SUMINISTRO 50513775

**Tabla 22**

*Analisis de los valores de Tension basados la NTCSE – suministro 50513775.*

SC	Agrupación	Nro. Referencia	Limites	Nro. Referencia	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	0	236.5V	0	+7.5%	
			236.5V - 220.0V	0		<b>245.90V</b>
			220.0V	0	220.0V	
			220.0V - 203.5V	0		<b>238.40V</b>
			203.5V	0	-7.5%	
	Mala	202	> 236.5V	202	> a +7.5%	
< 203.5V			0	< a -7.5%		
Total	202	=	202			
Calculando el 5.0% Mala	10.1	<b>Mala</b>				



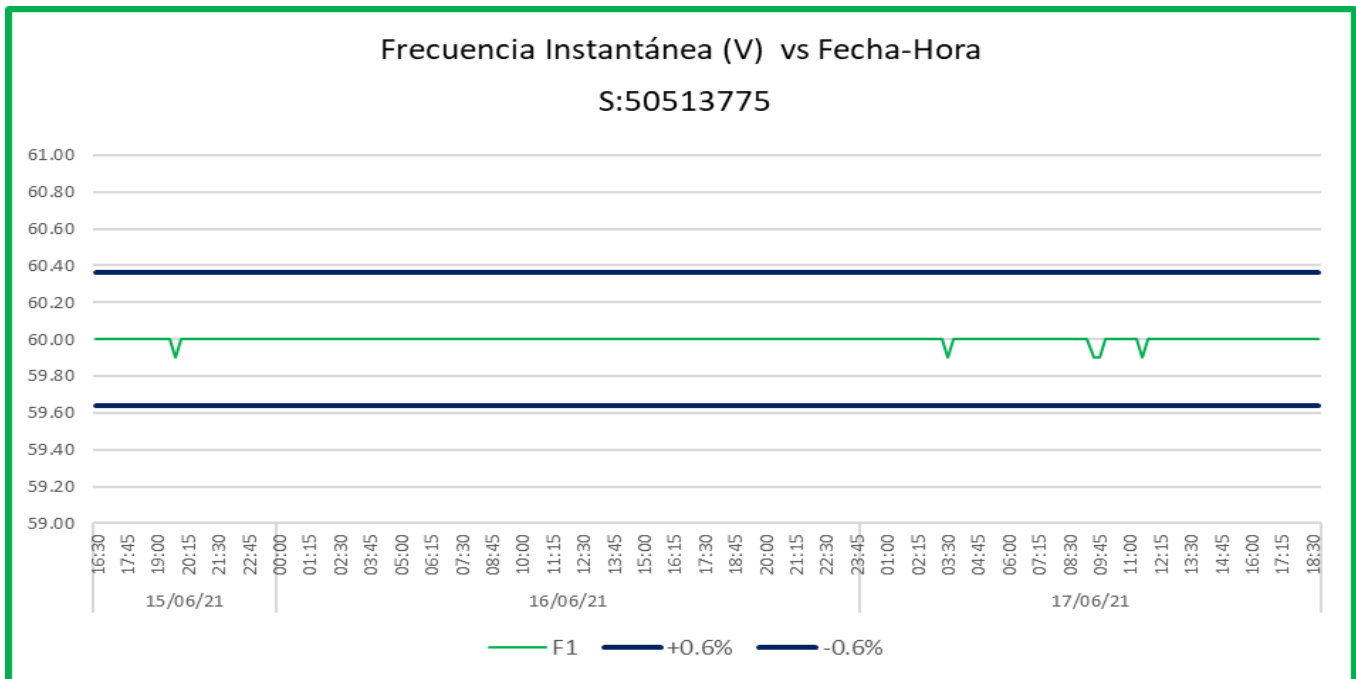
**Figura N° 54:** Tensión instantánea del suministro 50513775.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE FRECUENCIA – SUMINISTRO 50513775

**Tabla 23**

*Analisis de los valores de Frecuencia basados la NTCSEER – suministro 50513775.*

SC	Agrupación	Nro. Intervalos	Limites	Nro. Intervalos	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	60.4Hz	0	+0.6%	
			< 60.4Hz y 60.0Hz>	0		<b>60.00Hz</b>
			60.0Hz	197	60.0Hz	
			< 60.0Hz y 59.6Hz >	05		<b>59.90Hz</b>
	Mala	0	> 60.4Hz	0	> a +0.6%	
			< 59.6Hz	0	< a -0.6%	
	Total	202	60.4Hz	202		
		<b>Buena</b>				



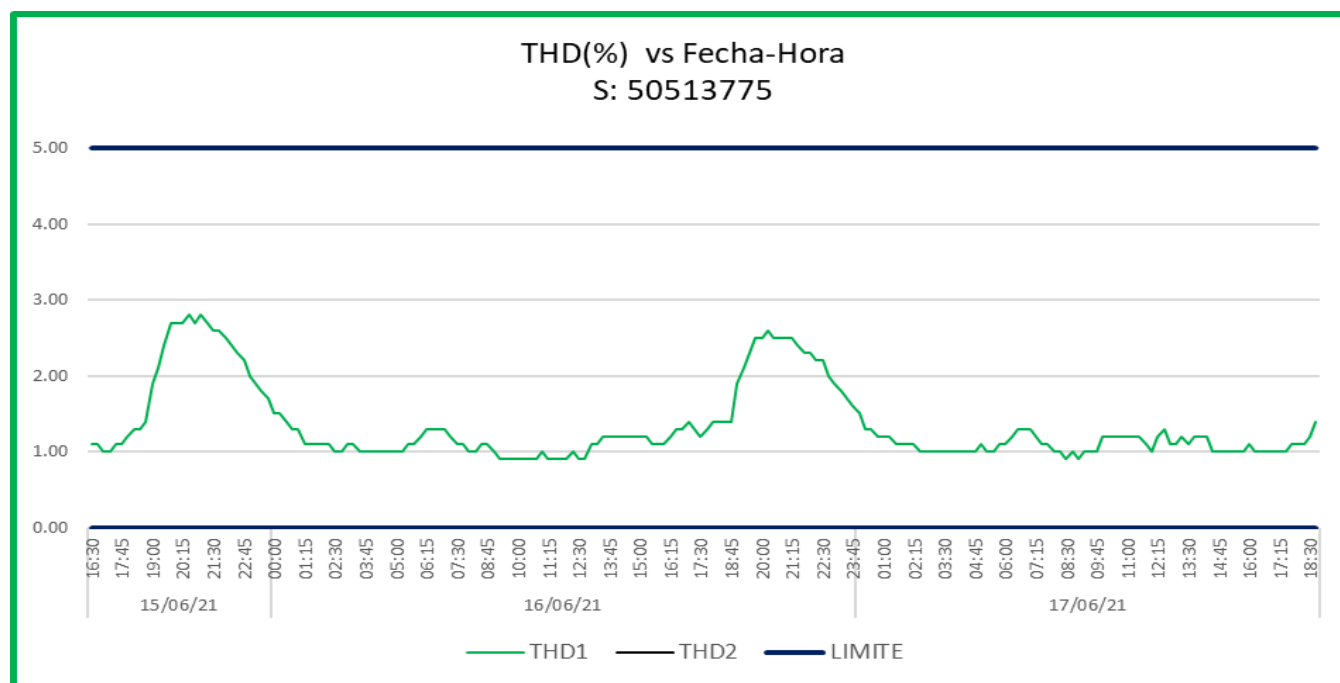
**Figura N° 55:** Frecuencia instantánea del suministro 50513775.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE DISTORSION ARMONICO – SUMINISTRO 50513775

**Tabla 24**

*Analisis de los valores de THD basados la NTCSEER – suministro 50513775.*

SC	Agrupación	Nro. Intervalos	Limites	Nro. Intervalos	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	Igual a 5.0 THDV	0	+100.0%	
				0		<b>2.80V</b>
			Entre 5.0 THDV y 0.0 THDV	202	5.0V	
						<b>0.90V</b>
			Igual a 0.0 THDV	0	-100.0%	
	Mala	0	Mayor a 5.0 THDV	0	> a +100.0%	
Total	202	=	202			
		<b>Buena</b>				



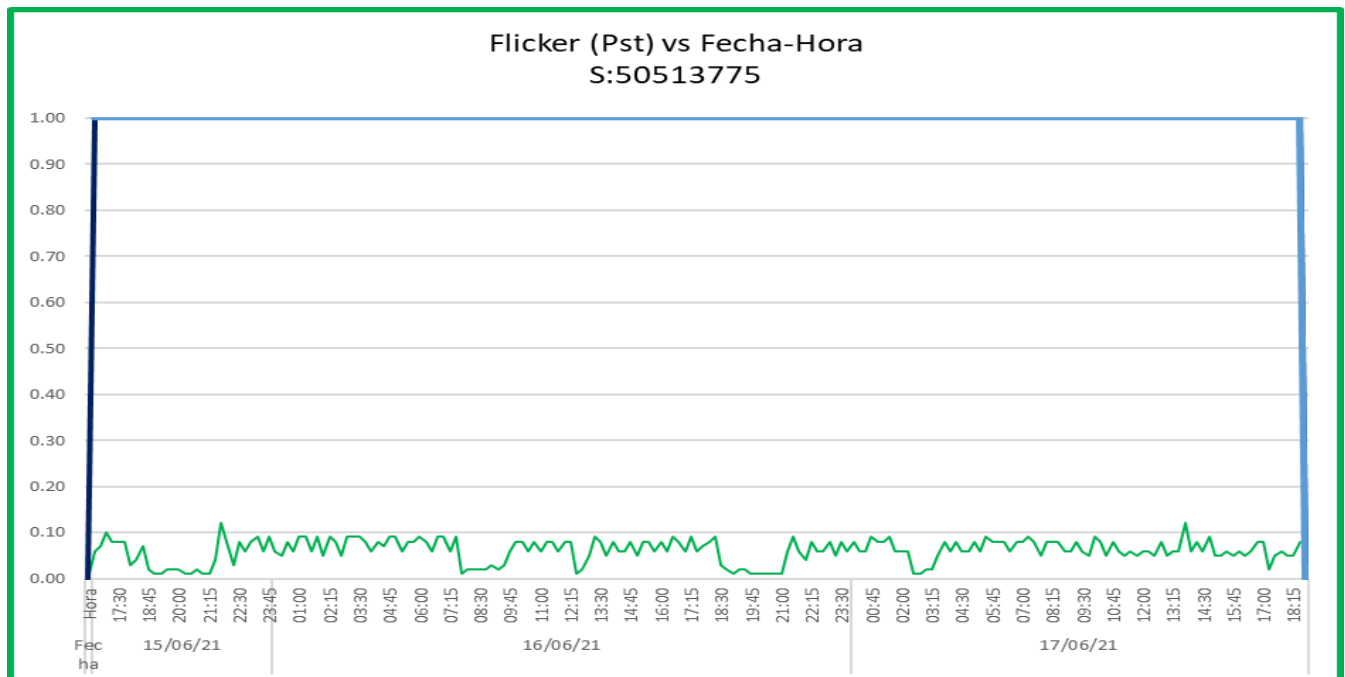
**Figura N° 56:** THD del suministro 50513775.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE FLICKER – SUMINISTRO 50513775

**Tabla 25**

*Analisis de los valores de Flickler basados la NTCSEER – suministro 50513775.*

SC	Agrupación	Nro. Referencia	Limites	Nro. Referencia	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena Calidad	201	Igual a 1.0	0	+100.0%	
				0		<b>0.12</b>
			Entre 1.0 y 0.0	201	1.0	
				0		<b>0.01</b>
			Igual a 0.0	0	-100.0%	
	Mala	0	Mayor a 1.0	0	> a +100.0%	
Total	201	=	201			
		<b>Buena</b>				



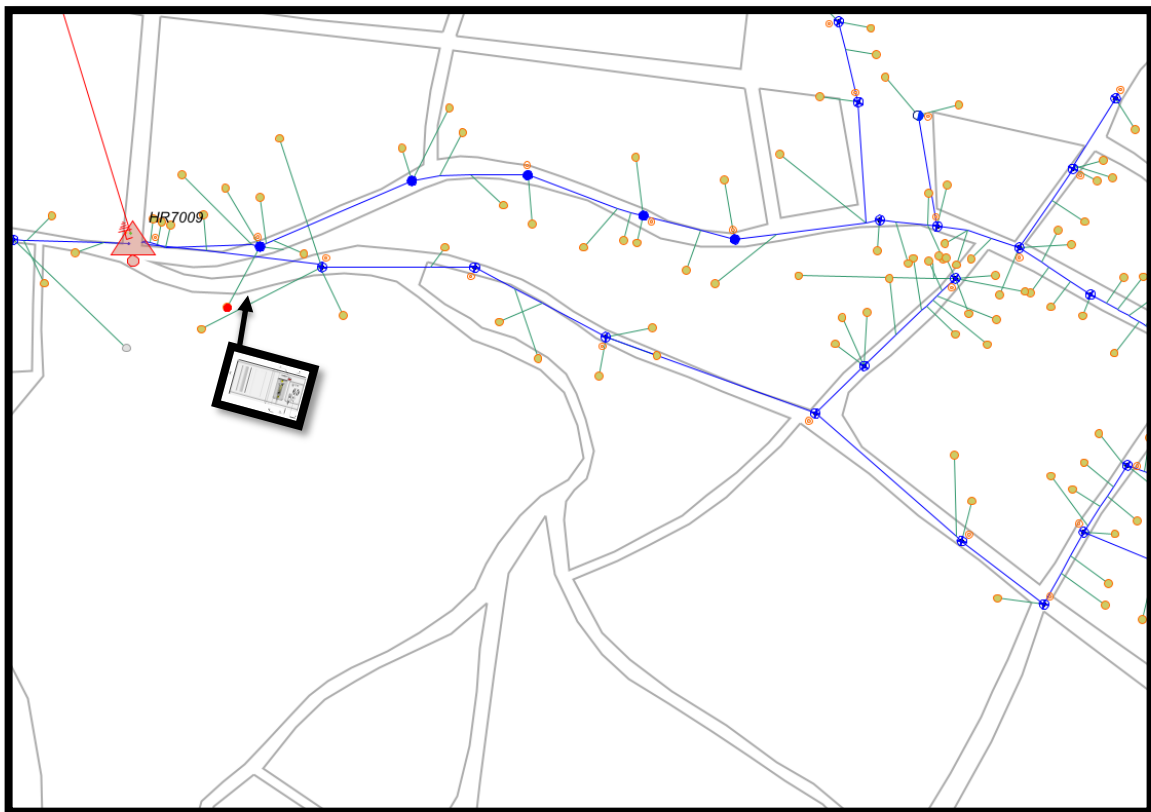
**Figura N° 57:** Flicker del suministro 50513775.

## CIRCUITO B

Suministro Cabecera (50492835):

Instalación de equipo registrador el día 15 de junio del 2021 a las 16:23 hrs.

Retiro del equipo registrador el día 17 de junio del 2021 a las 18:39 hrs.



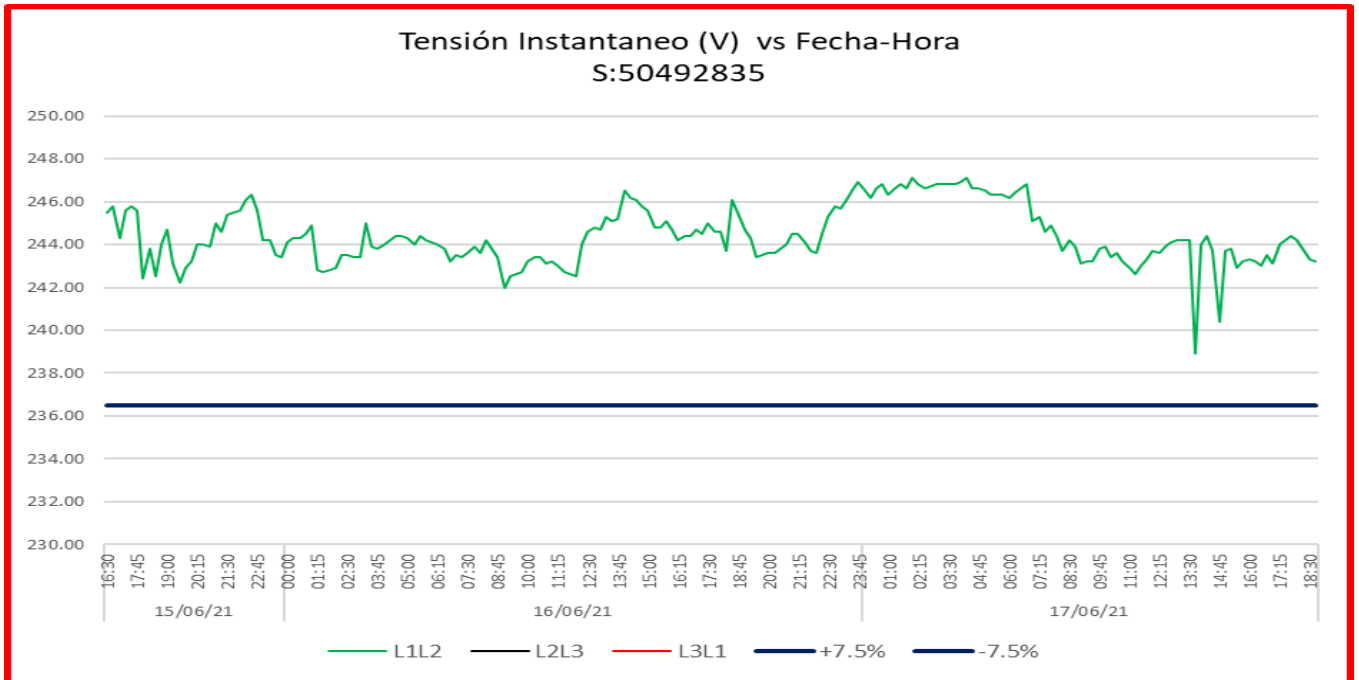
*Figura N° 58: Ubicación del suministro 50492835.*

## ANALISIS DE REFERENCIA DE TENSION – SUMINISTRO 50492835

**Tabla 26**

*Analisis de los valores de Tension basados la NTCSE – suministro 50492835*

SC	Agrupación	Nro. Referencia	Limites	Nro. Referencia	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	0	236.5V	0	+7.5%	
			236.5V - 220.0V	0		<b>247.10V</b>
			220.0V	0	220.0V	
			220.0V - 203.5V	0		<b>238.90V</b>
			203.5V	0	-7.5%	
	Mala	202	> 236.5V	202	> a +7.5%	
			< 203.5V	0	< a -7.5%	
Total	202	=	202			
Calculando el 5.0% Mala	10.1	<b>Mala</b>				



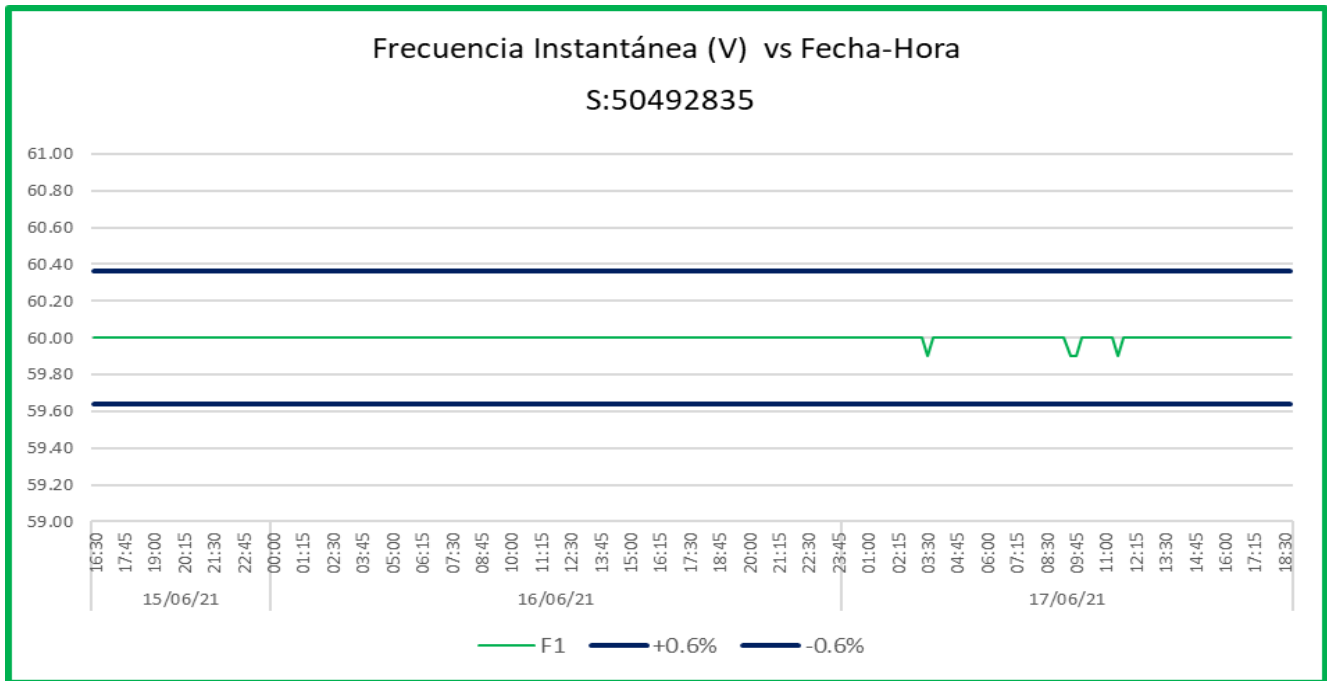
**Figura N° 59:** Tensión del suministro 50492835.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE FRECUENCIA – SUMINISTRO 50492835

**Tabla 27**

*Analisis de los valores de Frecuencia basados la NTCSE – suministro 50492835.*

SC	Agrupación	Nro. Intervalos	Limites	Nro. Intervalos	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	60.4Hz	0	+0.6%	
			< 60.4Hz y 60.0Hz>	0		<b>60.00Hz</b>
			60.0Hz	198	60.0Hz	
			< 60.0Hz y 59.6Hz >	04		<b>59.90Hz</b>
	Mala	0	> 60.4Hz	0	> a +0.6%	
			< 59.6Hz	0	< a -0.6%	
	Total	202	60.4Hz	202		
		<b>Buena</b>				



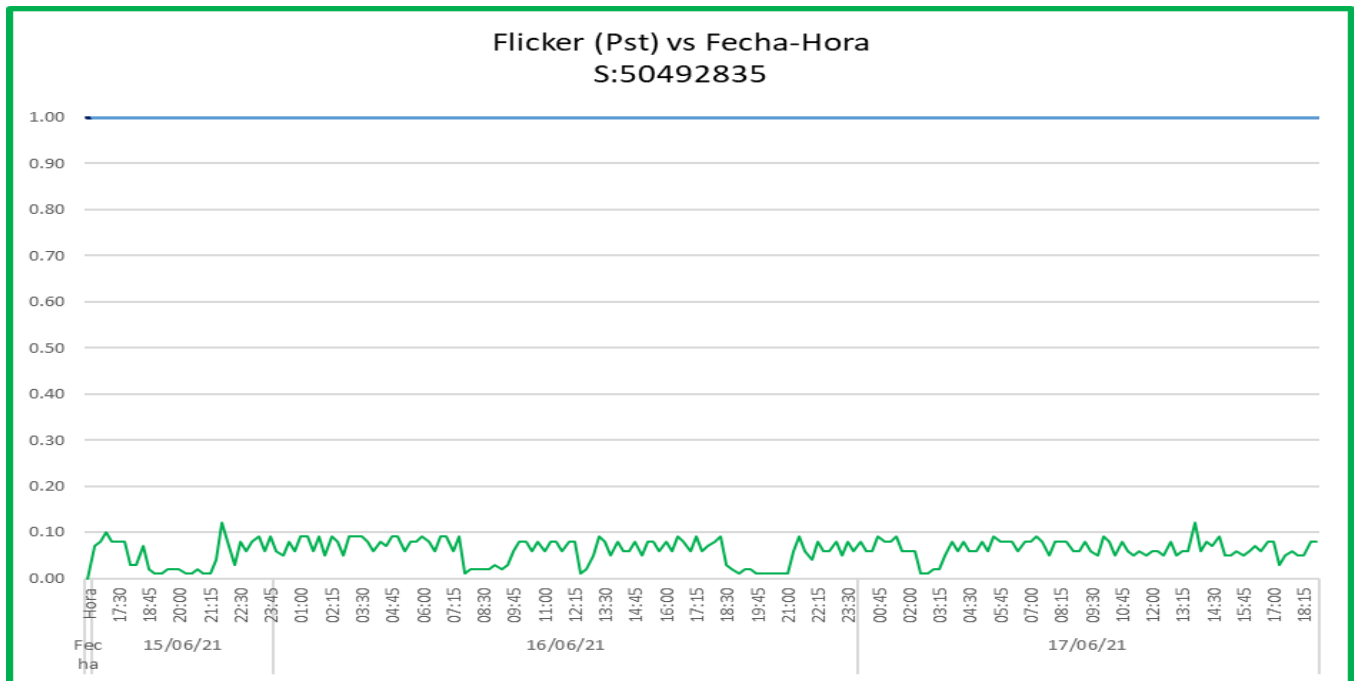
**Figura N° 60:** Frecuencia del suministro 50492835.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE FLICKER – SUMINISTRO 50492835

**Tabla 28**

*Analisis de los valores de Flicker basados a la NTCSE – suministro 50492835.*

SC	Agrupación	Nro. Referencia	Limites	Nro. Referencia	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	Igual a 1.0	0	+100.0%	
				0		<b>0.12</b>
			Entre 1.0 y 0.0	202	1.0	
				0		<b>0.01</b>
	Mala	0	Mayor a 1.0	0	> a +100.0%	
	Total	202	=	202		
		<b>Buena</b>				



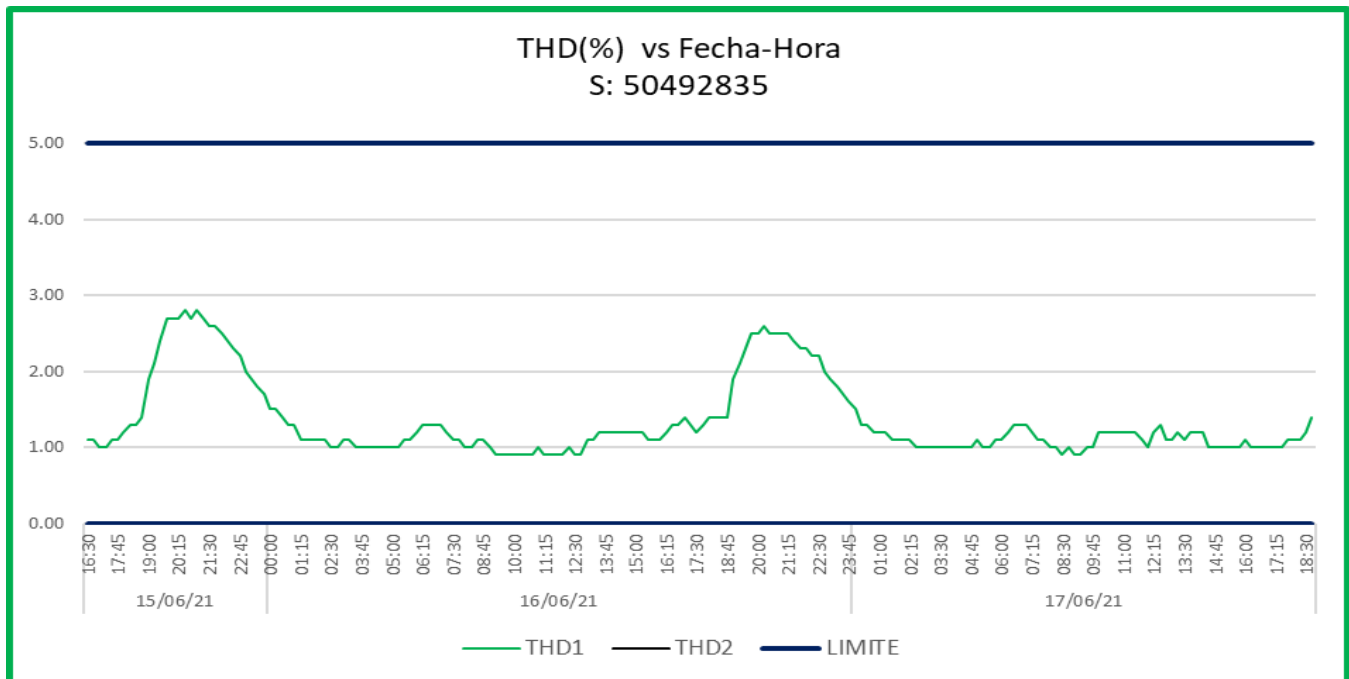
**Figura N° 61:** Flicker del suministro 50492835.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE FLICKER – SUMINISTRO 50492835

**Tabla 29**

*Analisis de los valores de THD basados a la NTCSE – suministro 50492835.*

SC	Agrupación	Nro. Intervalos	Limites	Nro. Intervalos	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	Igual a 5.0 THDV	0	+100.0%	<b>2.80V</b>
			Entre 5.0 THDV y 0.0 THDV	202	5.0V	<b>0.90V</b>
			Igual a 0.0 THDV	0	-100.0%	
			Mayor a 5.0 THDV	0	> a +100.0%	
	Mala	0		0		
	Total	202	=	202		
		<b>Buena</b>				

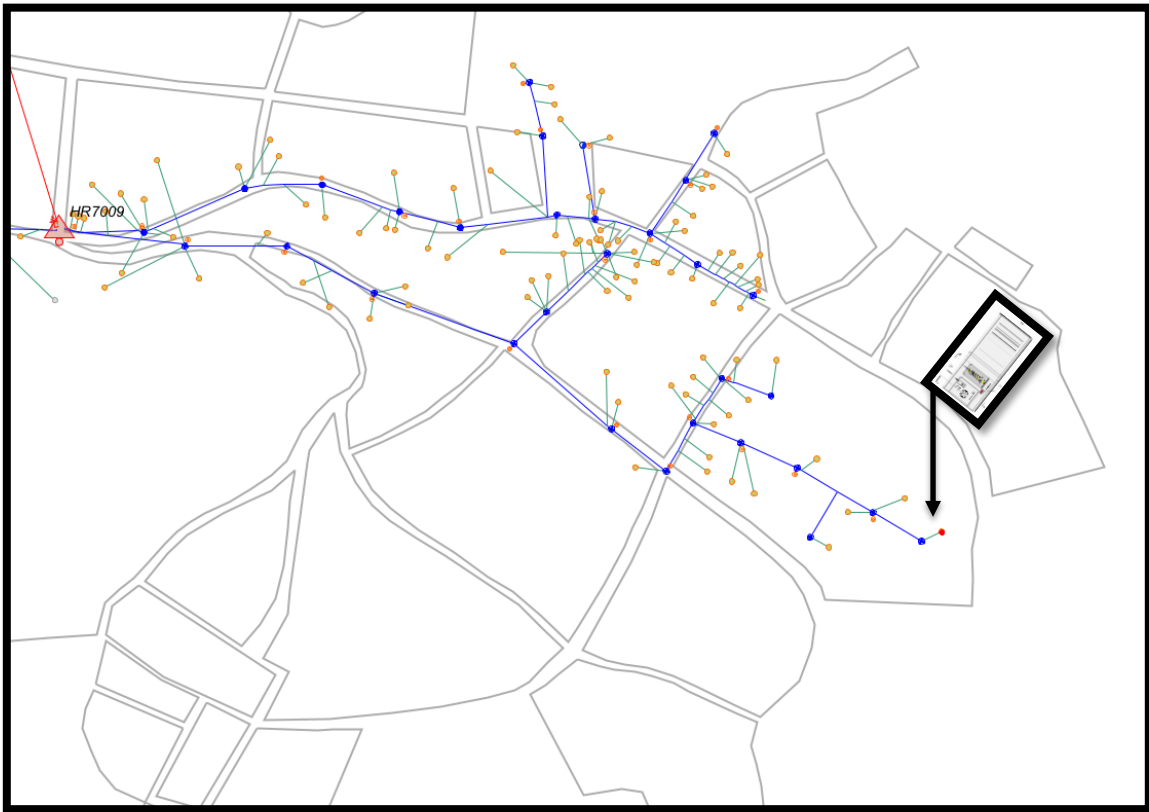


**Figura N° 62:** THD del suministro 50492835.

Suministro Cola (57982408):

Instalación de equipo registrador el día 15 de junio del 2021 a las 16:23 hrs.

Retiro del equipo registrador el día 17 de junio del 2021 a las 18:39 hrs.



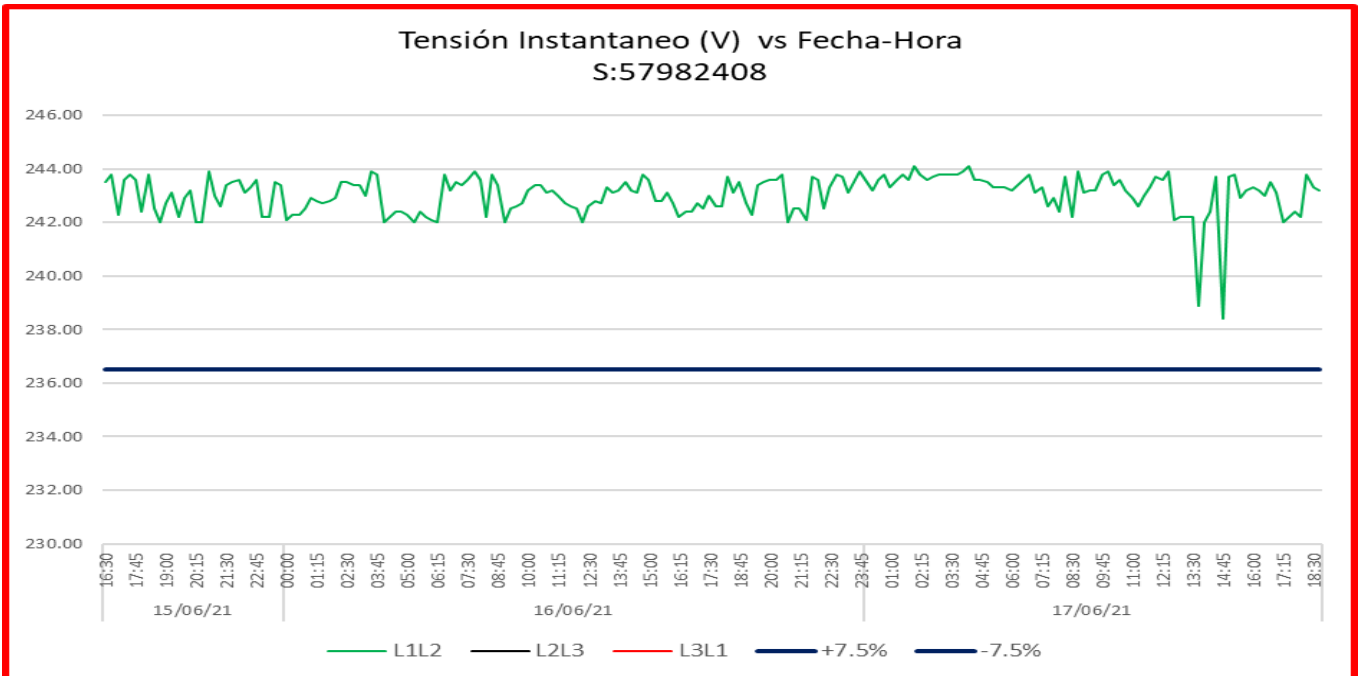
*Figura N° 63: Ubicación del suministro 57982408.*

## ANALISIS DE REFERENCIA DE TENSION – SUMINISTRO 57982408

**Tabla 30**

*Analisis de los valores de Tension basados a la NTCSE – suministro 57982408.*

SC	Agrupación	Nro. Referencia	Limites	Nro. Referencia	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	0	236.5V	0	+7.5%	
			236.5V - 220.0V	0		<b>244.10V</b>
			220.0V	0	220.0V	
			220.0V - 203.5V	0		<b>238.40V</b>
			203.5V	0	-7.5%	
	Mala	202	> 236.5V	202	> a +7.5%	
			< 203.5V	0	< a -7.5%	
Total	202	=	202			
Calculando el 5.0% Mala	10.1	<b>Mala</b>				



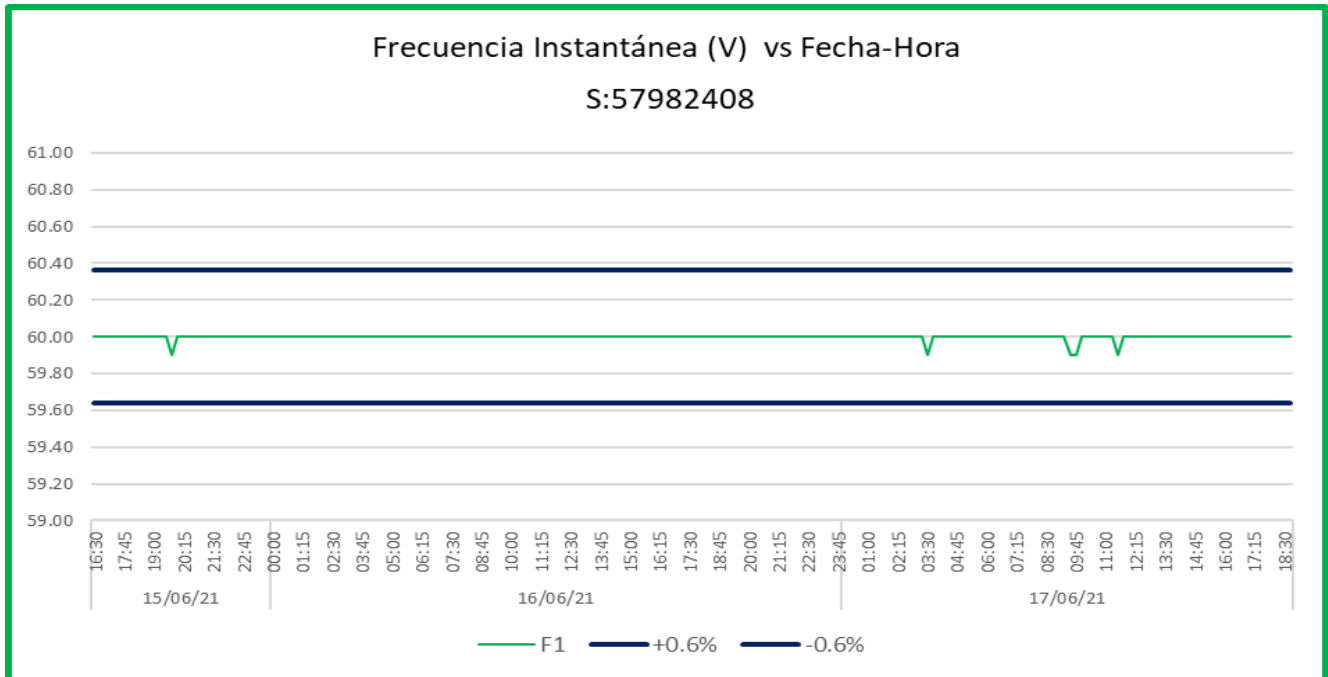
**Figura N° 64:** Tensión instantánea del suministro 57982408.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE FRECUENCIA – SUMINISTRO 57982408

**Tabla 31**

*Analisis de los valores de Frecuencia basados a la NTCSE – suministro 57982408.*

SC	Agrupación	Nro. Intervalos	Limites	Nro. Intervalos	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	60.4Hz	0	+0.6%	
			< 60.4Hz y 60.0Hz>	0		<b>60.00Hz</b>
			60.0Hz	197	60.0Hz	
			< 60.0Hz y 59.6Hz >	05		<b>59.90Hz</b>
	Mala	0	> 60.4Hz	0	> a +0.6%	
			< 59.6Hz	0	< a -0.6%	
	Total	202	60.4Hz	202		
		<b>Buena</b>				



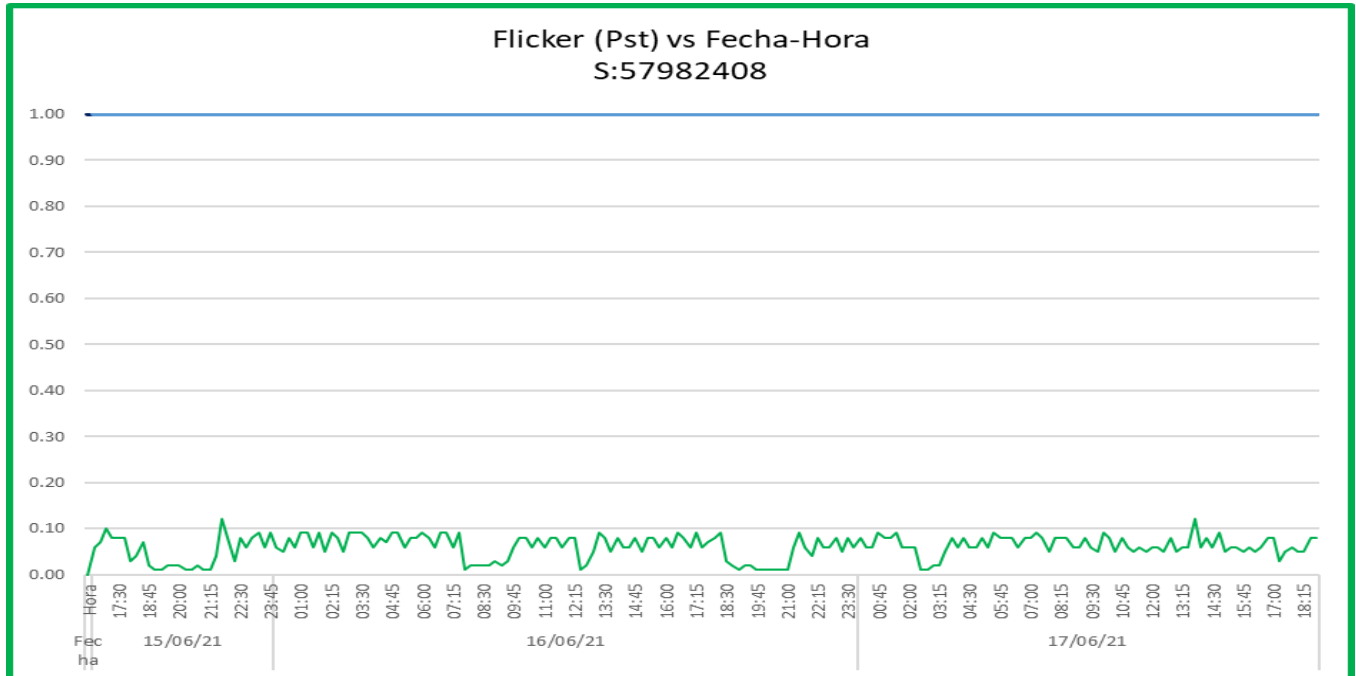
**Figura N° 65:** Frecuencia instantánea del suministro 57982408.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE FLICKER – SUMINISTRO 57982408

**Tabla 32**

*Analisis de los valores de Flicker basados a la NTCSE – suministro 57982408.*

SC	Agrupación	Nro. Referencia	Limites	Nro. Referencia	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	Igual a 1.0	0	+100.0%	
				0		<b>0.12</b>
			Entre 1.0 y 0.0	202	1.0	
				0		<b>0.01</b>
	Mala	0	Mayor a 1.0	0	> a +100.0%	
	Total	202	=	202		
		<b>Buena</b>				



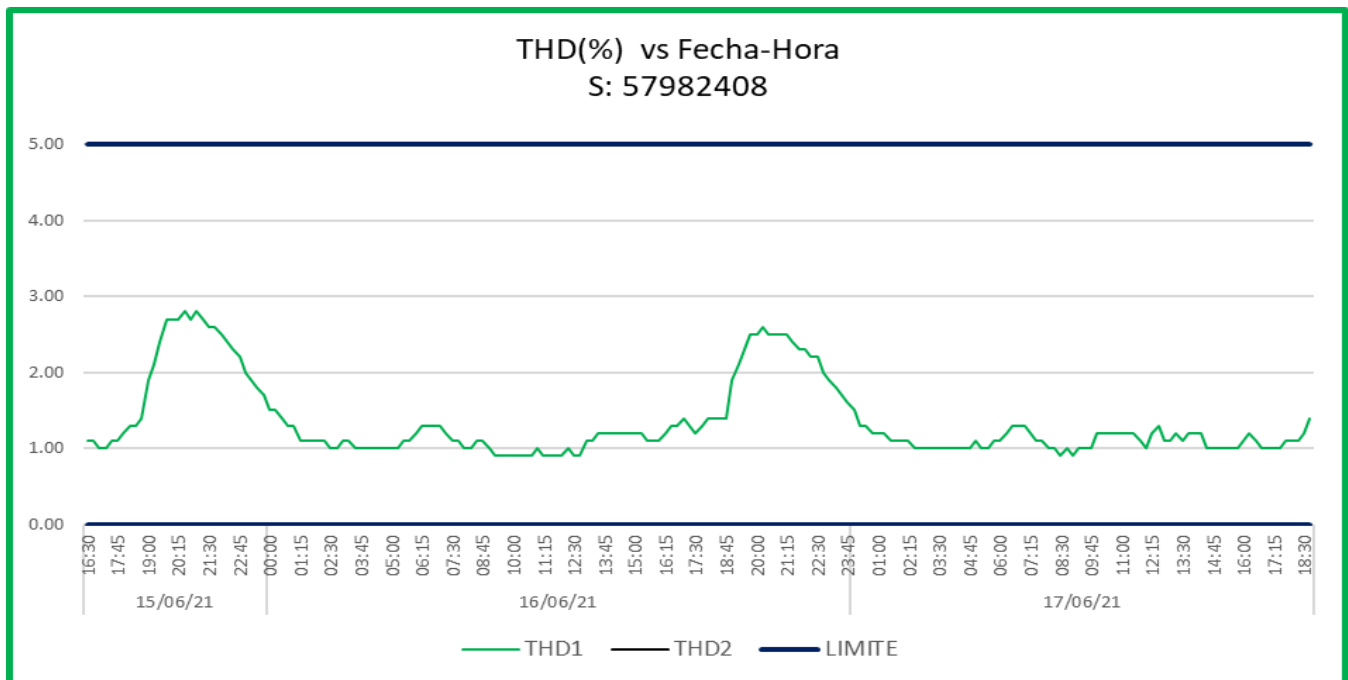
**Figura N° 66:** Flicker del suministro 57982408.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE FLICKER – SUMINISTRO 57982408

**Tabla 33**

*Analisis de los valores de THD basados a la NTCSE – suministro 57982408.*

SC	Agrupación	Nro. Intervalos	Limites	Nro. Intervalos	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	Igual a 5.0 THDV	0	+100.0%	<b>2.80V</b>
			Entre 5.0 THDV y 0.0 THDV	202	5.0V	<b>0.90V</b>
			Igual a 0.0 THDV	0	-100.0%	
			Mayor a 5.0 THDV	0	> a +100.0%	
	Mala	0	=	202		
	Total	202				
Calculando el 5.0% Buena	10.1	<b>Buena</b>				



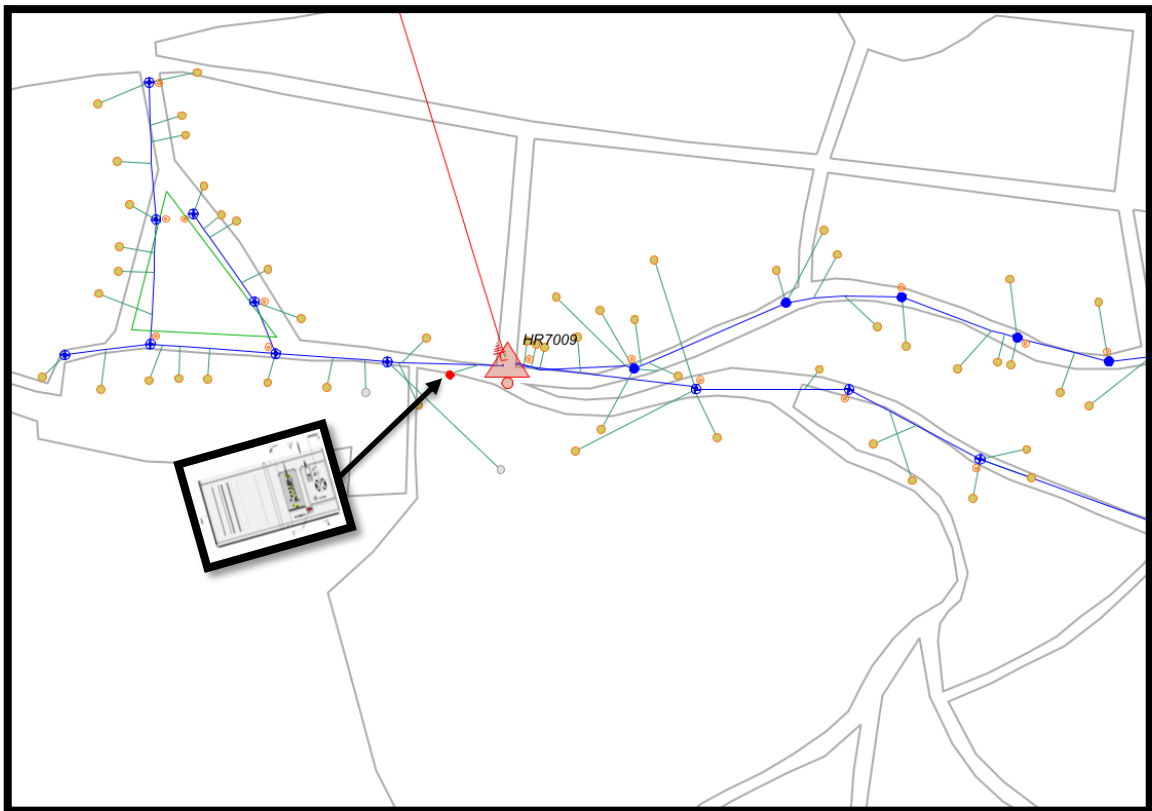
**Figura N° 67:** THD del suministro 57982408.

## CIRCUITO C

Suministro Cabecera (50492853):

Instalación de equipo registrador el día 15 de junio del 2021 a las 16:23 hrs

Retiro del equipo registrador el día 17 de junio del 2021 a las 18:39 hrs.



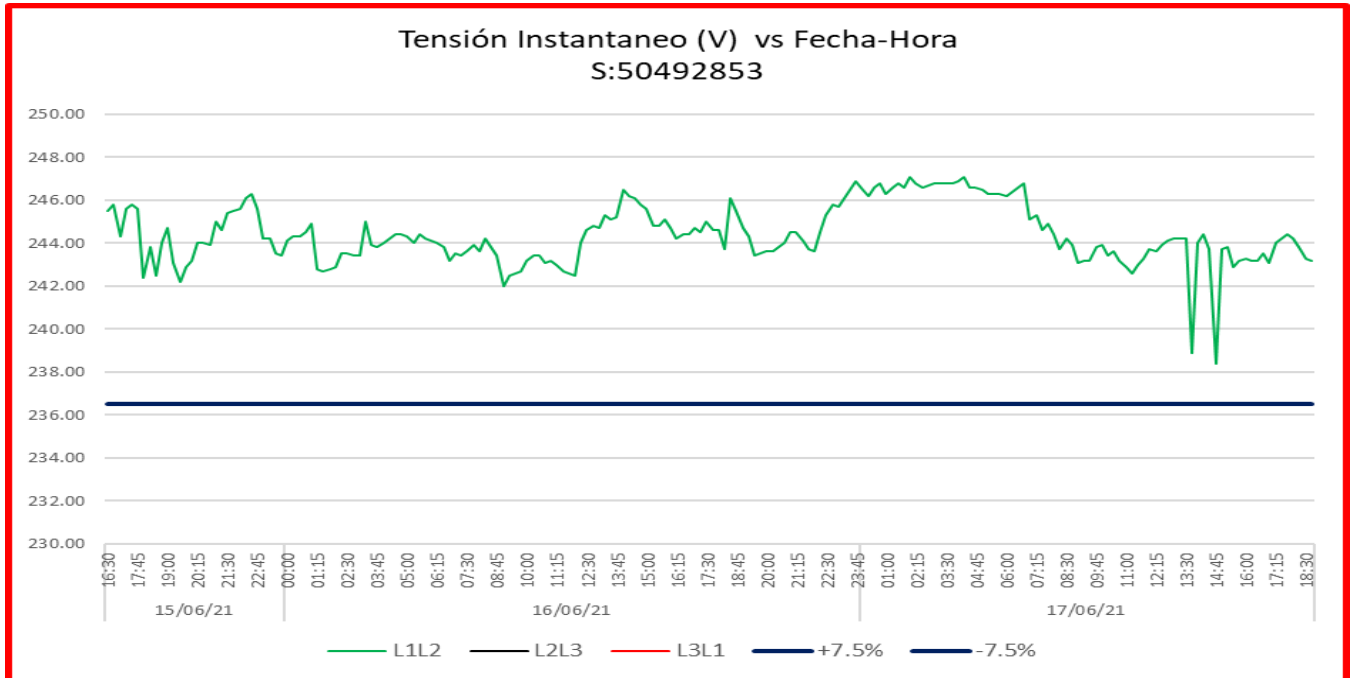
*Figura N° 68:* Ubicación del suministro 50492853.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE TENSION – SUMINISTRO 50492853

**Tabla 34**

*Analisis de los valores de Tension basados a la NTCSE – suministro 50492853.*

SC	Agrupación	Nro. Referencia	Limites	Nro. Referencia	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	0	236.5V	0	+7.5%	
			236.5V - 220.0V	0		<b>247.10V</b>
			220.0V	0	220.0V	
			220.0V - 203.5V	0		<b>238.40V</b>
			203.5V	0	-7.5%	
	Mala	202	> 236.5V	202	> a +7.5%	
			< 203.5V	0	< a -7.5%	
Total	202	=	202			
Calculando el 5.0% Mala	10.1	<b>Mala</b>				



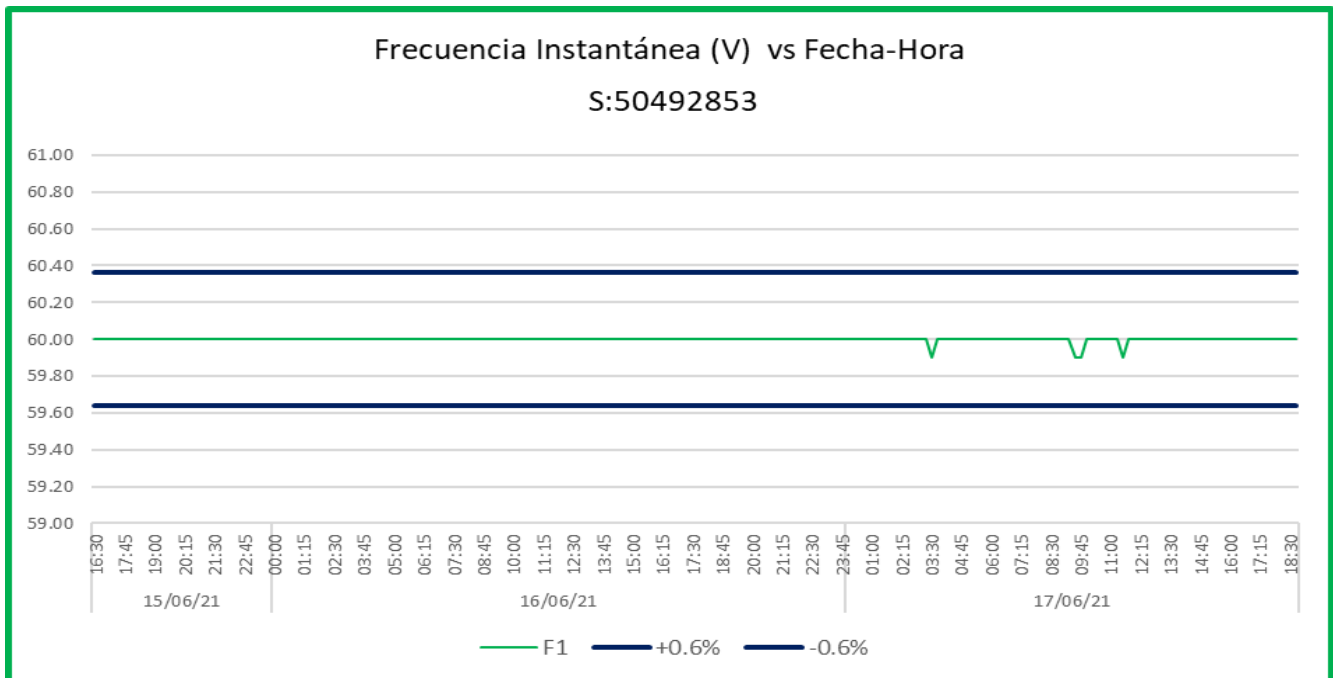
**Figura N° 69:** Tensión instantánea del suministro 50492853.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE FRECUENCIA – SUMINISTRO 50492853

**Tabla 35**

*Analisis de los valores de Frecuencia basados a la NTCSE – suministro 50492853.*

SC	Agrupación	Nro. Intervalos	Limites	Nro. Intervalos	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	60.4Hz	0	+0.6%	
			< 60.4Hz y 60.0Hz >	0		<b>60.00Hz</b>
			60.0Hz	198	60.0Hz	
			< 60.0Hz y 59.6Hz >	04		<b>59.90Hz</b>
	Mala	0	> 60.4Hz	0	> a +0.6%	
			< 59.6Hz	0	< a -0.6%	
	Total	202	60.4Hz	202		
		<b>Buena</b>				



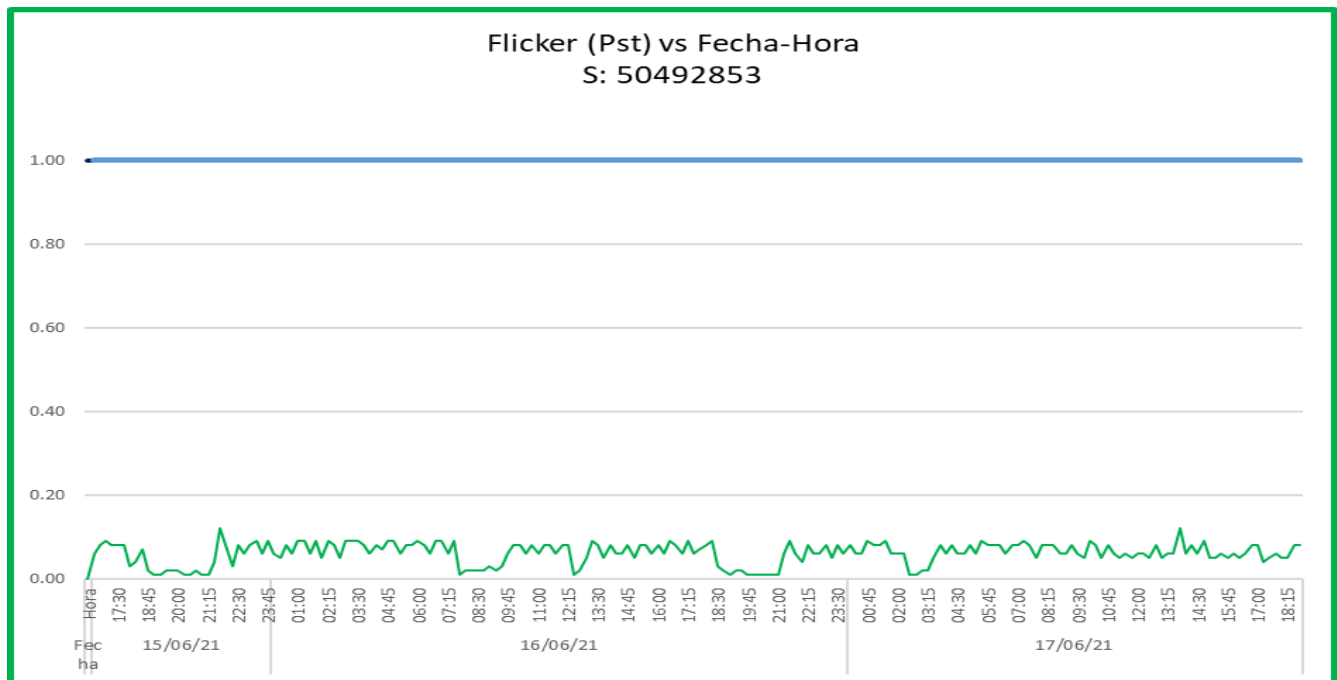
**Figura N° 70:** Frecuencia instantánea del suministro 50492853.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE FLICKER – SUMINISTRO 50492853

**Tabla 36**

*Analisis de los valores de Flicker basados a la NTCSE – suministro 50492853.*

SC	Agrupación	Nro. Referencia	Limites	Nro. Referencia	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena Calidad	202	Igual a 1.0	0	+100.0%	
				0		<b>0.12</b>
			Entre 1.0 y 0.0	202	1.0	
				0		<b>0.01</b>
	Mala	0	Mayor a 1.0	0	> a +100.0%	
	Total	202	=	202		
		<b>Buena</b>				



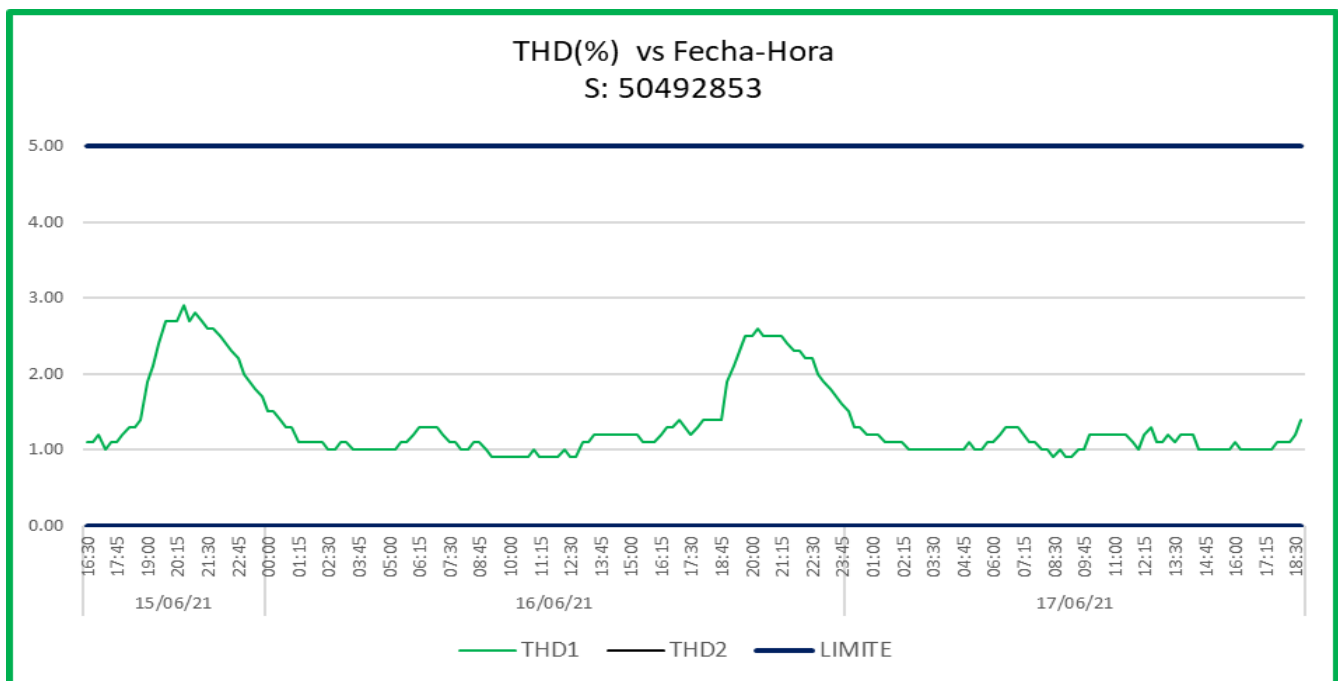
**Figura N° 71:** Flicker del suministro 50492853.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE DISTORSION ARMONICO- SUMINISTRO 50492853

**Tabla 37**

*Analisis de los valores de THD basados a la NTCSEER – suministro 50492853.*

SC	Agrupación	Nro. Intervalos	Limites	Nro. Intervalos	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	Igual a 5.0 THDV	0	+100.0%	<b>2.90V</b>
			Entre 5.0 THDV y 0.0 THDV	202	5.0V	<b>0.90V</b>
			Igual a 0.0 THDV	0	-100.0%	
			Mayor a 5.0 THDV	0	> a +100.0%	
	Mala	0		0		
	Total	202	=	202		
		<b>Buena</b>				

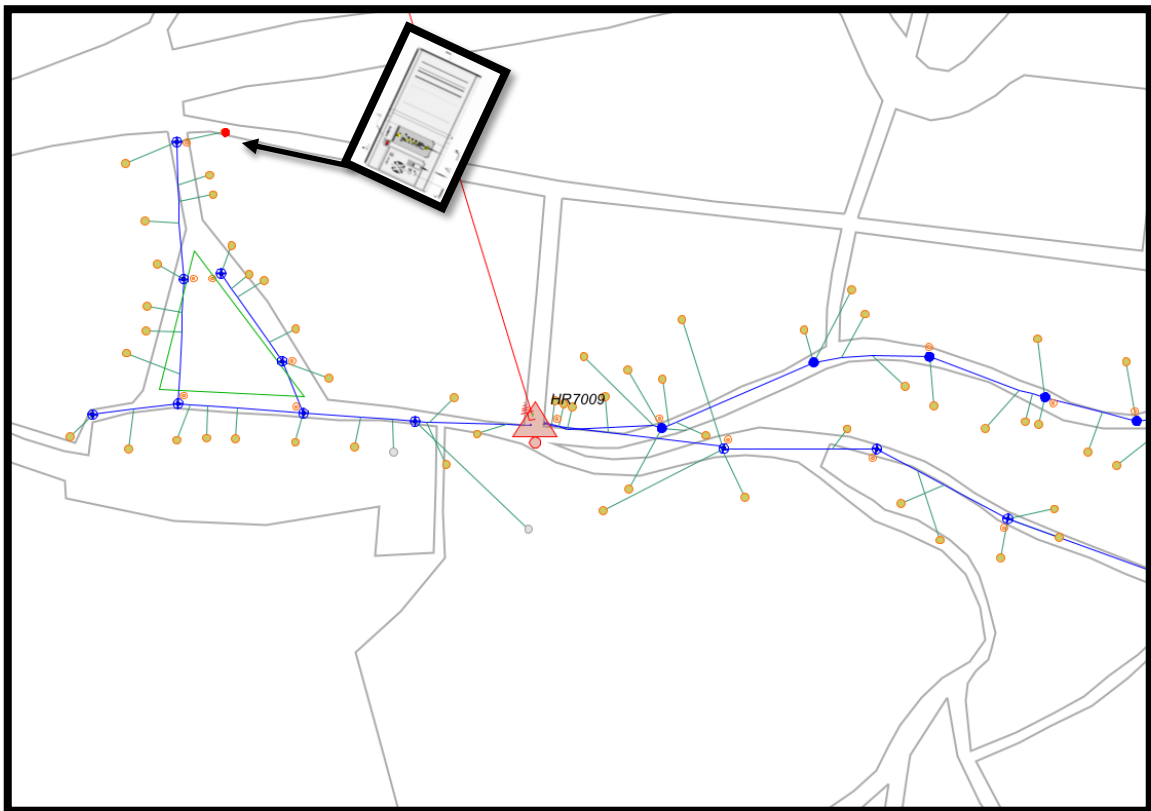


**Figura N° 72:** THD del suministro 50492853.

Suministro Cola (51892930):

Instalación de equipo registrador el día 15 de junio del 2021 a las 16:23 hrs

Retiro del equipo registrador el día 17 de junio del 2021 a las 18:39 hrs.



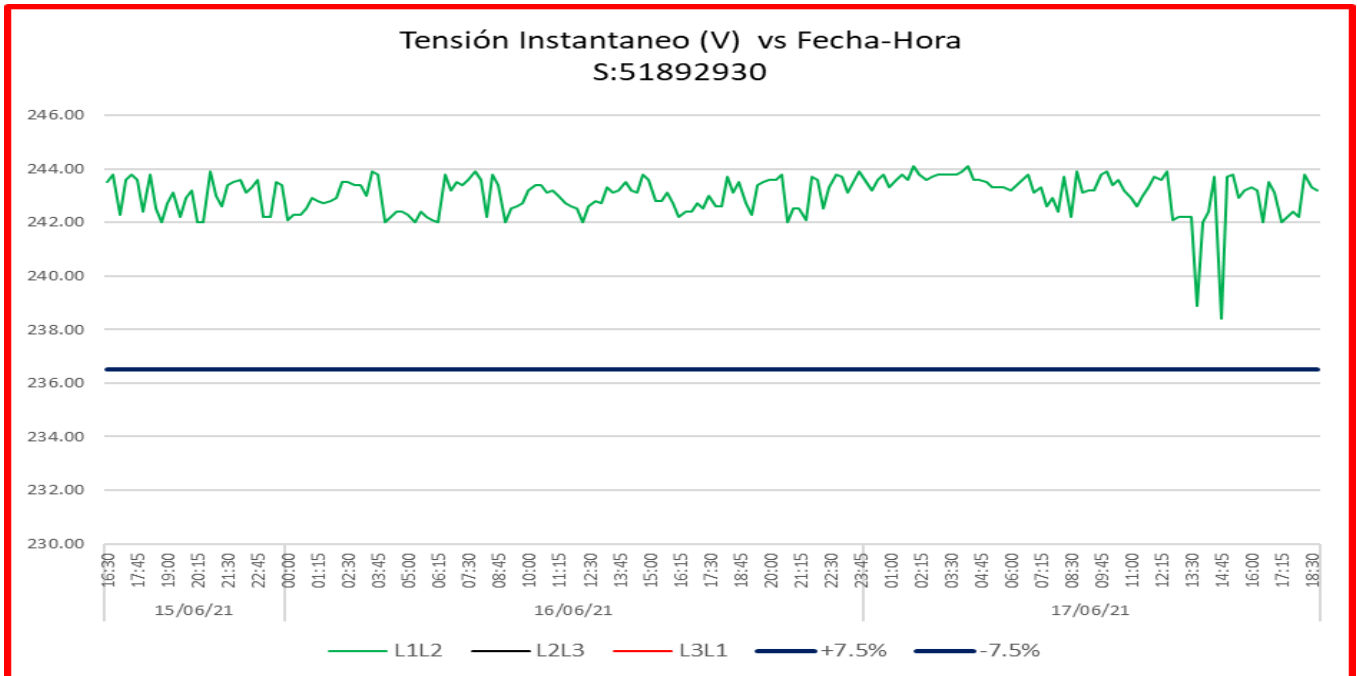
*Figura N° 73:* Ubicación del suministro 51892930.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE TENSION – SUMINISTRO 51892930

**Tabla 38**

*Analisis de los valores de Tension basados a la NTCSE – suministro 51892930.*

SC	Agrupación	Nro. Referencia	Limites	Nro. Referencia	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	0	236.5V	0	+7.5%	
			236.5V - 220.0V	0		<b>244.10V</b>
			220.0V	0	220.0V	
			220.0V - 203.5V	0		<b>238.40V</b>
			203.5V	0	-7.5%	
	Mala	202	> 236.5V	202	> a +7.5%	
			< 203.5V	0	< a -7.5%	
Total	202	=	202			
Calculando el 5.0% Mala	10.1	<b>Mala</b>				



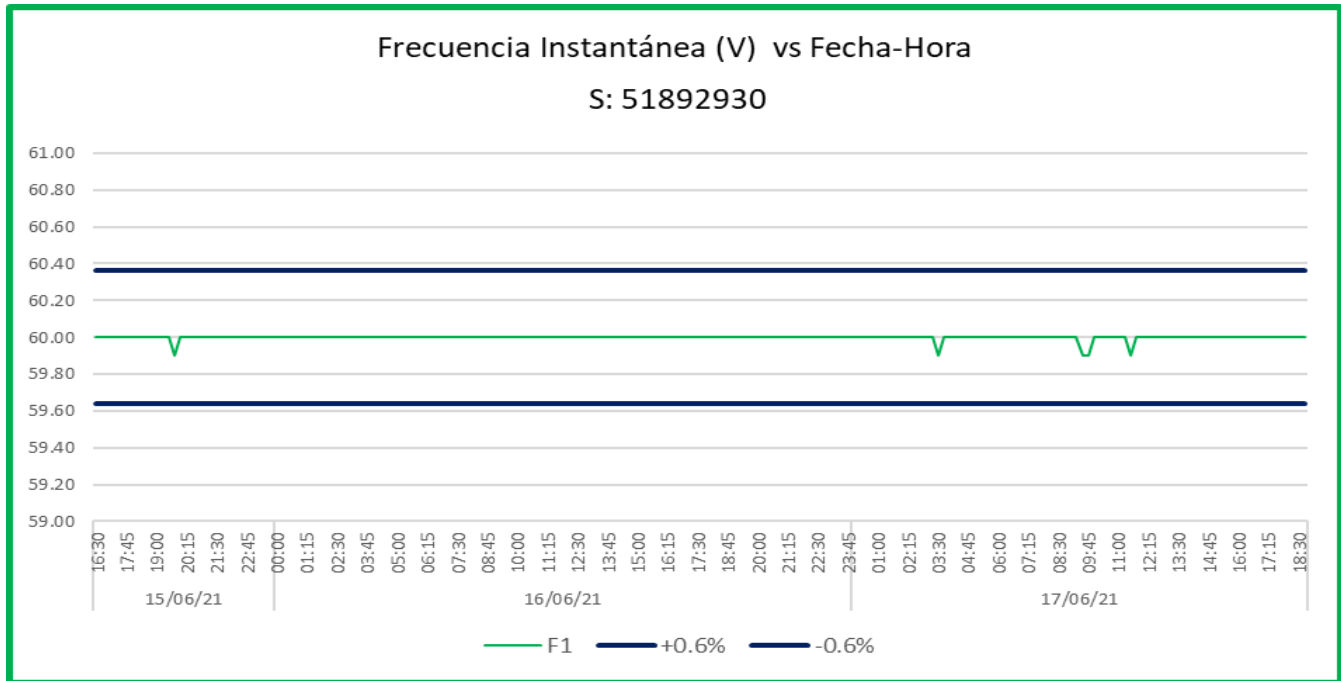
**Figura N° 74:** Tensión Instantánea del suministro 51892930.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE FRECUENCIA – SUMINISTRO 51892930

**Tabla 39**

*Analisis de los valores de Frecuencia basados a la NTCSEER – suministro 51892930.*

SC	Agrupación	Nro. Intervalos	Limites	Nro. Intervalos	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	60.4Hz	0	+0.6%	
			< 60.4Hz y 60.0Hz>	0		<b>60.00Hz</b>
			60.0Hz	197	60.0Hz	
			< 60.0Hz y 59.6Hz >	05		<b>59.90Hz</b>
	Mala	0	59.6Hz	0	-0.6%	
			> 60.4Hz	0	> a +0.6%	
	Total	202	< 59.6Hz	0	< a -0.6%	
=			202			
		<b>Buena</b>				



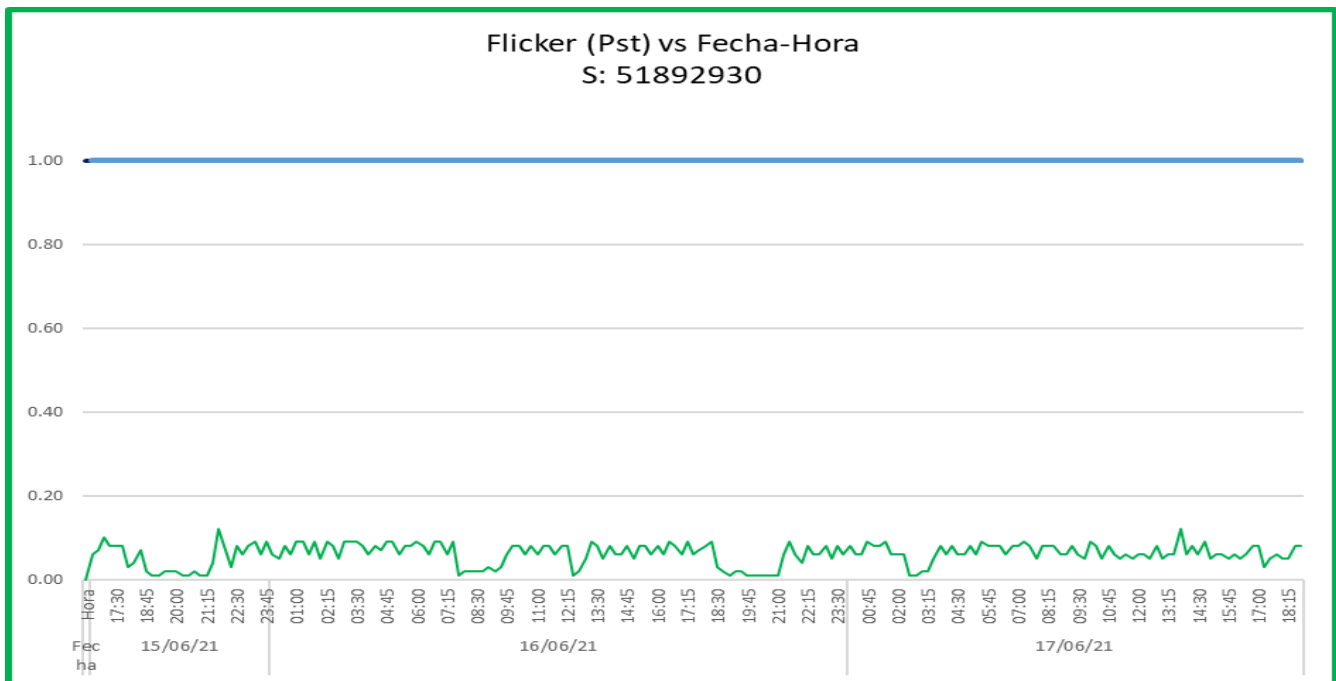
**Figura N° 75:** Frecuencia Instantánea del suministro 51892930.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE FLICKER – SUMINISTRO 51892930

**Tabla 40**

*Analisis de los valores de Flicker basados a la NTCSE – suministro 51892930.*

SC	Agrupación	Nro. Referencia	Limites	Nro. Referencia	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	Igual a 1.0	0	+100.0%	<b>0.12</b>
			Entre 1.0 y 0.0	202	1.0	<b>0.01</b>
			Igual a 0.0	0	-100.0%	
			Mayor a 1.0	0	> a +100.0%	
	Mala	0	=	202		
	Total	202				
		<b>Buena</b>				



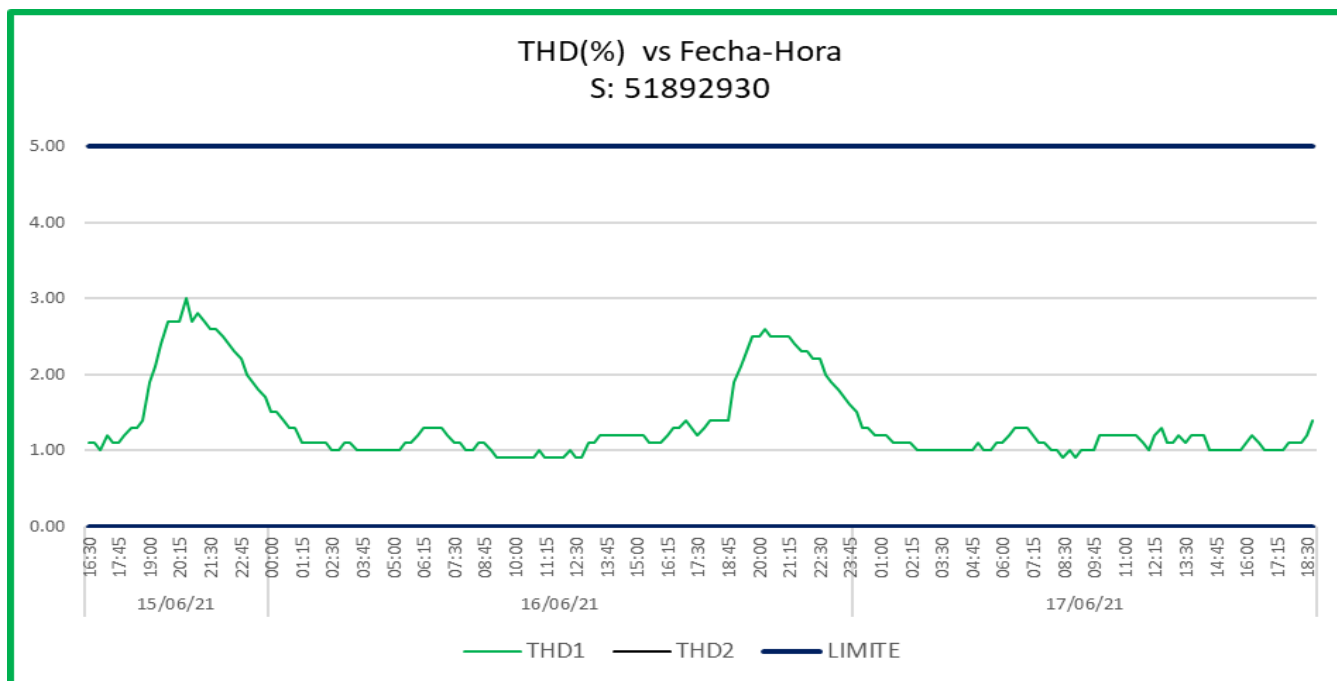
**Figura N° 76:** Flicker del suministro 51892930.

## ANALISIS DE REFERENCIA DE DISTORSION ARMONICA – SUMINISTRO 51892930

**Tabla 41**

*Analisis de los valores de Flicker basados a la NTCSE – suministro 51892930.*

SC	Agrupación	Nro. Intervalos	Limites	Nro. Intervalos	Limites	Valor Máximo - Mínimo
	Buena	202	Igual a 5.0 THDV	0	+100.0%	3.00V
			Entre 5.0 THDV y 0.0 THDV	202	5.0V	0.90V
			Igual a 0.0 THDV	0	-100.0%	
			Mayor a 5.0 THDV	0	> a +100.0%	
	Mala	0	=	202		
	Total	202				
		<b>Buena</b>				



**Figura N° 77:** THD del suministro 51892930.

**Tabla 42**

Tabla de resumen de mediciones.

RESUMEN DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS							
		<i>TENSION</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>THD</i>	<i>PST</i>	<i>PLT</i>	<i>COS <math>\alpha</math></i>
<b>SED HR7009</b>		<b>MALA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>
<b>CIRCUITO A</b>	50492844	<b>MALA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	-	-
	50513775	<b>MALA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	-	-
<b>CIRCUITO B</b>	50492835	<b>MALA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	-	-
	57982408	<b>MALA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	-	-
<b>CIRCUITO C</b>	50492853	<b>MALA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	-	-
	51892930	<b>MALA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	-	-

**Nota:** como se observa en la tabla de resumen de mediciones efectuadas, nos damos cuenta que el indicador de TENSION es MALA Calidad por el cual la tensión sobrepasa el 7.5% de la Tolerancia permitidas de acuerdo al NTCSER por los valores llegan hasta 247 v en los inicios de circuitos (cabeceras) de cada circuito y las finales de circuitos(colas) llegan hasta 236 v, en pocas palabras en el sistema de distribución se tiene una sobretensión.

Con base en la evidencia obtenida y las observaciones de la base de datos, además de comparar los resultados proporcionados por el grupo de análisis, llegamos a la conclusión de que se debe implementar la solución técnica propuesta. Debido que el sistema distribución eléctrica presenta una sobretensión en todo el sistema de baja tensión.

Básicamente se utilizaron herramientas matemáticas utilizadas para analizar los datos dadas en las tolerancias permitidas en la NTCSER, por el cual se analizó los limites superior e inferiores de cada medición. Prácticamente un análisis descriptivo.

### 3. Proponer soluciones de mejoras técnicas

Tras la revisión del sistema, se dan las mejoras técnicas en el sistema de distribución, para mejorar la calidad de energía eléctrica para los clientes finales de la ciudad de Acopalca - ancash.

- **Regulación de Tap's del transformador HR7009.**

#### **ALCANCE**

Este procedimiento se empleará en todas aquellas actividades de redes de distribución que requieran la regulación de TAP en transformadores de distribución dentro del ámbito eléctrico.

#### **DEFINICIONES:**

**Selecto o TAP:** Equipo especial, principalmente mecánico, esta diseñado para cambiar el voltaje en el transformador de distribución.

**Variación de Tensión:** Es un problema común en los sistemas de distribución de energía, principalmente debido a falla en la línea, así como a los cambios de carga y sobrecarga en otras partes del sistema.

**Transformadores de Distribución:** Se utilizan para reducir el voltaje de la red de media tensión al nivel de la red distribución de baja tensión, aplicados en aéreas urbanas, industria, minas, petrolera, grandes centros comerciales, etc.

**Revelador de Tensión:** Es un dispositivo portátil que se utiliza para detectar de forma fiable la presencia o la ausencia de la tensión.

**Calidad de la Energía Eléctrica:** Es un indicador de la factibilidad de soportar y garantiza un funcionamiento fiable de su carga útil. Una falla o perturbación eléctrica que puede afectar el voltaje, la corriente o la frecuencia y puede provenir de una cargas o red eléctrica de la Empresa Distribuidora.

## **PROCEDIMIENTO:**

**1.- Pre inspección de la zona de trabajo:** Señalizar la zona de trabajo y verificar el estado del poste.

**2.- Corte de Energía:** En coordinación con centro del control se procederá al corte de energía, si es necesario se procederá también el bloqueo de los equipos de desconexión, puesta a tierra, cortocircuitar entre otros según.

**3.- Verificación de Tensiones:** Comprobar la ausencia de tensión con el revelador de tensión.

**4.- Regulación de TAP:**

### **EN SED AÉREA:**

- Abrir puertas del tablero de BT con las llaves respectivas y medir el nivel de tensión.
- Se desconectarán los circuitos del tablero de distribución de BT (bajar carga) y se cerrara las puertas del tablero.
- Revelar para verificar la ausencia de tensión tomar en cuenta los riesgos de altura.
- Subir a plataforma de la SED teniendo en cuenta trabajos en altura, con cuidado, procederá a girar el **selector** en la dirección adecuada en un paso (o dos si es necesario según evaluación).
- Luego Descender de la estructura.

### **En SED Caseta:**

- Revelar para verificar la ausencia de tensión.
- El técnico de cuadrilla abrirá puerta de ingreso a SED y tablero de BT con las llaves respectivas.
- Medir el nivel de tensión en el tablero de BT
- Se desconectarán los circuitos del tablero de distribución de BT (bajar carga).
- Cerrar tablero.

- Girar el **selector** en la dirección adecuada en un paso (o dos si es necesario según evaluación)
- Cerrar las puertas de tablero e ingreso a SED.

**Nota:** Después de realizar la regulación del tap`s en la sub estación de distribución, reprogramación de mediciones al sistema evaluado, para verificar la regulación efectuada.

- Verificar los números de espigas del transformador de distribución.

Uno de los problemas de los transformadores es excesivo voltaje recibido desde la línea de media tensión. El cual tenga una sobretensión y no se cumple la relación de transformación de dicho sistema evaluado.

- Dimensionar el transformador correctamente para evitar que no se saturen.

Como sabemos que la población cada año crece, también crece el consumo eléctrico, y eso hace realizar un mejor dimensionamiento correcto de la cantidad de usuario actualmente.

- Verificar los PAT.

Se tiene que verificar las bajas del sistema para evitar alguna variación en la red proporcionado por la concesionaria.

- **cambio de transformador.**

Finalmente, no se concreta los puntos mencionados se debe proceder un cambio de transformador, dado que el transformador evaluado se ha tiene más de 20 años de servicio, el cual podría tener problemas internos con las mismas características ya mencionadas.

#### 4. Análisis y Discusión

Como resultado de la tesis que se realizó, se demostró que no cumple con las normas peruanas (NTCSER). Lo que no es compatible con las tolerancias permitidas de tensión.

##### **Caracterizar e identificar los parámetros de calidad de energía eléctrica:**

Se pudo verificar en la ciudad de Acopalca los tipos de parámetros que, por definición, se consideran como tolerancias NTCSER. se obtuvo una Mala de calidad en tensión. Esto fue comprobado de acuerdo a las tolerancias y al criterio de evaluación propuesto como:

- A. Identificar el sistema eléctrico:** Se verifico el sistema eléctrico encontrando deficiencia en la red de distribución y falla de aislamiento del mismo transformado.
- B. Programar los equipos de medición en BT y MT (Circutor Cava251, Ecamec):** Se instalaron equipos analizadores de redes, para verificar los parámetros actuales.
- C. Mediciones de parámetros eléctricos:** se realizó las mediciones en la sub estación de distribución, encontrando sobre carga y sobretensiones y daños del sistema de control de la SED.
- D. Análisis de los parámetros de tensión, frecuencia, flicker y THD** de los Referencia obtenidos y caracterizando las mediciones realizadas con las condiciones actuales, los cálculos se realizaron en base a la NTCSER, mientras que la tolerancia se base en las NTCSER: el voltaje 7.5%, de acuerdo con la frecuencia con un límite de 0.06% de la frecuencia nominal, el flicker no debe exceder 1 y la distorsión armónica no debe exceder el 5%, por lo tanto, en la ciudad de Acopalca no brinda la concesionaria una energía eléctrica de calidad.

**Proponer mejoras técnicas:** Encontrando la deficiencia en la red eléctrica con una sobretensión en la ciudad de Acopalca, se ha planificado propuestas técnicas que ayudaran a obtener un buen servicio eléctrico que brinda el proveedor brinda a sus usuarios. Así, el

trabajo de investigación evalúa el concepto a través del análisis descriptivo, como el autor (INOCENTE, 2019) que verifica que la calidad de energía que abarco solamente un criterio de investigación que fue la tensión, y no fue suficiente para un mejor análisis y solo concluyo una compensación por Mala, en el cual no aplico los diferentes criterios basados la NTCSE. En cambio, el autor (DAMAS, 2017) realizo una modelación mediante un software MALTBLA y junto con un analizar verificar en tiempo real los tipos de armónicos que están inyectados en la red, pero lo dejo en un análisis de modelamiento y no propuso solución. En cambio (RAMOS & RIVEROS, 2018) realizo una solución económica el cual implicó mejorar el factor de potencia y así ahorra en energía reactiva, esto debido que se analizó en una empresa industrial. Todos los autores mencionados analizaron en su mejor prospectiva, pero no lo vieron de una manera de solución técnica sino de una solución teórica, es bueno recalcar que se debería investigar un desarrollo de mantenimiento para optimizar el servicio electricidad a todos los usuarios de cualquier proveedor eléctrico e incluso cambios del sistema de distribución.

## 5. Conclusiones

Se inspecciono el sistema eléctrico de la ciudad de Acopalca y se confirmó lo siguiente:

- ✓ Según a la información de la SED HR7009, nos muestra que el voltaje de cada fase cambia y tiene una sobretensión que varía de 237 a 247.00 V. Esto se debe a que las cargas no son iguales, presenta desbalance y por otro lado el transformador es con neutro aislado, debido a la falta de mantenimiento adecuado e incumpliendo con la NTCSER.
- ✓ Los Flicker y armónicos de la SED HR7009 presentan los siguientes valores, los flicker de 0 a 0.7 y los armónicos de tensión 2.8% de distorsión y armónicos de corriente llega hasta un 4%, que está dentro de la tolerancia permitida de acuerdo a la NTCSER.
- ✓ Se encontró en los circuitos de la SED HR7009, se encontró en las cabecera y cola de cada circuito con sobretensión y puede provocar quemaduras en los equipos, pérdida de vida útil de los equipos electrónicos el cual el límite superior de tensión no debe exceder en  $\pm 7.5\%$ , y actualmente excede en un 12 % de la tensión nominal.

## **6. Recomendaciones**

- ✓ La empresa concesionaria, debe realizar un plan de mantenimiento en las redes de baja tensión, con el fin de mejorar los servicios que presta en el centro poblado de Acopalca.
- ✓ Verificar los parámetros eléctricos mensualmente o anualmente, debido se encuentran en sobre tensión y es preocupante para los usuarios ya que puede acortar la vida útil de los equipos eléctricos y electrónico.
- ✓ Al realizar todas las mejoras técnicas, se realizarán cambios radicales y se podrá mejorar la calidad de la energía.

## 7. Referencias bibliográficas

- Andi. (2012). Obtenido DE [HTTP://WWW.ANDI.HN/WP-CONTENT/UPLOADS/2014/11/3-Calidad-DE-LA-Energ+%C2%A1a\\_SN.PDF](http://www.andi.hn/wp-content/uploads/2014/11/3-Calidad-DE-LA-Energ+%C2%A1a_SN.PDF)
- Circuitor. (2011). Medidor De Calidad De Suministro. *Circuitor*, 17.
- Damas, M. (2017). *Modelamiento De La Calidad Del Producto Eléctrico Con Fuzzy Logic Para Su Valoración E Instauración Con El Smart Vfa-2016*. Callao.
- Ecamec. (ABRIL DE 2011). Registrador Analizador De Red. *Manual DE USO Pq500*, 36.
- Eléctricas, L. D. (1992). Lce. PÁG. 18.
- Icor. (2017). *Calidad De Energia Electrica*. Obtenido DE [Www.Icor.Com](http://www.ikor.com)
- Inocente, K. S. (2019). *Analisis De La Calidad De Tension En El Suministro De Energia Electrica A La Localidad De Panti*. Pariahuanca.
- Minas, D. G. (11 DE FEBRERO DE 2002). Norma Dge – Terminologia En Electricidad. PÁG. 50.
- Minas, D. G. (24 DE 5 DE 2008). Norma Técnica De Calidad De Los Servicios Eléctricos Rurales. PÁG. 3.
- Ramos, E., & Riveros, S. (2018). *Análisis De La Eficiencia Energética Y Calidad De La Energía Eléctrica En La Planta Industrial De Procesamiento De Alimentos Agroindustrias Cirnma S.R.L. En La Región Puno*. Puno.
- Rivero, J., & Romero, W. (2020). *Evaluación De La Calidad De La Energía Eléctrica En La Empresa Planet Motor's*. Pimentel.

Torres, R. V. (2017). *Análisis De La Calidad De La Energía Del Sistema Eléctrico De La Zona Cultural Universitaria De La Unam*. Ciudad De Mexico.

Cerdá, L. (2017). *Electricidad y automatismos eléctricos*. Madrid: Paraninfo. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=TGckDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

De la Cruz, J. (2015). *REDCAD - Diseño de Redes Distribución de Energía Eléctrica de Media y Baja Tensión*. Lima: Esolutions

Dialux (2017). *Dialux 4.13 (4.13.0.2)*. Alemania, Dial GmbH. Recuperado de <https://www.dial.de/es/software/dialux/download/dialux-4-download/>

Ecosol (2017). *Ecosol* ®. Recuperado de <https://www.energysaver.com.ar/couch/uploads/file/balasto-electronico-ecosol-para-lamparas-de-sodio-de-alta-presion.pdf>

ELT (2015). *Catálogo 2015*. Recuperado de <https://www.electrosiluz.pt/wp-content/uploads/2016/02/-catalogo-fluo-hid-halo-2015-es.pdf>

ELT (2018). *Catálogo 2018*. Recuperado de [http://www.elt.es/sites/default/files/cat\\_elt\\_fluo\\_ingles-espanol-2015-2018-ok.pdf](http://www.elt.es/sites/default/files/cat_elt_fluo_ingles-espanol-2015-2018-ok.pdf)

ELT Argentina (2018). *Curso de instaladores capítulo II lámparas de alta intensidad de descarga*. Argentina. Recuperado de <http://www.eltargentina.com/Biblioteca/DocumentosTecnicos/Ver/18#.WokFPKRszdg>

- Esolutions (2018). *REDCAD 2.7. Perú*, Copyright © Esolutions S.A.C. Recuperado de <http://www.esolutions.com.pe/redcad/>
- España. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2017). *Inventario, consumo de energía y potencial de ahorro del alumbrado exterior municipal en España* (2017). Recuperado de [http://www.idae.es/file/11167/download?token=qK\\_9OxAg](http://www.idae.es/file/11167/download?token=qK_9OxAg)
- España. Ministro de Industria, Turismo y Comercio. (2008). *Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior*. Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2008/11/19/pdfs/A45988-46057.pdf>
- Flores, E. (2004). *Estudio e implementación de un inversor no resonante como balastro electrónico para lámparas de descarga* (Tesis de Maestría). Centro Nacional de Investigación y desarrollo tecnológico, México. Recuperado de [www.cenidet.edu.mx/subplan/.../ME%20Efren%20Flores%20Garcia%202004.pdf](http://www.cenidet.edu.mx/subplan/.../ME%20Efren%20Flores%20Garcia%202004.pdf)
- Folguera, E. & Muros, A. (2013) *La iluminación artificial es arquitectura*. Barcelona: UPC. Recuperado de <https://goo.gl/Lzby7y>
- García F. & Boix O. (2018). *Magnitudes y Unidades de Medida*. Recuperado de <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/fotometria/magnitud.html>
- García, C. (2011). *Manual de procedimientos correctivos y preventivos de luminarias tipo exterior para bombillas HID de sodio y halogenuros metálicos utilizadas en alumbrado público* (Tesis de título profesional). Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2571/62132G216.pdf;jsessionid=3C84145129D382903D179577E7C5E71A?sequence=1>

- Genovés, I. (2015). *Eficiencia energética en el servicio de alumbrado público del Ecuador* (Tesis de Maestría). Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22351/1/tesis.pdf>
- Guerrero, D. (2014). *Análisis de sistemas de regulación de alumbrado exterior* (Tesis de Título Profesional). Universidad pública de Navarra, España. Recuperado de <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/13163/629176.pdf>
- Hermoso, M. (2014). *Hacia la gestión eficiente de los servicios de alumbrado público: resultados de los estudios comparativos sobre eficiencia energética y lumínica aplicados a las nuevas tecnologías en iluminación urbana* (Tesis Doctoral). Universidad de Málaga, España. Recuperado de [https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/7860/TDR\\_HERMOSO\\_ORZAEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/7860/TDR_HERMOSO_ORZAEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Icontenineres (2018). *Transporte marítimo internacional de mercancías online*. España. Recuperado de <https://www.icontainers.com/es/>
- Indeco (2017). *Características de conductores CAAI*. Perú. Recuperado de [https://www.nexans.pe/eservice/Peru-es\\_PE/navigate\\_241625/Cables\\_de\\_distribuci\\_n.html](https://www.nexans.pe/eservice/Peru-es_PE/navigate_241625/Cables_de_distribuci_n.html)
- Ley general de electrificación rural N° 28749 (2006, 1 de junio). Lima, Perú: Consejo de Ministros. Recuperado de [http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/PlantillaMarcoLegaIBusqueda/Ley-28749.pdf](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegaIBusqueda/Ley-28749.pdf)
- López, S. (2015). *Iluminación y Alumbrado Público* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Recuperado de <bdigital.unal.edu.co/48843/1/1053814558.2015.pdf>

- Luminotecnia (2002). *Control y aplicación de la luz*. Valladolid: Indalux. Recuperado de <https://goo.gl/xsNwvb>
- Mansour A. & A. Arafa (2014). *Comparative study of 250 W high pressure sodium lamp operating from both conventional and electronic ballast* [Estudio comparativo de la lámpara de vapor de sodio de alta presión de 250 W que opera con balastro convencional y balastro electrónico]. Revista de sistemas eléctricos y tecnología de la información. Electronics Research Institute, Cairo, Egypt. Recuperado de <https://goo.gl/QSzNVc>
- Mohd, B. (2014). *An efficient microcontroller-based electronic ballast for high pressure sodium lamps used in street lighting* [Microcontrolador eficiente basado en balastro electrónico para lámparas de vapor de sodio de alta presión usado en alumbrado público]. (Tesis de Maestría). Universiti Teknologi Malaysia, Malasia. Recuperado de <http://eprints.utm.my/50705/25/MohdHamizanOmarMFKE2014.pdf>
- Morente C. & García M. (2018). *Fundamentos de Iluminación*. Recuperado de <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/fundamentosIluminacion-leyesBasicasDelluminacion.php>
- Natra, B. (2015). *PWM PIC16F877A dimming electronic ballast for HPS Lamp* [PWM PIC16F877A Regulación de flujo luminoso con balastro electrónico para lámparas de vapor de sodio de alta presión]. (Tesis de Maestría), Universiti Teknologi Malaysia, Malasia. Recuperado de <http://eprints.utm.my/48731/25/NatraIsmailMFKE2015.pdf>
- Ordoñez, R. (2015). *Análisis de costo y ahorro energético con la implementación de luminarias tipo led para alumbrado público en el tramo comprendido entre la urbanización la puntilla hasta la urbanización villa Italia* (Tesis de Título Profesional). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.

Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3771/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-39.pdf>

OSRAM (2009). *Technical information on reducing the wattage of high intensity discharge lamps* [Información técnica sobre la reducción de voltaje en lámparas de descarga de alta intensidad]. Nederland. Recuperado de <https://www.osram.nl/media/resource/hires/333581/high-intensity-discharge-lamps.-technical-information-on-reducing-the-wattage.pdf>

Osram (2018). *PTo 50/220...240 3DIM - Powertronic outdoor*. Recuperado de [https://www.osram.es/appsinfo/pdc/pdf.do?cid=GPS01\\_1028037&vid=PP\\_EU\\_ROPE\\_ES\\_eCat&lid=ES&mpid=ZMP\\_1012252](https://www.osram.es/appsinfo/pdc/pdf.do?cid=GPS01_1028037&vid=PP_EU_ROPE_ES_eCat&lid=ES&mpid=ZMP_1012252)

Perú. Ministerio de Energía y Minas. (2015). *Plan Nacional de Electrificación Rural Periodo 2016 – 2025*. Recuperado de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per153304anx1.pdf>

Perú. Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Programa Presupuestal 0046*. Recuperado de <http://dger.minem.gob.pe/transparencia/Ppto/PPR-2017/PP0046-2017.pdf>

Perú. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinergmin (2013b). *Anexo 7: Estudio del VAD y Sustentos del Sector Típico SER*. Lima: Osinergmin. Recuperado de <https://goo.gl/y2HX4p>

Perú. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinergmin (2018a). *Conociendo más sobre el alumbrado público*. [http://www.osinergmin.gob.pe/electricidad/alumbrado\\_público](http://www.osinergmin.gob.pe/electricidad/alumbrado_público)

Perú. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinergmin (2018b). *Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad*. Recuperado de <https://www.Osinergmin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegosTarifariosUsuarioFinal.aspx?Id=60000>

Redcad (2018). *Redcad 2.7*. Perú, Esolutions. Recuperado de <http://www.esolutions.com.pe/contacto/>

Resolución Directoral N° 017.2003.EM.DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Áreas Rurales” (2003). Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas. Recuperado de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/electricidad/legislacion/rd017-2003-EM-DGE.pdf>

Resolución Directoral N° 025.2003.EM.DGE “Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos de redes secundarias para electrificación rural” (2003). Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas. Recuperado de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/electricidad/legislacion/rd025-2003-EM-DGE.pdf>

Resolución Directoral N° 031.2003.EM.DGE “Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural” (2003). Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas. Recuperado de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/electricidad/legislacion/rd031-2003-EM-DGE.pdf>

Resolución Directoral N° 154-2012 EM/DGE “Establecen sectores de distribución típicos para el período noviembre 2013 - octubre 2017 y otras disposiciones para la regulación de tarifas de distribución eléctrica” (2012). Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas. Recuperado de [http://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-hzzz2zz8930z0e11911-RD\\_N\\_154-2012.pdf](http://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-hzzz2zz8930z0e11911-RD_N_154-2012.pdf)

Resolución Ministerial N° 074.2009.MEM/DM “Establecen Disposiciones Aplicables para el Cálculo del Porcentaje Máximo de Facturación por el Servicio de Alumbrado Público” (2009). Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas. Recuperado de [http://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-xz70z71z350w0-R\\_M\\_074-2009.pdf](http://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-xz70z71z350w0-R_M_074-2009.pdf)

Resolución Ministerial N° 091-2002-EM/VME - Normas DGE: Terminología en Electricidad. “Terminología en Electricidad” (2002). Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas. Recuperado de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/electricidad/legislacion/rm091-2002-em-vme-TERMINOLOGIA.pdf>

Resolución Ministerial N° 303-78-EM/VME “Código Nacional de Electricidad – Tomo IV”. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas. Recuperado de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/electricidad/legislacion/rm303-78-em-vme.pdf>

Reyes, D. (2017). *Alumbrado público LED: eficiencia en fase de espera*. Recuperado de <http://semanaeconomica.com/article/sectores-y-empresas/energia/228991-eficiencia-enfase-de-espera/>

Robles, F. (2007). *Metodología para el cálculo de factores de simultaneidad y demanda* (Tesis de Título Profesional). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de <https://shorturl.at/fjpE7>

## Anexos

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

Quién suscribe, Mg. DIEGO GABRIEL ROSSI CORDOVA, mediante la presente hago constar que el instrumento utilizado para la recolección de datos del trabajo de grado: *Análisis de calidad de energía eléctrica del sistema eléctrico de distribución HR7009 - Acopajca-Huari-Ancash*, elaborado por el estudiante Juan Abel Huanca Vela, aspirante al Grado en Ingeniería Mecánica Eléctrica con mención de Redes de Distribución Eléctrica, reúne los requisitos suficiente y necesarios para ser considerados válidos y confiable, y por tanto, aptos para ser aplicados en el logro de los objetivos que se plantean en la investigación.

Atentamente:



---

ING. ROSSI CORDOVA DIEGO GABRIEL  
CIP:158909

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO**

ITEM	CRITERIOS DE EVALUACION						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse una tabla por favor indique)
	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Cantidad <sup>3</sup>		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	X		X		X		
2	X		X		X		
3	X		X		X		
4	X		X		X		
<b>ASPECTOS GENERALES</b>					SI	NO	
Los instrumentos contiene instrucciones claras y precisas para el correcto llenado de parámetros.					X		
Los ítems permiten lograr la obtención de data importante para la investigación.					X		
Los ítems son suficientes para la recolección de información. En caso sea la respuesta negativa sugiera añadir ítems.					X		
<b>VALIDEZ</b>							
APLICABLE			X	NO APLICABLE			
<b>APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES</b>							

<sup>1</sup> Corresponde al concepto teórico formulado de las variables y/o dimensiones.

<sup>2</sup> Los ítems están apropiados para representar los indicadores y variables.

<sup>3</sup> No se encuentra ninguna dificultad para el llenado de los cuadros siendo conciso, exacto y directo.

**DATOS GENERALES DEL EXPERTO**

**Apellidos y nombres:** ROSSI CORDOVA DIEGO GABRIEL

**Profesión:** Ingeniero En Energía

**Grado Académico:** Maestro en Ingeniería Mecánica Eléctrica  
(Verificado en SUNEDU)

  
 \_\_\_\_\_  
 Firma del Experto  
 CIP:160909

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

Quién suscribe, Ing. Michael André Angeles Siapo, mediante la presente hago constar que el instrumento utilizado para la recolección de datos del trabajo de grado: **Análisis de calidad de energía eléctrica del sistema eléctrico de distribución HR7009 - Acopalca-Huari-Ancash**, elaborado por el estudiante Juan Abel Huanca Vela, aspirante al Grado en ingeniería Mecánica Eléctrica con mención de Redes de Distribución Eléctrica , reúne los requisitos suficiente y necesarios para ser considerados válidos y confiable, y por tanto, aptos para ser aplicados en el logro de los objetivos que se plantean en la investigación.

Atentamente:

  
**MICHAEL A. ANGELES SIAPO**  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
CIP N° 259069

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

ITEM	CRITERIOS DE EVALUACIÓN						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse una tabla por favor indique)
	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Cantidad <sup>3</sup>		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	X		X		X		
2	X		X		X		
3	X		X		X		
4	X		X		X		
<b>ASPECTOS GENERALES</b>					SI	NO	
Los instrumentos contiene instrucciones claras y precisas para el correcto llenado de parámetros.					X		
Los ítems permiten lograr la obtención de data importante para la investigación.					X		
Los ítems son suficientes para la recolección de información. En caso sea la respuesta negativa sugiera añadir ítems.					X		
<b>VALIDEZ</b>							
APLICABLE			X	NO APLICABLE			
APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES							

<sup>1</sup> Corresponde al concepto teórico formulado de las variables y/o dimensiones.

<sup>2</sup> Los ítems están apropiados para representar los indicadores y variables.

<sup>3</sup> No se encuentra ninguna dificultad para el llenado de los cuadros siendo conciso, exacto y directo.

#### DATOS GENERALES DEL EXPERTO

**Apellidos y nombres:** Angeles Siapo Michael André

**Profesión:** Ingeniero Mecánico Electricista

**Especialidad:** Mecánica Eléctrica

  
**MICHAEL A. ANGELES SIAPO**  
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
 CIP N° 259069

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

Quién suscribe, Ing. Jaime Odoín Janampa Delgado, mediante la presente hago constar que el instrumento utilizado para la recolección de datos del trabajo de grado: *Análisis de calidad de energía eléctrica del sistema eléctrico de distribución HR7009 - Acopatica-Huari-Ancash*, elaborado por el estudiante Juan Abel Huanca Vela, aspirante al Grado en Ingeniería Mecánica Eléctrica con mención de Redes de Distribución Eléctrica, reúne los requisitos suficiente y necesarios para ser considerados válidos y confiable, y por tanto, aptos para ser aplicados en el logro de los objetivos que se plantean en la Investigación.

Atentamente:



  
Ing. Jaime O. Janampa Delgado  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
Reg. CP. Nº 22281

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO**

ITEM	CRITERIOS DE EVALUACION						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse una tabla por favor indique)
	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Cantidad <sup>3</sup>		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	X		X		X		
2	X		X		X		
3	X		X		X		
4	X		X		X		
<b>ASPECTOS GENERALES</b>					SI	NO	
Los instrumentos contiene instrucciones claras y precisas para el correcto llenado de parámetros.					X		
Los ítems permiten lograr la obtención de data importante para la investigación.					X		
Los ítems son suficientes para la recolección de información. En caso sea la respuesta negativa sugiera añadir ítems.					X		
<b>VALIDEZ</b>							
APLICABLE			X	NO APLICABLE			
<b>APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES</b>							

...<sup>1</sup> Corresponde al concepto teórico formulado de las variables y/o dimensiones.

...<sup>2</sup> Los ítems están apropiados para representar los indicadores y variables.



...<sup>3</sup> No se encuentra ninguna dificultad para el llenado de los cuadros siendo conciso, exacto y directo.

**DATOS GENERALES DEL EXPERTO**

Apellidos y nombres: **Janampa Delgado Jaime Odon**

Profesión: **Ingeniero Mecánico Electricista**

Especialidad: **Mecánica Eléctrica**


  
**Ing. Jaime O. Janampa Delgado**  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**  
 Reg. CP. N° 25281

Certificado de Calibración N° 03452

Expediente N° 056-2020  
Página 1 de 2

Solicitante **HIDRANDINA S.A.**  
 Dirección **Panamericana Norte Km N° 560 – La Esperanza – Trujillo**  
 Instrumento de medición **REGISTRADOR DE TENSION MONOFASICO**  
 Marca **CIRCUTOR**  
 Identificación **-**  
 Modelo **CAVA 251**  
 Número de serie **300345030**  
 Alcance **230V ± 15%**  
 Lugar de calibración **Laboratorio de calibración de INSPER S.A.C.**  
 Fecha de calibración **2020-11-24**  
 Método de calibración **Comparacion directa según procedimiento L.C-PR-7.2-01 Ver. 04 propiedad de INSPER S.A.C. de acuerdo con la NTP ISO/IEC 17025:2017**

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Este certificado de calibración y los resultados que incluye no representa un certificado de conformidad con normas de producto.

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. La reproducción parcial requiere la autorización escrita de INSPER SAC.

Los resultados de este certificado de calibración son válidos solo para el instrumento calibrado en el momento y condiciones en que las mediciones se realizaron.

INSPER SAC no se responsabiliza por las consecuencias del uso inadecuado del instrumento calibrado o por la incorrecta interpretación de los resultados de este certificado de calibración.

Condiciones de calibración

Temperatura: Inicial: 23,2 °C Final: 23,4 °C  
 Humedad relativa: Inicial: 68,7 % HR Final: 68,3 % HR

El solicitante debe definir el intervalo de recalibración del instrumento a fin de adecuar el uso del mismo a las condiciones, requisitos o normas que le apliquen.

Trazabilidad

Código	Equipo utilizado	Certificado de Calibración
EP-LC-01	Calibrador Transmille 3010A	INACAL N° LE-017-2020

Este certificado de calibración sin firmas carece de validez

Fecha de emisión

Jefe de Laboratorio

Gerente de Operaciones

2020-11-24

CARLOS LÓPEZ VILLANUEVA

MIGUEL CORNEJO LARREA

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**FUNCIÓN TENSIÓN ALTERNA**

**FASE R**

RANGO	INSTRUMENTO			TENSIÓN		RESULTADOS				
	LECTURA	FRECUENCIA		APLICADA		ERROR	INCERTIDUMBRE			
230 V	200.48	V	60	Hz	199.96	V	0,52	V	0,18	V
	210.48	V	60	Hz	209.96	V	0,52	V	0,09	V
	220.50	V	60	Hz	219.96	V	0,54	V	0,09	V
	230.53	V	60	Hz	229.96	V	0,57	V	0,09	V
	240.50	V	60	Hz	239.96	V	0,54	V	0,09	V

**Observaciones:**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva del Laboratorio de Calibración de INSPER S.A.C.  
Los errores presentados corresponden al promedio de diez mediciones para cada punto de medida considerado.  
La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2

**FIN DEL DOCUMENTO**

**Certificado de Calibración N° 03453**

Expediente N°: 056-2020  
Página 1 de 2

Solicitante: **HIDRANDINA S.A.**  
 Dirección: **Panamericana Norte Km N° 560 – La Esperanza – Trujillo**  
 Instrumento de medición: **REGISTRADOR DE TENSIÓN MONOFÁSICO**  
 Marca: **CIRCUTOR**  
 Identificación: **-**  
 Modelo: **CAVA 251**  
 Número de serie: **300251102**  
 Alcance: **230V ± 15%**  
 Lugar de calibración: **Laboratorio de calibración de INSPER S.A.C.**  
 Fecha de calibración: **2020-11-24**  
 Método de calibración: **Comparación directa según procedimiento LC-PR-7.2-01 Ver. 04 propiedad de INSPER S.A.C. de acuerdo con la NTP ISO/IEC 17025:2017**

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración y los resultados que incluye no representa un certificado de conformidad con normas de producto.

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. La reproducción parcial requiere la autorización escrita de INSPER SAC.

Los resultados de este certificado de calibración son válidos solo para el instrumento calibrado en el momento y condiciones en que las mediciones se realizaron.

INSPER SAC no se responsabiliza por las consecuencias del uso inadecuado del instrumento calibrado o por la incorrecta interpretación de los resultados de este certificado de calibración.

**Condiciones de calibración**

Temperatura: Inicial: 23,2 °C Final: 23,4 °C  
 Humedad relativa: Inicial: 68,7 % HR Final: 68,3 % HR

El solicitante debe definir el intervalo de recalibración del instrumento a fin de adecuar el uso del mismo a las condiciones, requisitos o normas que le apliquen.

**Trazabilidad**

Este certificado de calibración sin firmas carece de validez.


Código	Equipo utilizado	Certificado de Calibración
EP-LC-01	Calibrador Transmille 3010A	INACAL N° LE-017-2020

Fecha de emisión

Jefe de Laboratorio

Gerente de Operaciones

2020-11-24

  
**CARLOS LÓPEZ VILLANUEVA**

  
**MIGUEL CORNEJO LARREA**

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**FUNCION TENSION ALTERNA**

**FASE R**

RANGO	INSTRUMENTO			TENSION		RESULTADOS			
	LECTURA		FRECUENCIA	APLICADA		ERROR		INCERTIDUMBRE	
230 V	200.34	V	60 Hz	199.96	V	0,38	V	0,10	V
	210.28	V	60 Hz	209.96	V	0,32	V	0,09	V
	220.30	V	60 Hz	219.96	V	0,34	V	0,09	V
	230.30	V	60 Hz	229.96	V	0,34	V	0,09	V
	240.18	V	60 Hz	239.96	V	0,22	V	0,15	V

**Observaciones:**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva del Laboratorio de Calibración de INSPER S.A.C.

Los errores presentados corresponden al promedio de diez mediciones para cada punto de medida considerado.

La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.

**FIN DEL DOCUMENTO**

**Certificado de Calibración N° 03454**

Expediente N°. 056-2020  
Página 1 de 2

Solicitante **HIDRANDINA S.A.**  
 Dirección **Panamericana Norte Km N° 560 – La Esperanza – Trujillo**  
 Instrumento de medición **REGISTRADOR DE TENSION MONOFÁSICO**  
 Marca **CIRCUTOR**  
 Identificación **-**  
 Modelo **CAVA 251**  
 Número de serie **300347026**  
 Alcance **230V ± 15%**  
 Lugar de calibración **Laboratorio de calibración de INSPER S.A.C.**  
 Fecha de calibración **2020-11-24**  
 Método de calibración **Comparación directa según procedimiento LC-PR-7.2-01 Ver. 04 propiedad de INSPER S.A.C. de acuerdo con la NTP ISO/IEC 17025:2017**

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración y los resultados que incluye no representa un certificado de conformidad con normas de producto.

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. La reproducción parcial requiere la autorización escrita de INSPER SAC.

Los resultados de este certificado de calibración son válidos solo para el instrumento calibrado en el momento y condiciones en que las mediciones se realizaron.

INSPER SAC no se responsabiliza por las consecuencias del uso inadecuado del instrumento calibrado o por la incorrecta interpretación de los resultados de este certificado de calibración.

**Condiciones de calibración**

Temperatura: Inicial: 23,2 °C Final: 23,4 °C  
 Humedad relativa: Inicial: 68,7 % HR Final: 68,3 % HR

El solicitante debe definir el intervalo de recalibración del instrumento a fin de adecuar el uso del mismo a las condiciones, requisitos o normas que le apliquen.

**Trazabilidad**

Este certificado de calibración sin firmas carece de validez.

Código	Equipo utilizado	Certificado de Calibración
EP-LC-01	Calibrador Transmille 3010A	INACAL N° LE-017-2020

Fecha de emisión

Jefe de Laboratorio

Gerente de Operaciones

2020-11-24

CARLOS LOPEZ VILLANUEVA

MIGUEL CORNEJO LARREA

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**FUNCIÓN TENSION ALTERNA**

**FASE R**

RANGO	INSTRUMENTO			TENSIÓN APLICADA	RESULTADOS					
	LECTURA	FRECUENCIA			ERROR	INCERTIDUMBRE				
230 V	199,72	V	60	Hz	199,96	V	-0,24	V	0,14	V
	209,70	V	60	Hz	209,96	V	-0,26	V	0,09	V
	219,66	V	60	Hz	219,96	V	-0,30	V	0,09	V
	229,68	V	60	Hz	229,96	V	-0,28	V	0,09	V
	239,63	V	60	Hz	239,96	V	-0,33	V	0,10	V

**Observaciones:**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva del Laboratorio de Calibración de INSPER S.A.C.

Los errores presentados corresponden al promedio de diez mediciones para cada punto de medida considerado. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .

**FIN DEL DOCUMENTO**

**Certificado de Calibración N° 03455**

Expediente N°: 056-2020  
Página 1 de 2

Solicitante **HIDRANDINA S.A.**  
 Dirección **Panamericana Norte Km N° 560 – La Esperanza – Trujillo**  
 Instrumento de medición **REGISTRADOR DE TENSION MONOFÁSICO**  
 Marca **CIRCUTOR**  
 Identificación **-**  
 Modelo **CAVA 251**  
 Número de serie **300948951**  
 Alcance **230V ± 15%**  
 Lugar de calibración **Laboratorio de calibración de INSPEER S.A.C.**  
 Fecha de calibración **2020-11-25**  
 Método de calibración **Comparación directa según procedimiento LC-PR-7.2-01 Ver. 04 propiedad de INSPEER S.A.C. de acuerdo con la NTP ISO/IEC 17025:2017**

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración y los resultados que incluye no representa un certificado de conformidad con normas de producto.

Este certificado de calibración solo puede ser diluido completamente y sin modificaciones. La reproducción parcial requiere la autorización escrita de INSPEER SAC.

Los resultados de este certificado de calibración son válidos solo para el instrumento calibrado en el momento y condiciones en que las mediciones se realizaron.

INSPEER SAC no se responsabiliza por las consecuencias del uso inadecuado del instrumento calibrado o por la incorrecta interpretación de los resultados de este certificado de calibración.

**Condiciones de calibración**

Temperatura: Inicial: 22,3 °C Final: 22,7 °C  
 Humedad relativa Inicial: 69,5 % HR Final: 69,5 % HR

El solicitante debe definir el intervalo de recalibración del instrumento a fin de adecuar el uso del mismo a las condiciones, requisitos o normas que le apliquen.

**Trazabilidad**

Este certificado de calibración sin firmas carece de validez.

Código	Equipo utilizado	Certificado de Calibración
EP-LC-01	Calibrador Transmille 3010A	INACAL N° LE-017-2020

Fecha de emisión

Jefe de Laboratorio

Gerente de Operaciones

2020-11-25

  
CARLOS LÓPEZ VILLANUEVA

  
MIGUEL CORNEJO LARREA



**inspersac**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio autorizado por  
OSINERGMIN con oficio  
N° 78-2018-OS-DSE

Certificado de Calibración N° 03455  
Fecha de emisión: 2020-11-25

Expediente N° 056-2020  
Página 2 de 2

## RESULTADOS DE MEDICIÓN

### FUNCIÓN TENSIÓN ALTERNA

#### FASE R

RANGO	INSTRUMENTO			TENSIÓN APLICADA	RESULTADOS			
	LECTURA	FRECUENCIA			ERROR	INCERTIDUMBRE		
230 V	199.72	V	60 Hz	199.96 V	-0.24	V	0.12	V
	209.77	V	60 Hz	209.96 V	-0.19	V	0.09	V
	219.70	V	60 Hz	219.96 V	-0.26	V	0.09	V
	229.70	V	60 Hz	229.96 V	-0.26	V	0.09	V
	239.66	V	60 Hz	239.96 V	-0.30	V	0.09	V

#### Observaciones:

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva del Laboratorio de Calibración de INSPER S.A.C.

Los errores presentados corresponden al promedio de diez mediciones para cada punto de medida considerado. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .

FIN DEL DOCUMENTO

**Certificado de Calibración N° 03456**

Expediente N°: 056-2020  
Página 1 de 2

Solicitante **HIDRANDINA S.A.**  
 Dirección **Panamericana Norte Km N° 560 – La Esperanza – Trujillo**  
 Instrumento de medición **REGISTRADOR DE TENSION MONOFÁSICO**  
 Marca **CIRCUTOR**  
 Identificación **-**  
 Modelo **CAVA 251**  
 Número de serie **300949286**  
 Alcance **230V ± 15%**  
 Lugar de calibración **Laboratorio de calibración de INSPER S.A.C.**  
 Fecha de calibración **2020-11-25**  
 Método de calibración **Comparación directa según procedimiento LC-PR-7.2-01 Ver. 04 propiedad de INSPER S.A.C. de acuerdo con la NTP ISO/IEC 17025:2017**

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración y los resultados que incluye no representa un certificado de conformidad con normas de producto.

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. La reproducción parcial requiere la autorización escrita de INSPER SAC.

Los resultados de este certificado de calibración son válidos solo para el instrumento calibrado en el momento y condiciones en que las mediciones se realizaron.

INSPER SAC no se responsabiliza por las consecuencias del uso inadecuado del instrumento calibrado o por la incorrecta interpretación de los resultados de este certificado de calibración.

El solicitante debe definir el intervalo de recalibración del instrumento a fin de adecuar el uso del mismo a las condiciones, requisitos o normas que le apliquen.

Este certificado de calibración sin firmas carece de validez

**Condiciones de calibración**

Temperatura: Inicial: 22.3 °C Final: 22,7 °C

Humedad relativa: Inicial: 69,5 % HR Final: 69,5 % HR

**Trazabilidad**

Código	Equipo utilizado	Certificado de Calibración
EP-LC-01	Calibrador Transmille 3010A	INACAL N° LE-017-2020

Fecha de emisión

Jefe de Laboratorio

Gerente de Operaciones

2020-11-25

CARLOS LÓPEZ VILLANUEVA

MIGUEL CORNEJO LARREA

Certificado de Calibración N° 03456  
Fecha de emisión: 2020-11-25

Expediente N°: 056-2020  
Página 2 de 2

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**FUNCIÓN TENSIÓN ALTERNA**

**FASE R**

RANGO	INSTRUMENTO				TENSIÓN		RESULTADOS			
	LECTURA		FRECUENCIA		APLICADA		ERROR	INCERTIDUMBRE		
230 V	199.85	V	60	Hz	199.96	V	-0.11	V	0.18	V
	209.89	V	60	Hz	209.96	V	-0.07	V	0.11	V
	219.90	V	60	Hz	219.96	V	-0.06	V	0.09	V
	229.86	V	60	Hz	229.96	V	-0.10	V	0.13	V
	239.85	V	60	Hz	239.96	V	-0.11	V	0.10	V

**Observaciones:**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva del Laboratorio de Calibración de INSPER S.A.C.

Los errores presentados corresponden al promedio de diez mediciones para cada punto de medida considerado.

La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.

**FIN DEL DOCUMENTO**

Certificado de Calibración N° 03457

Expediente N°: 056-2020  
Página 1 de 2

Solicitante: **HIDRANDINA S.A.**  
 Dirección: **Panamericana Norte Km N° 560 – La Esperanza – Trujillo**  
 Instrumento de medición: **REGISTRADOR DE TENSION MONOFASICO**  
 Marca: **CIRCUTOR**  
 Identificación: **-**  
 Modelo: **CAVA 251**  
 Número de serie: **300948001**  
 Alcance: **230V ± 15%**  
 Lugar de calibración: **Laboratorio de calibración de INSPER S.A.C.**  
 Fecha de calibración: **2020-11-25**  
 Método de calibración: **Comparación directa según procedimiento LC-PR-7.2-01 Ver. 04 propiedad de INSPER S.A.C. de acuerdo con la NTP ISO/IEC 17025:2017**

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración y los resultados que incluye no representa un certificado de conformidad con normas de producto.

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. La reproducción parcial requiere la autorización escrita de INSPER SAC.

Los resultados de este certificado de calibración son válidos solo para el instrumento calibrado en el momento y condiciones en que las mediciones se realizaron.

INSPER SAC no se responsabiliza por las consecuencias del uso inadecuado del instrumento calibrado o por la incorrecta interpretación de los resultados de este certificado de calibración.

El solicitante debe definir el intervalo de recalibración del instrumento a fin de adecuar el uso del mismo a las condiciones, requisitos o normas que le apliquen.

Este certificado de calibración sin firmas carece de validez.

Condiciones de calibración

Temperatura: Inicial: 22,3 °C Final: 22,7 °C  
 Humedad relativa: Inicial: 69,5 % HR Final: 69,5 % HR

Trazabilidad

Código	Equipo utilizado	Certificado de Calibración
EP-LC-01	Calibrador Transmille 3010A	INACAL N° LE-017-2020

Fecha de emisión

Jefe de Laboratorio

Gerente de Operaciones

2020-11-25

  
CARLOS LÓPEZ VILLANUEVA

  
MIGUEL CORNEJO LARREA

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**FUNCIÓN TENSIÓN ALTERNA**

**FASE R**

RANGO	INSTRUMENTO				TENSIÓN APLICADA		RESULTADOS			
	LECTURA		FRECUENCIA				ERROR		INCERTIDUMBRE	
230 V	199,92	V	60	Hz	199,96	V	-0,04	V	0,14	V
	209,93	V	60	Hz	209,96	V	-0,03	V	0,09	V
	219,95	V	60	Hz	219,96	V	-0,01	V	0,09	V
	229,96	V	60	Hz	229,96	V	0,00	V	0,10	V
	239,95	V	60	Hz	239,96	V	-0,01	V	0,10	V

**Observaciones:**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva del Laboratorio de Calibración de INSPE S.A.C.

Los errores presentados corresponden al promedio de diez mediciones para cada punto de medida considerado.

La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .

**FIN DEL DOCUMENTO**

# REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
HUANCA VELA JUAN ABEL		45956423	ing.abelhuanca@gmail.com
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Trabajo Académico
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional <sup>1</sup>			
<input type="checkbox"/>	Bachiller	<input type="checkbox"/>	Título Profesional
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Título Segunda Especialidad
<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Maestría
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Doctorado
4. Título del Documento de Investigación			
Análisis de calidad de energía eléctrica del sistema eléctrico de distribución HR7009-Acopalca-Huari-Ancash			
5. Programa Académico			
MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA CON MENCIÓN EN REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/>	Abierto o Público <sup>3</sup> ( <a href="http://info.eu-repo/semantics/openAccess">info.eu-repo/semantics/openAccess</a> )		<input type="checkbox"/>
			Acceso restringido <sup>4</sup> ( <a href="http://info.eu-repo/semantics/restrictedAccess">info.eu-repo/semantics/restrictedAccess</a> ) (*)
(*) En caso de restringido sustentar motivo			

## A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

## B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS <sup>5</sup>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento. <sup>6</sup>




Firma

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	30	07	2023

### Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8, inciso 8.2.
- Ley N° 30035, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 006-2015-PCM.
- Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.
- En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra, de acuerdo a la directiva N° 004-2016-CONCYTEC-DEGC (Numerales 5.2 y 6.7) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
- Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales-RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALCIA".

**Nota.** - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley (Ley 27444, art. 32, núm. 32.3)

# Análisis de calidad de energía eléctrica del sistema eléctrico de distribución HR7009-Acopalca-Huari-Ancash

## INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

21 %

FUENTES DE INTERNET

1 %

PUBLICACIONES

4 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	7 %
2	<a href="https://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	4 %
3	<a href="https://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a> Fuente de Internet	2 %
4	<a href="https://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	2 %
5	<a href="https://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	1 %
6	<a href="https://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	1 %
7	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1 %
8	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1 %

