

IDENTIFICAR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN TRANSFORMADORES DE ZONAS COMERCIALES DE LA CIUDAD DE CÚCUTA

AUTOR

CARLOS FERNANDO MELO RINCÓN

DIRECTOR

HENRY ALFONSO SEPULVEDA PACAGUI

ING. ELECTRICISTA

**PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA N. DE S. – COLOMBIA
2022**

**IDENTIFICAR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN TRANSFORMADORES DE
ZONAS COMERCIALES DE LA CIUDAD DE CÚCUTA**

**AUTOR:
CARLOS FERNANDO MELO RINCÓN**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO
ELÉCTRICO**

**DIRECTOR:
HENRY ALFONSO SEPULVEDA PACAGUI
ING. ELECTRICISTA**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
PAMPLONA N. DE S. – COLOMBIA**

2022

DEDICATORIA

El presente proyecto es dedicado de manera muy especial a mis padres: Carlos y Lucenit, quienes me enseñaron que el mejor conocimiento es aquel que se aprende por sí mismo con dedicación y sacrificio. También a mi hermana Dilenny por estar presente y por su apoyo en el desarrollo de este proyecto.

Por supuesto a la Universidad de Pamplona, por permitirme concluir esta gran etapa de mi vida. Por último, a todas y cada una de las personas que aportaron a mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A mi Ser Supremo por brindarme la oportunidad de culminar esta etapa satisfactoriamente, a mis padres, con infinito amor: Carlos y Lucenit, por su estímulo permanente en la realización de este sueño. Sus palabras, sus consejos y sobre todo su presencia, fueron decisivos para avanzar día a día, hasta conquistar la cima.

Igualmente, agradezco y dedico este trabajo de grado a mi hermana Dilenny, pues su espíritu de estudio y superación, me impulsaron a seguir su ejemplo y a entender, que los desvelos y sacrificios de estudiante, son compensados con el éxito final.

“Es absurdo condenar la ignorancia del pasado con la sabiduría del presente”

Pablo d’Ors

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	14
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GENERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
3.1	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
3.2	JUSTIFICACIÓN	16
4	MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	18
4.1	MARCO TEÓRICO	18
4.1.1	DEFINICIONES	18
4.2	ANTECEDENTES	22
5	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES	24
5.1	CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	24
5.2	CASOS ESPECIALES	29
5.3	CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS TÉCNICAS DE ENERGÍA	30
5.4	REPORTE DE LOS TRANSFORMADORES	32
5.5	INFORMACIÓN PREVIA DE CADA TRANSFORMADOR, FEBRERO 2021 hasta SEPTIEMBRE 2021	32
5.5.1	Información Previa del Transformador #1 Ventura Plaza	32
5.5.2	Información previa del Transformador #2 Ventura Plaza	36
5.5.3	Información previa del Transformador Cenabastos	39
6	SELECCIÓN DE TRANSFORMADORES BASADO EN SUS PÉRDIDAS DE ENERGÍA	42
6.1	TRANSFORMADOR #1 VENTURA PLAZA	42
6.1.1	Gabinete 1 del Transformador #1 VENTURA PLAZA	44
6.1.2	Gabinete 4 del transformador #1 VENTURA PLAZA	45
6.2	TRANSFORMADOR #2 VENTURA PLAZA	46
6.3	TRANSFORMADOR CENABASTOS	47
6.3.1	Gabinete 4 Transformador Cenabastos	51
6.3.2	Gabinete 5 Transformador Cenabastos	52
6.3.3	Gabinete Fantasma Transformador Cenabastos	53
7	IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN LOS TRANSFORMADORES SELECCIONADOS	54

7.1	IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA TRANSFORAMDOR #1 VENTURA PLAZA 55	
7.1.1	IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA GABINETE 1	58
7.1.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA GABINETE 4	62
7.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA TRANSFORAMDOR #2 VENTURA PLAZA 66	
7.3	IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA TRANSFORAMDOR CENABASTOS...	71
7.3.1	IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA GABINETE 4	74
7.3.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA GABINETE 5	78
7.3.3	IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA GABINETE FANTASMA.....	82
8	PRESCRIBIR LAS PRINCIPALES ACCIONES QUE AYUDEN A REDUCIR LAS PÉRDIDAS EN LOS TRANSFORMADORES SELECCIONADOS.....	86
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
9.1	CONCLUSIONES	87
9.2	RECOMENDACIONES	88
10	Referencias.....	89
11	ANEXOS	91

TABLAS

Tabla 1. Medidor Electromecánico Fuente: https://cutt.ly/xJszDzJ	20
Tabla 2. Medidor Electrónico Fuente: https://cutt.ly/xJszDzJ	20
Tabla 3. Medidor Inteligente Fuente: https://cutt.ly/xJszDzJ	20
Tabla 4. OBSERVACIONES DE NO LECTURA.....	25
Tabla 5. OBSERVACIONES DE CONSUMO.....	26
Tabla 6. OBSERVACIONES ADICIONALES.....	27
Tabla 7. Composición pérdidas técnicas	31

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Modelo del sistema de red secundario. [12].....	31
Ilustración 2. Historial de Consumo Transformador #1 VENTURA PLAZA	34
Ilustración 3. Pérdidas vs IPT Transformador #1 VENTURA PLAZA	35
Ilustración 4. Historial de Consumo TRANSFORMADOR #2 VENTURA PLAZA	37
Ilustración 5. Pérdidas vs IPT Transformador #2 VENTURA PLAZA	38
Ilustración 6. Historial de Consumo Transformador CENABASTOS	40
Ilustración 7. Pérdidas vs IPT CENABASTOS	41
Ilustración 8. IP Gabinetes Transformador #1	43
Ilustración 9. Entrada de Energía – Salida de Energía, Gabinete 1	44
Ilustración 10. Pérdidas vs IP Gabinete 1	45
Ilustración 11. Entrada de Energía – Salida de Energía, Gabinete 4	45
Ilustración 12. Pérdidas vs IP Gabinete 4	46
Ilustración 13. Gabinetes 4, 5 y 6 - Cenabastos	48
Ilustración 14. %IP Gabinetes restantes - Cenabastos.....	49
Ilustración 15.. Color gabinetes restantes.....	50
Ilustración 16. Consumo Gabinete 4	51
Ilustración 17. Pérdidas vs IP Gabinete 4	52
Ilustración 18. Consumo Gabinete 5	52
Ilustración 19. Pérdidas vs IP Gabinete 5	53
Ilustración 20. Consumo Gabinete Fantasma	53
Ilustración 21. Pérdidas vs IP Gabinete Fantasma	54
Ilustración 22. Consumo Total Transformador #1 Ventura Plaza	56
Ilustración 23. Pérdidas vs IPT Total Transformador #1 Ventura Plaza	57
Ilustración 24. Consumo Final Gabinete 1	59
Ilustración 25. Pérdidas vs %IP Final Gabinete 1.....	60
Ilustración 26. Observaciones Gabinete 1.....	61
Ilustración 27. Consumo Final Gabinete 4	63
Ilustración 28. Pérdida vs %IP Final Gabinete 4	64
Ilustración 29. Observaciones Gabinete 4.....	65
Ilustración 30. Consumo Transformador #2 Ventura Plaza	67
Ilustración 31. Pérdidas vs %IPT Transformador #2 Ventura Plaza.....	68
Ilustración 32. Observaciones Transformador #2	70
Ilustración 33. Consumo Total Transformador #1 Cenabastos.....	72
Ilustración 34. Pérdidas vs IPT Total Transformador #1 Cenabastos	73
Ilustración 35. Consumo Final Gabinete 4	75
Ilustración 36. Pérdida vs %IP Final Gabinete 4	76
Ilustración 37. Observaciones Gabinete 4.....	77
Ilustración 38. Consumo Final Gabinete 5	79
Ilustración 39. Pérdida vs %IP Final Gabinete 5	80
Ilustración 40. Observaciones Gabinete 5.....	81
Ilustración 41. Consumo Final Gabinete Fantasma.....	83

Ilustración 42. Pérdida vs %IP Final Gabinete Fantasma	84
Ilustración 43.Observaciones Gabinete Fantasma.....	85
Ilustración 44. Gabinetes y Usuarios Transformador #1 VENTURA PLAZA.....	91
Ilustración 45. Gabinete y Usuario Transformador #2 VENTURA PLAZA	92
Ilustración 46. Gabinetes y Usuarios "ANTIGUO" Transformador CENABASTOS	93
Ilustración 47. Gabinetes y Usuarios "ACTUALIZADO" Transformador CENABASTOS.....	94

Ecuaciones

Ecuación 1. Pérdidas de Energía	28
Ecuación 2. Índice de Pérdidas	28
Ecuación 3. Energía Facturada	28

RESUMEN

Este proyecto se propone reducir las pérdidas de energía, basándose en el análisis de la información de los transformadores de las zonas comerciales en la ciudad de Cúcuta, donde se busca prescribir las principales causas de pérdidas de energía presentadas en los transformadores, ya que es necesario realizar un seguimiento en la energía suministrada en estas zonas para evitar la manipulación y malas prácticas de la energía [1]. Para esto se realiza un análisis de la información, teniendo en cuenta las Pérdidas Técnicas y Pérdidas No Técnicas del Operador de Red (O.R) CENS. Las Pérdidas Técnicas, es un reflejo del estado y las instalaciones eléctricas las cuales dependen del grado de optimización del sistema eléctrico; las Pérdidas No Técnicas se dividen en dos, zonas especiales o de difícil gestión y zonas gestionables. Para las zonas especiales o difícil gestión se descarta la posibilidad de poder realizar las acciones recomendadas, ya que puede presentar un riesgo para el personal, para las zonas gestionables se pueden llevar a cabo las recomendaciones realizadas ya que su gestión puede tener un mayor impacto en la recuperación de energía [2].

Se debe resaltar que es responsabilidad del Operador de Red (O.R) asignar código a los circuitos, transformadores y usuarios de su red; así como mantener actualizada la vinculación de nuevos usuarios a la red para poder garantizar un buen servicio [3]. El análisis de la información se basa en identificar, clasificar, seleccionar y procesar el conjunto de datos de los transformadores de estas zonas, con apoyo del software Excel, gracias a su interface amigable y las herramientas incorporadas en él, se facilita el procesamiento de datos, en donde se puede segmentar la información, aplicar formulas, crear matrices y gráficas, el cual permite compilar la información con el objetivo de poder prescribir o sugerir acciones que ayuden en la reducción de pérdidas de energía presentadas en estas zonas [4].

Palabras clave: pérdidas, energía, análisis, acciones y reducción.

SUMMARY

This project aims to reduce energy losses, based on the analysis of information from transformers in commercial areas in the city of Cúcuta, where it seeks to prescribe the main causes of energy losses presented in the transformers, since it is necessary to monitor the energy supplied in these areas to avoid manipulation and bad energy practices [1]. For this purpose, an analysis of the information is carried out, taking into account the Technical Losses and Non-Technical Losses of the Network Operator (R.O.) CENS. Technical losses are a reflection of the state and electrical installations, which depend on the degree of optimization of the electrical system; non-technical losses are divided into two, special or difficult to manage zones and manageable zones. For the special or difficult to manage zones, the possibility of being able to carry out the recommended actions is ruled out, since it may present a risk to personnel; for the manageable zones, the recommendations made can be carried out since their management may have a greater impact on energy recovery [2].

It should be noted that it is the responsibility of the Network Operator (R.O.) to assign codes to the circuits, transformers and users of its network; as well as to keep updated the linking of new users to the network in order to guarantee a good service [3]. The information analysis is based on identifying, classifying, selecting and processing the data set of the transformers in these zones, with the support of Excel software, thanks to its friendly interface and the tools incorporated in it, data processing is facilitated, where the information can be segmented, formulas applied, matrices and graphs created, which allows compiling the information in order to prescribe or suggest actions to help reduce energy losses in these zones. [4].

Key words: losses, energy, analysis, actions and reduction.

IMPACTO DEL PROYECTO

Las pérdidas de energía en las zonas comerciales de la ciudad de Cúcuta, son un sector el cual se debe realizar un seguimiento a la energía suministrada para cada uno de los usuarios pertenecientes a estas zonas, con base en la información brindada por el Operador de Red (O.R), se puede llevar a cabo un respectivo análisis de dicha información, para ello se tendrán en cuenta los siguientes ítems: historial de consumo, elementos de medición y acciones de mantenimiento. Estos ítems son necesarios para identificar las causas de las pérdidas de energía y así poder prescribir acciones las cuales puedan generar un impacto positivo en la recuperación de energía de estas zonas comerciales.

1 INTRODUCCIÓN

En el campo de la energía eléctrica las pérdidas de energía es un tema que afecta en el ámbito de desarrollo económico, social y cultural [5]. En donde se busca implementar técnicas las cuales ayuden a identificar y dar una solución, para así reducir las pérdidas de energía presentadas en los transformadores.

Para las zonas comerciales de la ciudad de Cúcuta se ha visto la necesidad de mantener un control o realizar un seguimiento en el consumo de la energía, haciendo uso de la información que proporcionan los elementos de medición instalados, ya que en estas zonas son propensas a malas prácticas del uso de la energía [1]. Por tal motivo basándonos en el análisis de la información se desea realizar un seguimiento a las causas y fenómenos que pueden afectar el buen servicio de la energía a los usuarios de estas zonas [6].

En la actualidad el Operador de Red (O.R) CENS presta el servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica a gran parte de Norte de Santander, de los cuales se pueden resaltar algunos usuarios que su consumo de energía se subdivide en pequeñas cargas, pero en conjunto representan un paquete de energía lo suficientemente grande en donde se ve la necesidad de realizar un seguimiento en el consumo de la energía para estos clientes. Estos clientes comúnmente se les puede clasificar en zonas comerciales.

Los usuarios que están ubicados en estas zonas comerciales se les tiene en cuenta su consumo, el cual depende del tipo de electrodomésticos utilizados en su locales, haciendo uso de los elementos de medición instalados en estos circuitos, se puede analizar la información obtenida de cada uno de estos elementos para así poder realizar un balance el cual ayude a mantener un control en estas zonas; las cuales están propensas a que se realicen malas prácticas y manipulación de medidores, ya que pueden afectar económicamente al Operador de Red (O.R) CENS.

Para este trabajo se pretende reducir las pérdidas de energía presentadas en los transformadores ubicados en las zonas comerciales de la Cuidad de Cúcuta, con el análisis de la información, segmentación y creación de recomendaciones las cuales ayuden a reducir las pérdidas de energía.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Identificar las pérdidas de energía en transformadores de zonas comerciales de la ciudad de Cúcuta

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la información de los transformadores que presentan pérdidas de energía.
- Seleccionar los transformadores de acuerdo a las pérdidas de energía.
- Identificar las causas de las pérdidas de energía en los transformadores.
- Prescribir las principales acciones que ayuden a reducir las pérdidas en los transformadores seleccionados.

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La demanda de energía en las zonas comerciales en la ciudad de Cúcuta, representan un gran consumo de energía, por lo cual se debe realizar un seguimiento de dicha energía.

Los circuitos en estas zonas están propensas a malas prácticas del uso de la energía, por tal razón el Operador de Red (O.R) debe crear planes para la reducción de pérdidas, para así controlar el flujo de energía en las zonas en donde los transformadores presenten una diferencia entre la entrada y salida de energía según los datos obtenidos para cada elemento de medición instalado en el circuito [3]. Para realizar el seguimiento en los transformadores ubicados en estas zonas es necesario tener en cuenta las tendencias de consumo de cada usuario, notas de lector y alertas en los desvíos de consumo injustificado que no sea justificado. De acuerdo con la información obtenida se busca recomendar o acciones las cuales ayuden a reducir las pérdidas de energía en los transformadores que presenten irregularidades y desvíos en el consumo de energía [1].

3.2 JUSTIFICACIÓN

Las Pérdidas no técnicas pueden llegar a ser una problemática la cual el Operado de Red (O.R) CENS ha sido afectado de forma negativa, para ello es necesario poder tener un ente o grupo de trabajo el cual pueda ayudar en el control de dicha energía. El área de Control Pérdidas y Reducción de Pérdidas de Energía es el grupo de trabajo encargado de repercutir positivamente los índices de pérdidas de energía, para el control de pérdidas de energía es indispensable intensificar y mejorar las técnicas de supervisión y tener un control de energía para los clientes de las zonas comerciales, haciendo uso de los elementos de medición instalados en estas zonas se realiza un seguimiento el cual depende directamente de la carga instalada para cada usuario [2].

La energía que representa las pérdidas no técnicas en estos circuitos puede variar, ya que algunas zonas comerciales no les realizan el respectivo mantenimiento a los equipos medición, acometidas y equipos de protección los cuales ayudan a tener una obtención de datos fiables para así poder realizar un análisis de la información que ayude a centralizar las zonas de alto índice de pérdidas de energía.

Con el fin de realizar un correcto análisis de la información, segmentación y mejorar los índices de pérdidas de energía en estas zonas, se utilizará el software de Excel para poder dar a conocer las de forma más practica los eventos más repetitivos y acciones que se presentan para así conocer las causas de las pérdidas no técnicas de los transformadores de las zonas comerciales.

4 MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

4.1 MARCO TEÓRICO

4.1.1 DEFINICIONES

Para el buen desarrollo de este proyecto es necesario tener en cuenta los siguientes conceptos para así prevenir confusiones presentadas.

Conexión y Acceso a Redes: Es el derecho al cual todo usuario tiene acceso a las redes del Sistema de Transmisión Nacional, al Sistema de Transmisión Regional y/o Sistema de Transmisión Local, así como al cumplimiento de las normas del Operador de Red, al pago de las retribuciones y el principio de eficiencia [3].

Disponibilidad: Se define como el tiempo sobre un periodo dado, durante el cual un Activo de uso estuvo en servicio o disponible para el servicio. La disponibilidad está asociada con la Capacidad Nominal del Activo. [3]

Niveles de Tensión: Los sistemas de Transmisión Regional y/o Distribución Local se clasifican por niveles, en función de la tensión de operación: [3]

Nivel 1: Sistema con tensión nominal menos a 1KV.

Nivel 2: Sistemas con tensión mayor o igual a 1KV y menor de 30 KV.

Nodo: Punto donde se conectan físicamente varios elementos de un sistema eléctrico. Normalmente es el barraje de una subestación. [3]

Sistema de Distribución Local (SDL): Sistema de transporte de energía eléctrica compuesto por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan en niveles de tensión 1, 2 y 3. [3]

Operador de Red de STR y SDL (OR): Ente encargado de la planeación de expansión, la operación y mantenimiento de o parte de un STR o SDL. El OR debe ser una Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios. [3]

Usuario: Persona natural que se beneficia con la prestación de un servicio público. A este último usuario se le denomina también consumidor. [3]

Defraudación de Fluidos: Actividad en la cual los usuarios hacen uso ilegal del servicio de energía, violando sus normas y parámetros, haciendo uso de actividades no éticas que derivan al hurto de energía. [2]

Pérdidas eficientes de energía: Las pérdidas de energía eficientes es la suma total de las pérdidas técnicas más una pequeña parte de pérdidas no técnicas, la cual corresponde a las pérdidas mínimas aceptadas en un sistema eléctrico por los entes de regulación y control. Las pérdidas eficientes se reconocen en la tarifa, de acuerdo con la regulación en vigencia. [2]

LAC: Entidad encargada de la liquidación y administración de cuentas de los cargos por uso de las redes del SIN que le sean asignadas y de calcular el ingreso regulado de los transportadores, de acuerdo con las disposiciones contenidas en la regulación que este en vigencia. [7]

Clase de exactitud: Es la designación asignada a transformadores de corriente y de tensión, cuyos errores permanecen dentro de los límites especificados para las condiciones de uso prescritas. [8]

Medición directa: Es el tipo de conexión en el cual las señales de voltaje y de corriente que recibe el medidor son las mismas que recibe la carga. [8]

Medición indirecta: Es el tipo de conexión en el cual las señales de voltaje y de corriente que recibe el medidor provienen de los respectivos devanados secundarios de los transformadores de voltaje y de corriente utilizados para transformar las voltaje y corrientes que recibe la carga. [8]

Medición semidirecta: Es el tipo de conexión en el cual las señales de voltaje que recibe el medidor son las mismas que recibe la carga y las señales de corriente que recibe el medidor provienen de los respectivos devanados secundarios de los transformadores de corriente utilizados para transformar las corrientes que recibe la carga. [8]

Tipo de servicio: Es la característica de una instalación eléctrica relacionada con el número de fases e hilos de una acometida eléctrica. [8]

También se debe tener en cuenta las características de los tipos de medidores utilizados por el O.R, el cual se divide en:

Medidor Electromecánico	
Ventajas	Desventajas
Construcción simple	Posee poca precisión
Bajo costo	No tiene tapa protectora en bornes
Fácil instalación	Facilidad de manipulación y falencias en su seguridad

Tabla 1. Medidor Electromecánico Fuente: <https://cutt.ly/xJsZDzI>

Medidor Electrónicos	
Ventajas	Desventajas
Rapidez de lectura puede llegar a mil lecturas por segundo	Mayor costo a comparación del Electromecánico
Mayor cantidad de registros	Complejos en su construcción
Mayor seguridad para evitar manipulaciones.	No cuenta con la funcionalidad de calidad de la potencia

Tabla 2. Medidor Electrónico Fuente: <https://cutt.ly/xJsZDzI>

Medidor Inteligente	
Ventajas	Desventajas
Permite la telemedida, la lectura a distancia	Tarifas adicionales por su instalación
Rápida identificación de problemas	Equipo muy costoso debido a la tecnología usada
Mayor confiabilidad en los datos y las necesidades críticas de medición (precisión 0,06%)	En zonas apartadas (rurales) presenta problemas de comunicación

Tabla 3. Medidor Inteligente Fuente: <https://cutt.ly/xJsZDzI>

Transformador de corriente (TC): transformador el cual es utilizados para medir la corriente secundaria, en condiciones normales de uso, es proporcional a la corriente primaria y cuya diferencia de fase es aproximadamente cero para una dirección apropiada de las conexiones. [8]

Transformador de voltaje o potencial (TT o TP): transformador el cual es utilizado para medir el voltaje secundario en las condiciones normales de uso es substancialmente proporcional al voltaje del primario y cuya diferencia de fase es aproximadamente cero, para un sentido apropiado de las conexiones. [8]

El Operador de Red CENS es el encargado de suministrar energía a las zonas comerciales de la ciudad de Cúcuta, por ello es necesario tener control y así evitar la defraudación de fluidos. Para estos casos es necesario primeramente identificar los transformadores que presentan altas pérdidas de energía, una vez detectados realizar un seguimiento al historial de consumo o entrada y salida de energía en el transformador, para así poder tomar acciones que ayuden a reducir las pérdidas presentadas y que las pérdidas eficientes no afecten el indicador de calidad. Por esta razón el Operador de Red debe crear planes de reducción y/o mantenimiento de pérdidas de energía. [3]

En la gestión de pérdidas se pueden resaltar los siguientes criterios:

- a. La presentación de plan de reducción.
- b. Los costos eficientes del plan están constituidos por las inversiones y por los costos y gastos aprobados al OR para tal fin.
- c. La remuneración de los planes de reducción de pérdidas se podrá aplicar en los mercados de comercialización que presenten pérdidas de energía eléctrica superiores a las pérdidas reconocidas en el nivel de tensión 1. [7]

Para la aplicación de los planes de energía se debe mencionar las leyes que castigan el mal uso de los servicios públicos, de los cuales se pueden mencionar los artículos los cuales hacen mención de las sanciones que se puede aplicar.

- CÓDIGO PENAL

Artículo 256 – Defraudación de Fluidos.

Cabe aclarar que cualquier usuario que *“mediante cualquier mecanismo clandestino o alterando los sistemas de control o aparatos contadores, se apropie de energía eléctrica, agua, gas natural, o señal de telecomunicaciones, en perjuicio ajeno, incurrirá en prisión de dieciséis (16) a setenta y dos (72)*

meses y en multa de uno punto treinta y tres (1.33) a ciento cincuenta (150) salarios mínimos legales mensuales vigentes". [8]

- CÓDIGO NACIONAL DE POLICIA, Capítulo II – De la seguridad en los servicios públicos.

Artículo 28 - Comportamientos que afectan la seguridad y bienes en relación con los servicios públicos.

1. Poner en riesgo a personas o bienes durante la instalación, utilización, mantenimiento o modificación de las estructuras de los servicios públicos.
2. Modificar o alterar redes o instalaciones de servicios públicos. [9]

Artículo 92 - Comportamientos relacionados con el cumplimiento de la normatividad que afectan la actividad económica.

- Instalar servicios eléctricos, hidráulicos u otros espaciales, sin previa autorización escrita de la empresa de servicios públicos respectiva. [9]

4.2 ANTECEDENTES

Para reducir las pérdidas no técnicas presentadas en los transformadores y los casos encontrados quedan como guía o antecedentes realizados en el análisis de la información y las causas que afectaron, las herramientas las cuales ayudan a brindar un mejor servicio de energía a todos los clientes. Con el objetivo de poder reducir y mantener un control de las pérdidas de energía, para así poder seguir avanzando en el crecimiento de CENS. Se espera que con base a lo propuesto se aplique en los Operadores de Red que presentan un déficit en el ámbito de la recuperación de energía y defraudación de fluidos. Adicional a esto se debe capacitar e informar al personal, ya que es el encargado de analizar, ejecutar y atender adecuadamente este fenómeno el cual afecta el progreso y desarrollo en el ámbito social, moral y tecnológico.

Realizando diferentes consultas se logró encontrar los siguientes proyectos visibles:

- Autores: JUAN CARLOS MALDONADO CHICA, PAUL MARCELO CANDO NAULA, en donde su objetivo general es Determinar las pérdidas de energía eléctrica en los transformadores de distribución y

estudiar el efecto que tiene sobre las mediciones de baja tensión haciendo uso del algoritmo de compensación de pérdidas, de las herramientas informáticas y de los modelos matemáticos. En donde el resultado general es respecto al estudio de algoritmos para la compensación de pérdidas de energía en los transformadores, medidores de compensación ayuda en la medición de la energía que se consumió en el punto de entrega. [10]

- Autores: ING. PAOLA ANDREA MENDEZ FUENTES, ING. FELIX YAZMIR OLIVEROS PORRAS, en donde su objetivo general es intervención del transformador con código interno 707395 el cual presento unas pérdidas de 8.047kWh/mes y un IP del 35,29%, en donde se busca implementar en dos cuerpos y la eliminación de la red de baja tensión denominada Red chilena, en el asentamiento humano Los Alpes. En donde el resultado general a resaltar es el análisis técnico de la implementación de nuevas tecnologías con el fin de garantizar la sostenibilidad de las acciones en el tiempo; teniendo en cuenta cualquier sistema eléctrico. [11]
- Autor: FABIÁN ANDRÉ FERNÁNDEZ ESPINOSA, ANDRÉS DARÍO TORO RENDÓN, en donde su objetivo general es una propuesta metodológica para el control de la defraudación de fluido eléctrico en Colombia el cual busca direccionar acciones basado en los resultados operativos realizados con anterioridad para así garantizar el cumplimiento de compromisos con entes de regulación y control. [2]

5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES

En el proceso de análisis de la información en los transformadores se obtiene del Sistema de Administración Comercial (SAC) y la base de datos HANA de CENS, en donde SAC es donde el medio por el cual se obtiene la información mes a mes de cada transformador, HANA es una base de datos la cual brinda la opción de extraer cierta información específica o que solamente se necesite en el momento; cabe resaltar que la base de datos HANA depende directamente de SAC ya que la información que es subida en SAC se transfiere a la base de datos de HANA para así poder tener toda la información actualizada. Gracias a la herramienta HANA la cual se basa en el direccionamiento probabilístico, el cual gracias a la creación de reglas y filtros ayudan a detectar o dar una alerta respecto a la desviación y caídas de consumo en los transformadores.

Para este análisis se tendrán en cuenta unas variables las cuales ayudarán en el proceso de clasificación y selección de los transformadores, se debe mencionar que para la gran parte de los transformadores ubicados en las zonas comerciales de la ciudad de Cúcuta se les realiza un seguimiento mes a mes, ya que al ser una zona con gran cantidad de usuarios los cuales son arrendados el consumo de energía puede variar ya que dichos locales al ser desocupados pueden dar una falsa alarma o generar una acción la cual no se podrá ejecutar hasta no validar en terreno el estado del inmueble. La información utilizada se plasmará mediante la herramienta de Excel para así tener la información más ordenada y de mejor entendimiento.

5.1 CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

Las bases utilizadas para poder realizar el análisis en los transformadores son observaciones del lector, historial de consumo del usuario y el indicador de pérdidas (IP) el cual nos ayuda a identificar si un transformador presenta pérdidas de energía o no.

- a. **Observaciones del lector:** Estas observaciones son realizadas en terreno, se debe tener en cuenta que estas observaciones se realizan mes a mes y solamente se puede solicitar una revisión en el caso de presentar alguna anomalía o variación de consumo la cual no sea justificada por el usuario. Para ello se muestra a continuación una tabla con las observaciones realizadas y una breve descripción de cada una.

I. Observaciones de no lectura

Observaciones	Criterios
No existe geográficamente	El inmueble asociado a la dirección desapareció por el paso de alguna vía nueva.
	Por modificación de la infraestructura o construcción de una instalación o vivienda que afecte su medidor o medidores asociados
	Cuando los usuarios le han cambiado el medidor ya que cumplen para el traslado a servicio prepago
	No existe el inmueble en el sitio donde debiera encontrarse, de acuerdo, con la aplicación de los principios básicos de la nomenclatura debido a una mala asignación de la ruta al momento de ingresar el predio en el sistema comercial.
Imposibilidad de acceso	Estando instalado el medidor al interior de la instalación no atienden el llamado del lector para acceder hasta el elemento de medición.
	Verificar que corresponde al mismo número de medidor de la activa y que el mismo no está capacitado para dar la lectura reactiva
	De manera expresa, el cliente no permite la entrada a la instalación.
	Estando instalados los medidores en una subestación, garaje o espacio cerrado no se encuentra la persona que debe atender al lector o no se encuentran las llaves para abrir.
	Cuando existe una condición no permanente en el tiempo asociada al ambiente donde se encuentra ubicado el equipo de medida que no permita la visibilidad suficiente para tomar el registro de lectura del medidor.
	Alguna persona, animal o cosa que obstruya o impida el acceso hasta el medidor.
	Cuando se verifica la existencia de derrumbes u obstáculos en las vías de acceso.
	Por eventos de orden público, cuando las condiciones de seguridad lo ameriten, de acuerdo a la autorización del personal de la supervisión contratista.

Tabla 4. OBSERVACIONES DE NO LECTURA

II. Observaciones de Consumo

Observaciones	Criterios
Fraude	Falta de sellos de seguridad en los gabinetes, caja hermética o cuerpo del medidor.
	Cajas herméticas del medidor de energía eléctrica abiertas o sin la misma.
	Adulteración de los sellos de seguridad instalados por CENS e instalación de sellos falsos.
	Perforación en el medidor
	Instalación de líneas directas o derivaciones (ganchos) en la acometida antes del medidor de energía eléctrica.
	Les sea ofrecido por el cliente cualquier tipo de ofrecimiento o beneficio para modificar los registros de lectura reales del o de los medidores.
Cambio de actividad	El uso de esta observación no representa cambio en la tarifa inmediatamente ya que se debe realizar inspección técnica
Vacía	Avisos que le indiquen que el inmueble está en arrendamiento o en venta y el predio este completo.
Variación número de personas	Llegada de nuevos inquilinos.
	Alquiler de habitaciones
	Inmuebles recién ocupados o nuevos
	Llegada o partida de visitas de familiares o amigos.
	Ausencia de las personas en los períodos de vacaciones o viajes.
	Nacimiento de bebés.
Parado o dañado	El predio debe encontrarse ocupado y haciendo uso de la energía eléctrica, además se puede tomar con claridad la lectura
Se surte de otra instalación	Se debe verificar que realmente se surte de otras instalaciones y no es producto de una conexión fraudulenta o de un daño en el medidor
Sin servicio con medidor	Esta observación se utilizará cuando se tenga certeza de que el servicio de energía está suspendido.
Registro devolviendo	Esta observación se debe utilizar cuando se observe claramente el giro inverso en el medidor y se debe diferenciar de medidor cambiado y lectura menor

Tabla 5. OBSERVACIONES DE CONSUMO

III. Observaciones Adicionales

Observaciones	Criterios
Normalización Acometida	Se encontró otro medidor diferente en terreno, se debe notificar al usuario para poder legalizar el consumo registrado.
Daño interno	Se debe tener la certeza de que tipo de daño o corto se aprecia
No hay justificación	Cuando el predio se encuentre solo en el momento de la visita, ósea que no esté el encargado, inquilino o usuario etc.
	Usuario no da información
	Respuesta no convincente por parte del cliente o usuario de la instalación, que no permita al lector revisor determinar la causa que origina la variación del consumo en el período de facturación.
	Porque de manera expresa no se le permita hacer la revisión.
	Cuando critica el consumo de un micromedidor o de un usuario con medida reactiva.
	Informar si es lectura de Macro-medidor, reactiva o fuente parabólica - tomada en libretín.
Caído o suelto	Esta observación adicional se aplicará por el lector revisor, cuando al momento de la lectura de un medidor de energía, verifique que el medidor se encuentre suelto, caído o desprendido de su lugar de fijación.
Fraude de energía	Aplica esta observación adicional, cuando el Lector Revisor durante la ejecución de las correrías de lectura, encuentra instalaciones que teniendo medidor legalizado tienen líneas tomadas desde las entradas del medidor, la acometida o la red secundaria. A diferencia de la observación adicional “ACOMETIDA PELADA DE ENERGÍA”, en este caso el lector revisor para su reporte, debe haber verificado al momento de realizar la lectura, la instalación de alguna derivación o gancho sobre las líneas de entrada antes del medidor.
Registro descentrado	Medidor presenta falla interna, ya sea falla mecánica o electrónica.
	Medidor aparentemente adulterado, se puede solicitar una revisión del estado del medidor o un aforo de la carga instalada del usuario.

Tabla 6. OBSERVACIONES ADICIONALES

- b. **Historial de consumo:** Con base al consumo registrado por el usuario o vecinos en el transcurso del tiempo se puede realizar una estimación de la carga o consumo que puede tener al estar habitado. Gracias al historial de consumo se puede crear una base la cual se puede utilizar en el proceso de encontrar focos rojos los cuales ayuden a detectar la defraudación de fluidos.
- c. **Pérdidas de Energía:** Para calcular las pérdidas de energía se tiene que debe realizar la diferencia entre la energía de entrada (Energía medida por el Macro-medidor) y energía de salida (sumatoria de la energía consumida de los usuarios). Plantando lo anterior se obtiene la siguiente formula:

$$\text{Pérdidas de Energía} = E.\text{de Entrada} - E.\text{de Salida [kWh]}$$

Ecuación 1. Pérdidas de Energía

- d. **Índice de Pérdidas:** Para calcular el índice de pérdidas de energía se tiene en cuenta la entrada y salida de energía, el cual es utilizado para como primer indicador para detectar las pérdidas de energía en los transformadores.

$$\text{Índice de Pérdidas} = \frac{\text{Energía de Entrada} - \text{Energía de Salida}}{\text{Energía de Entrada}} * 100$$

Ecuación 2. Índice de Pérdidas

- e. **Energía facturada:** Para la energía facturada se tiene la siguiente ecuación, en donde se obtiene la energía que factura o consume un usuario en determinado mes. Tomando como referencia la 'Lectura del Mes A' la cual es la lectura del mes anterior y la 'Lectura del Mes B' que representa la lectura del mes actual, al realizar la diferencia entre estas dos lecturas se obtiene la energía que va a ser facturada al usuario. 'F.M' es el Factor de Multiplicación el cual depende directamente de los TC's y TP's instalados en el equipo de medida.

Nota: Si el usuario no posee TC's ni TP's instalados el Factor de multiplicación se tomará con el valor de 1.

$$\text{Energía Facturada} = (\text{Lectura Mes B} - \text{Lectura Mes A}) * F.M \left[\frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \right]$$

Ecuación 3. Energía Facturada

5.2 CASOS ESPECIALES

Para el análisis de los casos de pérdidas de energía se deben tener en cuenta algunas excepciones:

- a. Debido a que algunas acciones que se soliciten ya sean de inspección, validación del estado del equipo o legalización se presentar el caso en donde pueda poner en riesgo la seguridad del contratista lo cual puede retrasar el resultado o la no ejecución de la acción solicitada.
- b. Gran parte de los usuarios que va a ser analizados están conectados por nivel de tensión 1 y algunos Macro-medidores están conectados por nivel de tensión 2 lo cual puede generar algún ruido al comparar la energía medida con un equipo conectado por BT.
- c. Las suspensiones o cortes del servicio por incumplimiento del contrato de servicios públicos por parte del usuario.
- d. Los actos vandálicos o de terrorismo. El OR debe tener soporte entregado a la autoridad competente que declaro la situación para realizar la respectiva validación de las exclusiones durante el proceso de que se lleve de la información.
- e. Eventos originados respecto a traslado, adecuaciones o verificación de la infraestructura eléctrica debe ser realizado por personal especializado ya sea técnico, tecnólogo o ingeniero.
- f. Los fenómenos naturales, tales como erosión, terremotos, maremotos, huracanes y/o tornados. El OR debe mantener el soporte dado por la autoridad competente que declaro esta situación para la revisión y validación los problemas que se presentaron en el proceso. [3] [7]

5.3 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS TÉCNICAS DE ENERGÍA

Para la metodología por el GP (Grupo de investigación Planeamiento de Sistemas Eléctricos de la Universidad Tecnológica de Pereira) para el cálculo de las pérdidas técnicas son:

- Considerar el desbalance en corriente y tipo de conexión de los usuarios (bifilar, trifilar, tetrafilar).
- Considerar la característica ZIP de las cargas.
- Considerar el factor de potencia de las cargas.
- Considerar las acometidas y contadores del sistema.
- Considerar la curva de carga y la curva de demanda máxima diversificada para cada circuito típico presentado por el OR.

Con base a la información de entrada para el cálculo de pérdidas técnicas de un circuito nivel de tensión 1 se pueden destacar los siguientes incisos:

- I. Red secundaria
 - a. Porcentaje de desbalance en corriente.
 - b. Tabla a curva de demanda máxima diversificada por la cantidad de usuarios para circuitos residenciales.
- II. Transformador
 - a. Capacidad nominal.
 - b. Curva de carga en el lado de baja tensión.
 - c. Factor de carga.
- III. Tramos de red secundaria
 - a. Cantidad de tramos
 - b. Longitud por tramo
 - c. Calibre y material del conductor de cada fase y neutro.
 - d. Configuración (bifilar, trifilar, tetrafilar).
- IV. Poste
 - a. Cantidad de usuarios
 - b. Cantidad de usuarios conector en forma bifilar, trifilar o tetrafilar.
 - c. Calibre de acometida.
 - d. Cantidad o porcentaje de medidores electrónicos y electromecánicos.

Luego se realiza el cálculo de pérdidas técnicas para un circuito típico, teniendo en cuenta todos los factores mencionados anteriormente se toma un modelo del sistema de red secundaria (Ilustración 1).

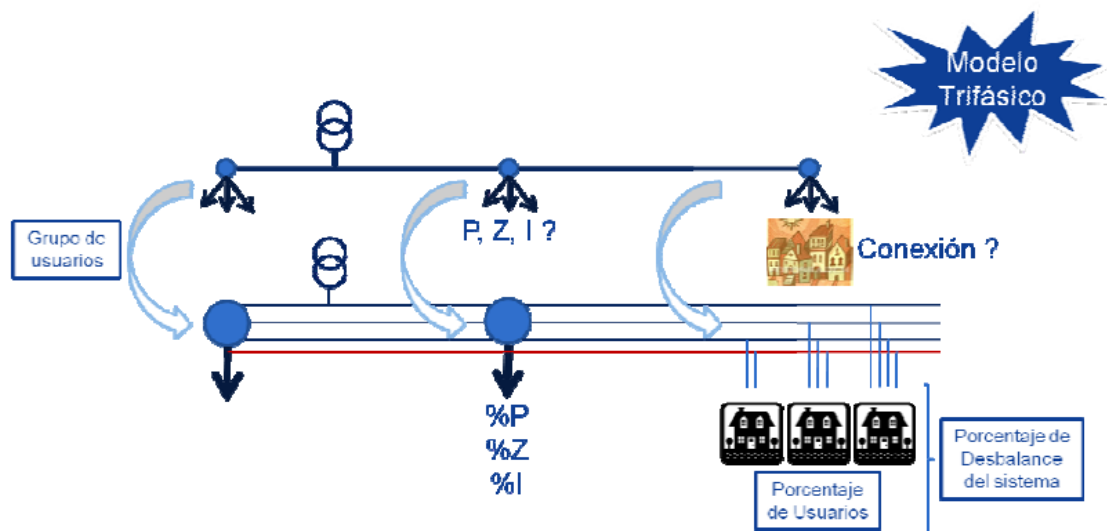


Ilustración 1. Modelo del sistema de red secundario. [12]

Para finalizar el porcentaje de pérdidas técnicas reconocidas en el nivel de tensión 1 por OR para CENS quedaría compuesto de la siguiente forma:

OR	Pérdidas del Sistema [%]	Pérdidas en Transformadores [%]	Pérdidas en la Red [%]	Pérdidas en Acometida [%]	Pérdidas en Medidores
CENS	5,17	1,7	2,35	0,86	0,26

Tabla 7. Composición pérdidas técnicas

Con base a las pérdidas técnicas reconocidas por nivel de tensión 1 al OR CENS la selección de transformadores a los cuales se va realizar el análisis se tendrá el cuanta que las pérdidas de energía presentadas en los transformadores o gabinetes sea mayor a este valor. Adicional a lo mencionado anteriormente se tendrán en cuenta los transformadores que puedan tener una variación no justificada en sus gabinetes, ya que la variación de dichos transformadores o gabinetes deben de seguir una tendencia para así poder tener un mejor control del IP (Índice de Pérdidas).

5.4 REPORTE DE LOS TRANSFORMADORES

La información obtenida de los transformadores se obtiene de la base de datos en donde se proporciona el consumo que facturaron todos los usuarios en mes, en dicho reporte se valida la información para cada usuario. Cabe mencionar que los usuarios se clasifican en usuarios residenciales y de industria o comerciales, los cuales para cada uno de ellos se aplica una diferente tarifa.

Los transformadores se les realiza un historial de consumo con base al Macro-medidor instalado, para así compararlo con el registro de la energía de los gabinetes en los cuales se dividen.

Para esto nos basaremos en el historial de consumo de los usuarios en los meses anteriores, para así poder validar si algún el usuario aumenta su consumo sea justificado y de no ser así se solicita una revisión en la cual se le realiza una visita al usuario para realizar la respectiva validación en terreno. Esta validación en terreno consta en acercarse al inmueble y realizar una serie de preguntas de rutina en donde el objetivo principal es de buscar por qué dicho usuario aumento el su consumo para el mes facturado.

5.5 INFORMACIÓN PREVIA DE CADA TRANSFORMADOR, FEBRERO 2021 hasta SEPTIEMBRE 2021

En este apartado se tendrá la información correspondiente de cada transformador, el dónde por políticas de confidencialidad se realizará cambios en códigos, nombres y en especial los usuarios que serán tomados como ejemplo para poder explicar los casos que se presenten en el desarrollo de este proyecto.

Para la ubicación geográfica de estos transformadores se les asigno un nombre del lugar en donde se encuentran ubicados, adicional a esto se tendrá en cuenta los gabinetes y usuarios que pertenezcan a cada gabinete para así poder tener un mejor contexto de lo que se desea analizar.

5.5.1 Información Previa del Transformador #1 Ventura Plaza

Para este transformador se debe tener en cuenta que está ubicado en un lugar estratégico, en donde se tienen grandes supermercados de cadena los cuales pueden llegar a presentar un gran consumo de energía a causas de los equipos y electrodomésticos utilizados para brindar un buen servicio a sus clientes.

En este transformador se tienen 42 usuarios, los cuales se divide en 5 gabinetes, para cada uno de estos gabinetes se tiene su respectivo Macro-

medidor el cual ayuda a tener control de la energía suministrada a los usuarios. En la ilustración 2 se puede observar el historial de consumo del Macro-medidor (energía de entrada) y el consumo total de los usuarios (energía de salida).

Con base al consumo presentado en los meses de febrero 2021 a septiembre 2021 del transformador #1 Ventura Plaza se observa que el Macro-medidor (barras azules) el cual es la entrada de energía y en consumo de los usuarios (barras naranjas) que es la salida de energía; basados en la información de la gráfica se puede observar una diferencia entre las lecturas la cual se puede apreciar en la Ilustración 3, dando a conocer el %IPT y las pérdidas de energía presentados en el transformador.

En la ilustración 3 se observa las pérdidas y el IPT para el transformador #1 VENTURA PLAZA el cual tiene un comportamiento anormal, el dónde para los meses de febrero, marzo y agosto, septiembre tiene unas pérdidas negativas, pero para los meses de abril, mayo, junio y julio su IPT es positivo.

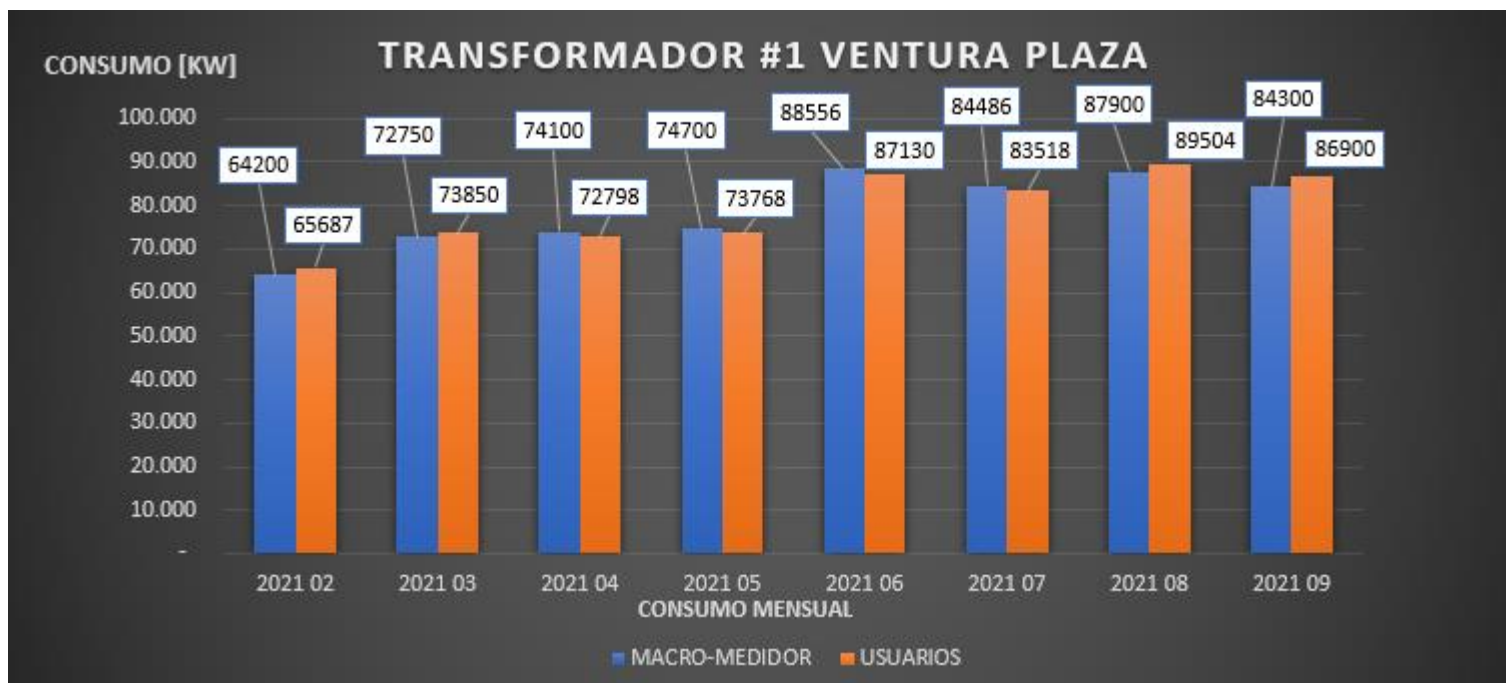


Ilustración 2. Historial de Consumo Transformador #1 VENTURA PLAZA

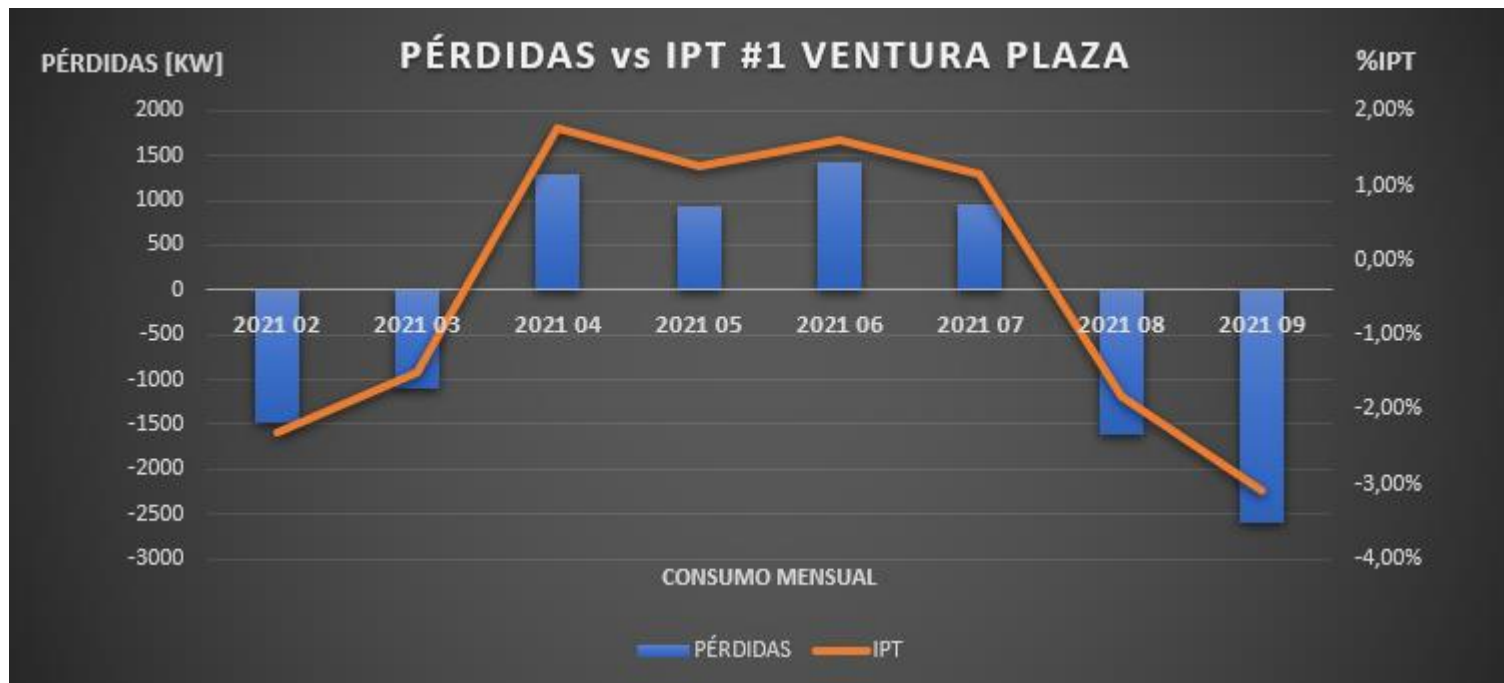


Ilustración 3. Pérdidas vs IPT Transformador #1 VENTURA PLAZA

5.5.2 Información previa del Transformador #2 Ventura Plaza

Para este transformador está conformado por 1 usuario, para este usuario cabe se debe resaltar que presenta un gran consumo de energía por lo tanto se le tiene un riguroso control de la energía suministrada a este usuario. Se tiene un Macro-medidor para así poder mantener un mejor control en la energía suministrada para cada Gabinete de este usuario. En la ilustración 4 se puede observar el comportamiento del consumo de la energía medida por el Macro-medidor (energía de entrada) y el consumo del usuario (energía de salida).

Con base a la información de la Ilustración 4 se puede observar que este transformador presenta una diferencia entre el Macro-medidor y el usuario. Esto se puede apreciar de mejor forma en la ilustración 5, en donde nos muestra las pérdidas de energía y el %IPT para este transformador, las cuales son negativas para todos los meses analizados.

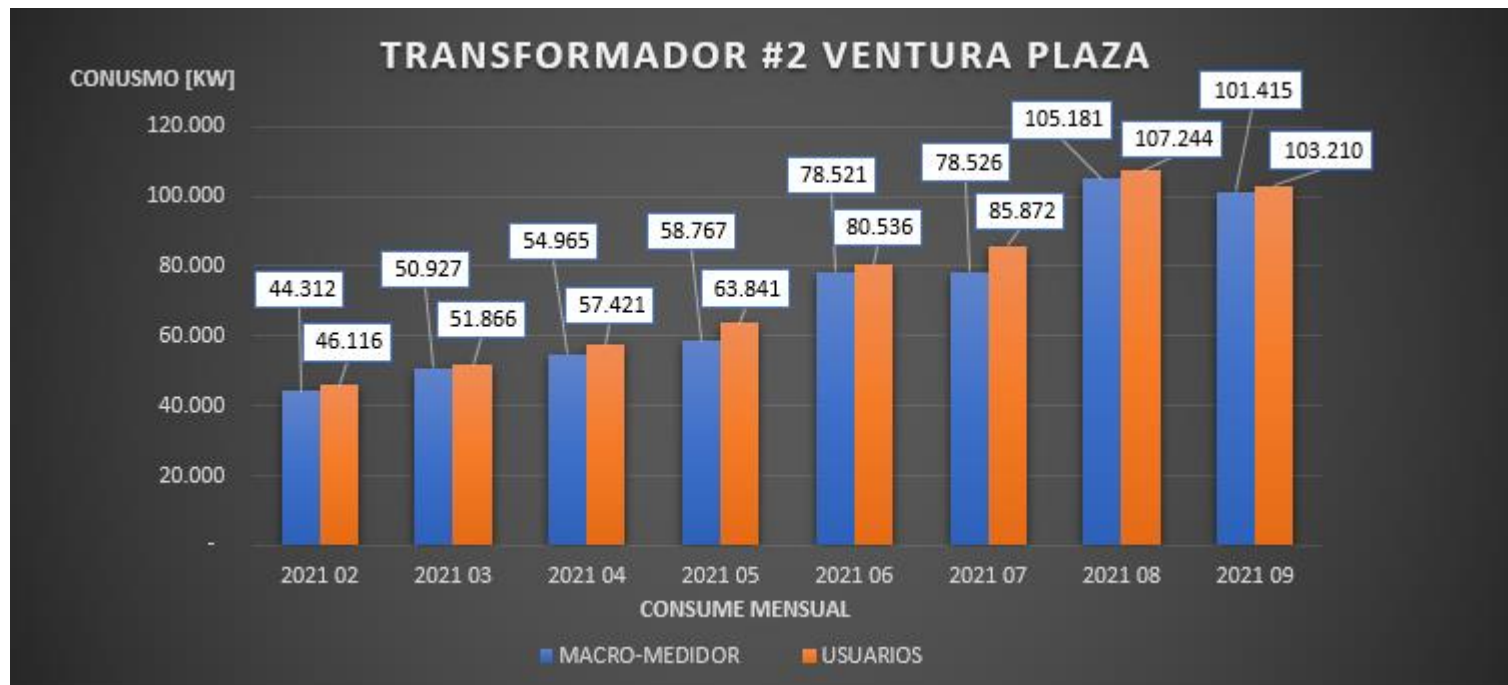


Ilustración 4. Historial de Consumo TRANSFORMADOR #2 VENTURA PLAZA

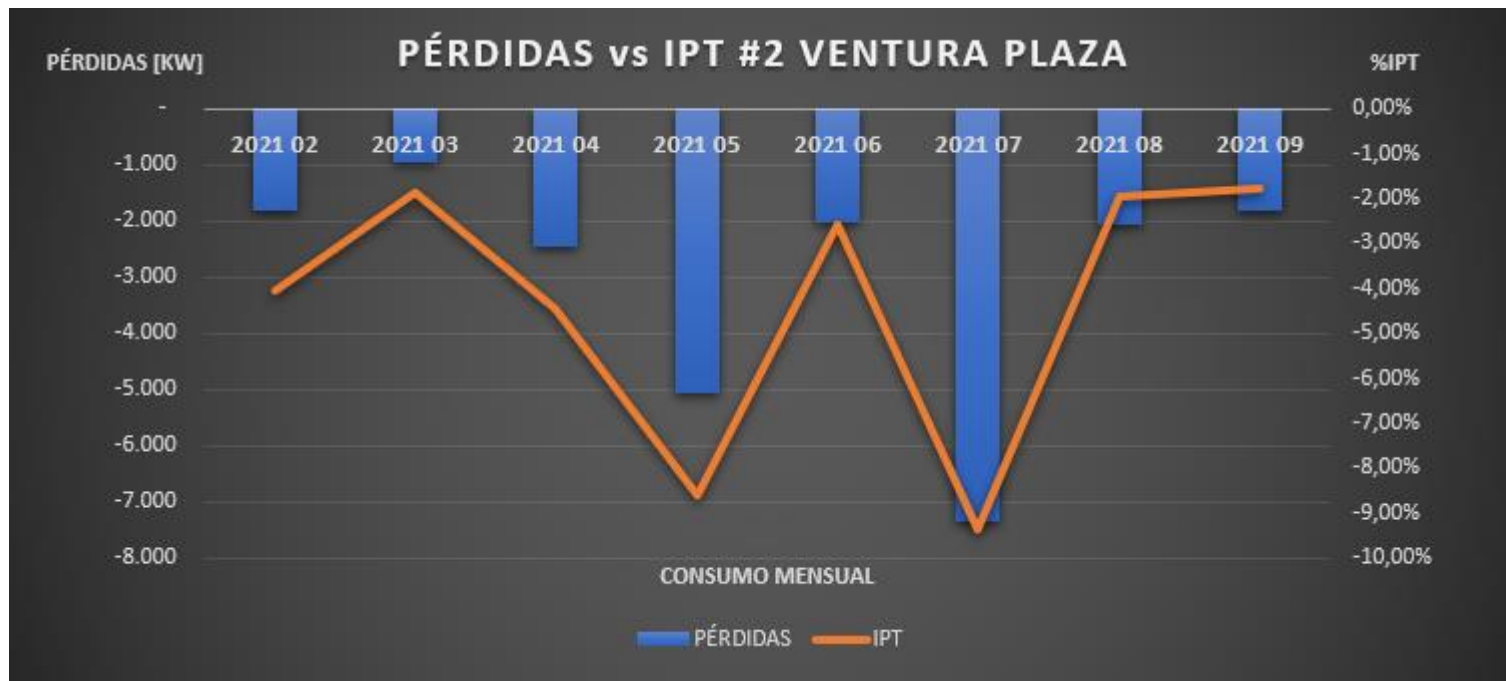


Ilustración 5. Pérdidas vs IPT Transformador #2 VENTURA PLAZA

5.5.3 Información previa del Transformador Cenabastos

Este transformador está ubicado en la central de abastos mayorista Cenabastos, cabe resaltar que este lugar es visitado constantemente por los ciudadanos, ya que allí se compran productos de la primera necesidad y la cantidad de usuarios que presenta ese sector es muy basta. Este transformador está compuesto por 307 usuarios los cuales se subdivide en 18 gabinetes con su respectivo Macro-medidor. Gracias a la Ilustración 6 se puede observar la energía medida por su Macro-medidor principal y la sumatoria del consumo de todos los usuarios. En la ilustración 7 se puede observar el comportamiento de las pérdidas de energía y el %IPT de este transformador durante los 8 meses que se tienen del historial de consumo, además que para los meses de agosto y septiembre se tiene un aumento en sus pérdidas de energía.

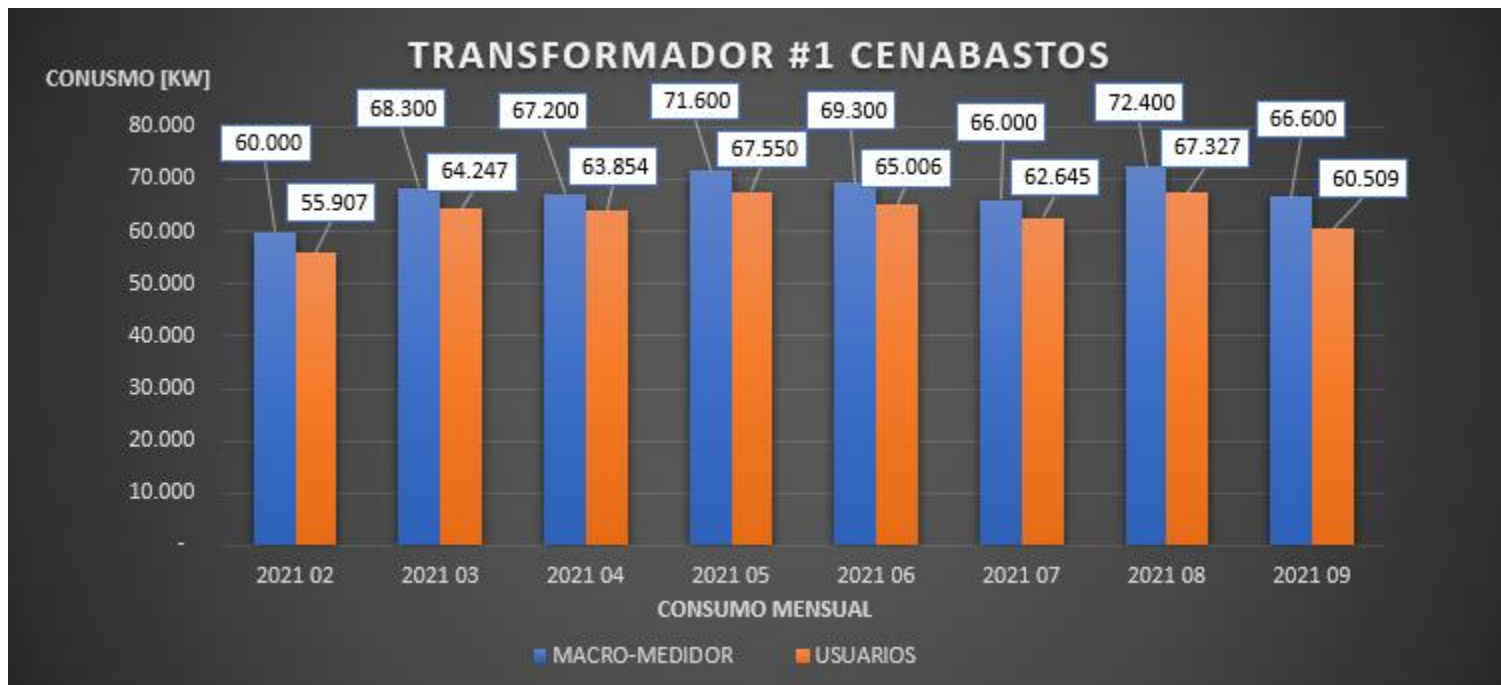


Ilustración 6. Historial de Consumo Transformador CENABASTOS

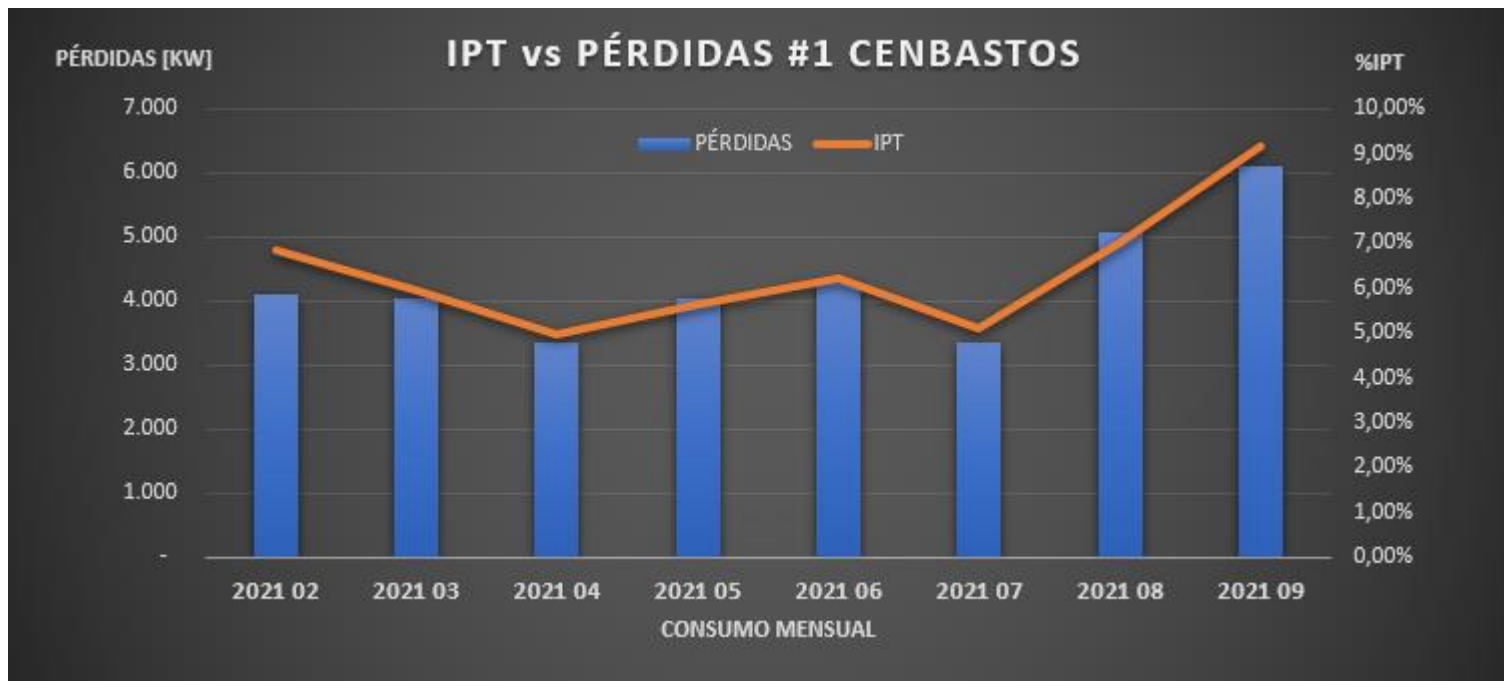


Ilustración 7. Pérdidas vs IPT CENABASTOS

6 SELECCIÓN DE TRANSFORMADORES BASADO EN SUS PÉRDIDAS DE ENERGÍA

Para la selección de los transformadores se tendrán las pérdidas técnicas reconocidas al O.R CENS o que las pérdidas presentadas en el transformador sean negativas. Esto con el objetivo de que toda acción o recomendación que se realice con el paso del tiempo tenga un impacto positivo en las pérdidas de energía. Todo índice de pérdidas que supere el 5,17% se asume que dicho transformador o gabinete tiene pérdidas no técnicas de energía. Por efectos legales solamente se van a tomar los transformadores y gabinetes que superen dichas pérdidas técnicas reconocidas al O.R, para así profundizar en el historial de consumo y los casos o acciones que se tomaron para este Gabinete.

6.1 TRANSFORMADOR #1 VENTURA PLAZA

Para el transformador #1 Ventura Plaza se procede a validar su IPT el cual oscila entre los valores de -3% y 3% (Ver Ilustración3), debido a que su IPT pasa de positivo a negativo se debe proceder a buscar la causa de la variación en su %IPT, para esto es necesario realizar un análisis del consumo para los Gabinetes en este transformador, ya que este transformador se compone de 5 gabinetes.

Para esto se tiene la ilustración 8 donde se puede observar los gabinetes 1 y 4 los cuales fueron seleccionados, debido a que los gabinetes restantes no presentan un IP que superen el 5,17% no es necesario profundizar en el consumo de estos gabinetes.

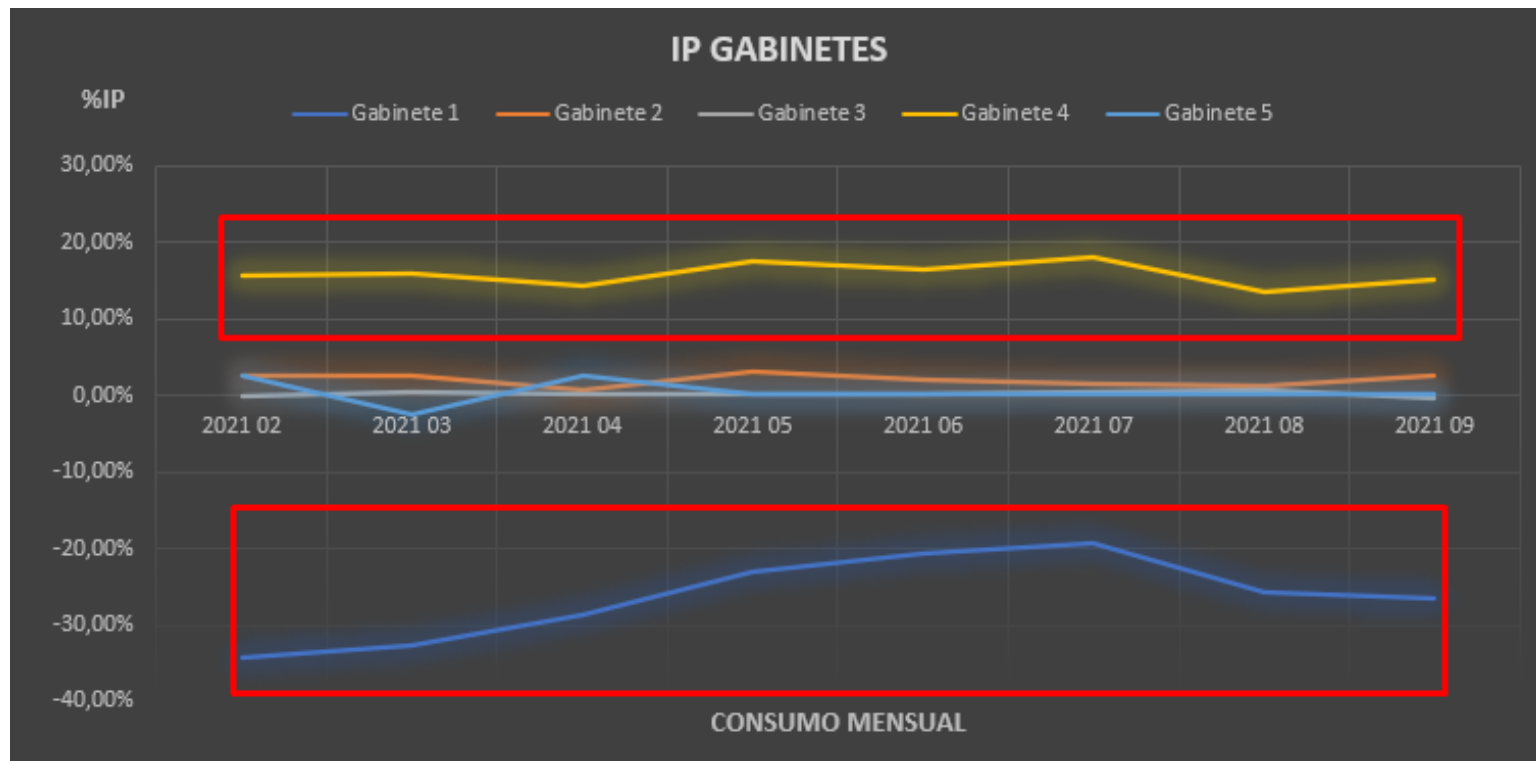


Ilustración 8. IP Gabinetes Transformador #1

La información de los gabinetes seleccionados se puede apreciar en las Ilustraciones 9, 10, 11 y 12. Estas Ilustraciones nos da a conocer el comportamiento de la energía registrada por el Macro-medidor y la sumatoria de la energía consumida de los usuarios, así como sus pérdidas y el %IP para el gabinete 1 y gabinete 4 respectivamente. Por tal razón este transformador es **APTO PARA IDENTIFICAR PÉRDIDAS DE ENERGÍA.**

6.1.1 Gabinete 1 del Transformador #1 VENTURA PLAZA



Ilustración 9. Entrada de Energía – Salida de Energía, Gabinete 1

Con base a la energía medida por el Macro-medidor y la sumatoria del consumo de energía total de los usuarios presentada en el gabinete 1 se observa una diferencia la cual se puede observar en la Ilustración 10, en donde las pérdidas y su IP presentan un valor muy negativo. Ya que este gabinete presenta pérdidas muy negativas es necesario analizar las causas de las pérdidas, para este gabinete se puede afirmar que las pérdidas promedio son de -3.049 kWh/mes y su %IP promedio es de -26,34% para los último 8 meses respectivamente.



Ilustración 10. Pérdidas vs IP Gabinete 1

6.1.2 Gabinete 4 del transformador #1 VENTURA PLAZA



Ilustración 11. Entrada de Energía – Salida de Energía, Gabinete 4

En la Ilustración 11 se observa el comportamiento de la energía registrada por el Macro-medidor y la sumatoria del consumo de energía de los usuarios, con base a esta información se obtienen las pérdidas de energía y su respectivo %IP, el cual se puede observar en la Ilustración 12 donde las pérdidas y el %IP son muy altas, como este gabinete presenta un %IP superior al 5,17 se debe

analizar las causas de las pérdidas de energía. Para este gabinete se puede afirmar que sus pérdidas promedio son de 2.090 [kWh/mes] y un IP de 15,87% para los últimos 8 meses respectivamente.



Ilustración 12. Pérdidas vs IP Gabinete 4

6.2 TRANSFORMADOR #2 VENTURA PLAZA

Con base a la información del transformador #2 Ventura Plaza y teniendo en cuenta que este transformador solamente suministra energía a un solo usuario, las pérdidas y el IPT presentados en este transformador es muy variable. Ya que su IPT es negativo para todos los meses se debe buscar la causa del porque la energía medida por el Macro-medidor es menor a la entrada.

Para este transformador al tener una relación 1:1 se tendrá en cuenta el tipo de medidor instalado y la relación de transformación que se tiene tanto para el Macro-medidor y el usuario. Por tal razón este transformador es **APTO PARA IDENTIFICAR PÉRDIDAS DE ENERGÍA.**

6.3 TRANSFORMADOR CENABASTOS

Para el análisis del transformador de CENABASTOS se tiene un %IPT superior a las pérdidas técnicas reconocidas al O.R (5,17%) esta diferencia se puede apreciar gracias a la ilustración 7, por lo tanto, es necesario realizar un análisis en sus respectivos gabinetes y acciones que fueron tomadas meses atrás. Se debe tener en cuenta el que todos los usuarios de transformador tienen una conexión directa por nivel de tensión 1 y algunos de los Macro-medidores están conectados por nivel de tensión 2, esto puede generar ruido en las lecturas o una pequeña variación al comparar las lecturas entre el Macro-medidor y el consumo de los usuarios.

Para este transformador se tienen 306 usuarios, que se encuentran divididos en 19 Gabinetes, para ello tenemos la Ilustraciones 13, 14 y 15 en donde se observa el %IP para cada uno de estos 19 Gabinetes.

Al poseer un gran número de Gabinetes se optó por dividir los gabinetes que presentan un %IP superior a las pérdidas reconocidas al O.R (Ilustración 13), para los gabinetes restantes se puede observar en la ilustración 14 y 15 en donde su %IP para cada uno estos gabinetes. Debido a que su %IP no supera el porcentaje de pérdidas no se ve la necesidad de analizar el historial de consumo de estos gabinetes. Para ello se tiene la ilustración 13 en donde se puede observar el comportamiento de los Gabinetes seleccionados. Por tal razón este transformador es **APTO PARA IDENTIFICAR PÉRDIDAS DE ENERGÍA.**

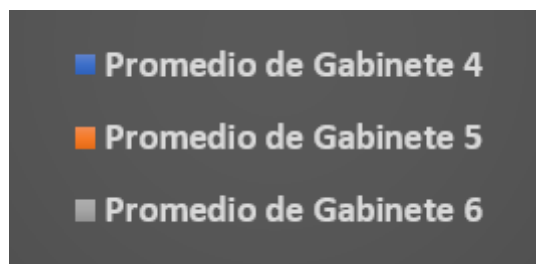


Ilustración 13. Gabinetes 4, 5 y 6 - Cenabastos



Ilustración 14. %IP Gabinetes restantes - Cenabastos



Ilustración 15.. Color gabinetes restantes

Para el análisis de las pérdidas de energía presentadas en el Transformador CENABASTOS se toman los tres Gabinetes que su %IP es superior a los reconocidos al O.R, basado en dicho comportamiento se tiene la siguiente información para estos Gabinetes.

Cabe mencionar que el Gabinete 4, Gabinete 5 y Gabinete Fantasma están relacionados físicamente debido a que todos los usuarios de estos gabinetes se encuentran ubicados en el mismo Gabinete, solamente los separa la acometida en donde se encuentran conectados.

Se debe tener presente el Anexo "[Gabinetes y Usuarios "ANTIGUO" Transformador CENABASTOS](#)".

6.3.1 Gabinete 4 Transformador Cenabastos



Ilustración 16. Consumo Gabinete 4

Para el gabinete 4 se tienen una diferencia entre la entrada (Medida del Macro-medidor) y salida de energía (sumatoria del consumo de los usuarios) para cada mes como se puede observar en la Ilustración 16, para las pérdidas y el %IP para los meses de marzo, abril, mayo y junio son negativos, lo cual es un comportamiento anormal de este gabinete, para los meses restantes sus pérdidas y el %IP son positivas (Ilustración 17). Para este caso no se puede obtener un promedio el cual nos permita tomar referencias del consumo presentado en este gabinete.

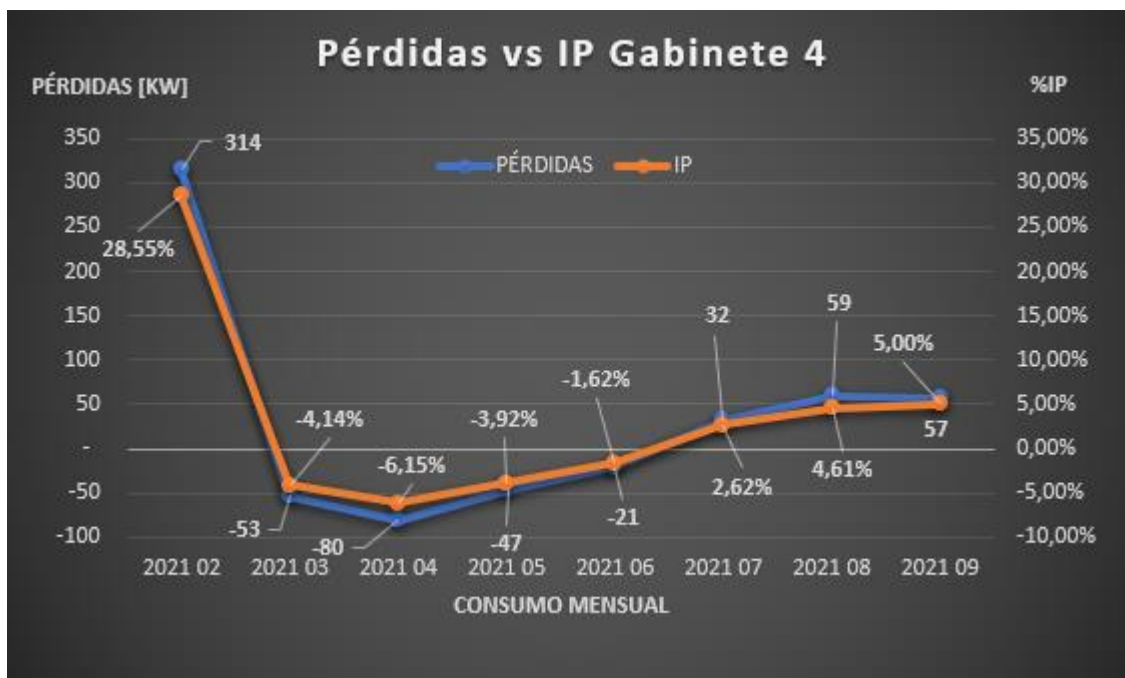


Ilustración 17. Pérdidas vs IP Gabinete 4

6.3.2 Gabinete 5 Transformador Cenabastos



Ilustración 18. Consumo Gabinete 5

El gabinete 5 presenta un consumo normal, en donde el consumo medido por su Macro-medidor y la sumatoria del consumo de los usuarios es aproximadamente igual, esto se puede apreciar en la Ilustración 18, para la Ilustración 19 se observan las pérdidas y el %IP del gabinete, en donde para el

mes de septiembre tanto las pérdidas de energía como su %IP superan las pérdidas técnicas reconocidas.

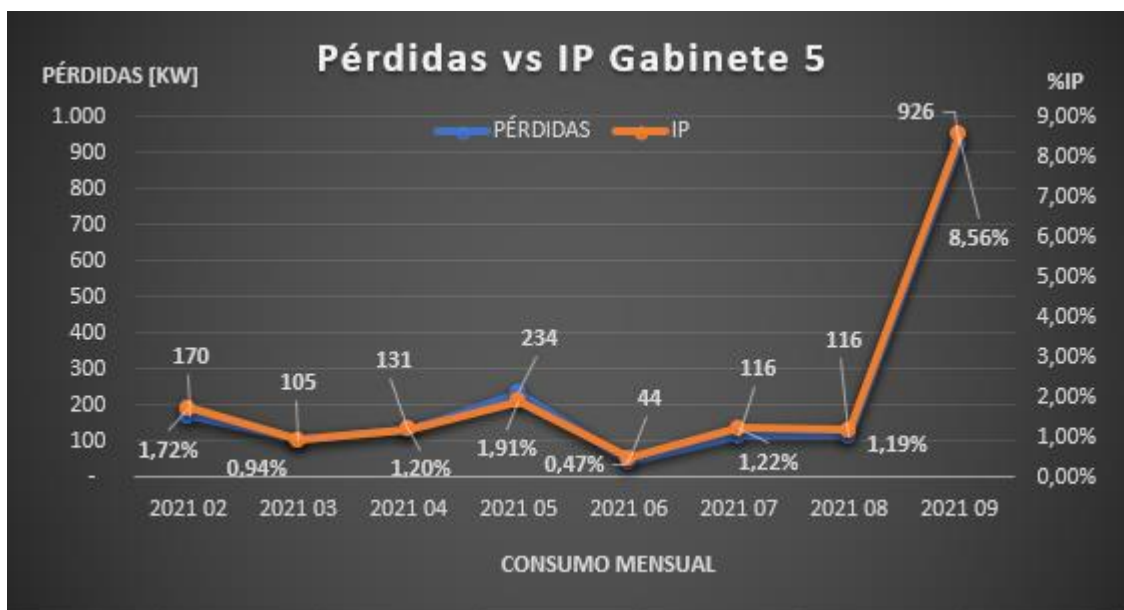


Ilustración 19. Pérdidas vs IP Gabinete 5

6.3.3 Gabinete Fantasma Transformador Cenabastos



Ilustración 20. Consumo Gabinete Fantasma

Para el Gabinete Fantasma se tiene una variación entre el Macro-medidor y el consumo total de los usuarios, además que su consumo es muy variable para los 8 meses (Ver Ilustración 20). También en la Ilustración 21 se aprecian las

pérdidas y su respectivo %IP para este gabinete, ya que está en aumento a partir del mes de abril 2021.

Debido a que el Macro-medidor de este gabinete se encuentra ubicado en la parte superior de los gabinetes 4 y 5. Se le deben restar el consumo medido para los usuarios que pertenecen a estos gabinetes. Además, que las pérdidas y el %IP para este gabinete son muy altas, ya que el Macro-medidor de este gabinete fantasma asume las pérdidas de las acometidas de los gabinetes 4 y 5. Cabe mencionar que la creación del gabinete fantasma fue debido a que para algunos usuarios fueron conectados por la fuera de la acometida que pertenece al Macro-medidor del gabinete 5.



Ilustración 21. Pérdidas vs IP Gabinete Fantasma

7 IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN LOS TRANSFORMADORES SELECCIONADOS

En la identificación de las pérdidas de energía se tendrán en cuenta el historial de consumo de la energía, pérdidas y %IP presentados a partir del mes de septiembre hasta el mes de febrero, en donde se realizará un análisis con base en las acciones o reportes realizadas por el lector para cada uno de los transformadores, gabinetes y usuarios; para así poder identificar las acciones ejecutadas que fueron efectivas.

Para ello se verán las acciones realizadas a cada uno de los transformadores, gabinetes y usuarios, dando una breve descripción de las acciones que fueron ejecutadas para cada mes.

7.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA TRANSFORMADOR #1 VENTURA PLAZA

En esta sección se van a plasmar la información respecto a las pérdidas de energía presentado en los transformadores y gabinetes para los siguientes meses los cuales fueron seleccionados con anterioridad. Para ello se apoyará con diagramas unifilares de este transformador (Ver [Anexos](#)). Además de poder validar cuales acciones que fueron tomadas con anterioridad ayudan a reducir las pérdidas de energía, al realizar un seguimiento del consumo de energía y observar los reportes realizados mes a mes se podrá tomar acciones las cuales se les va a realizar una breve descripción. Todo esto se puede observar en las siguientes Ilustraciones 22 y 23.

Como se observa en la Ilustración 23 las pérdidas de energía presentadas para los meses de enero y febrero en el transformador se vieron reducidas, por lo tanto, se puede decir que las acciones que fueron solicitadas y ejecutadas para los gabinetes seleccionadas fueron efectivas.

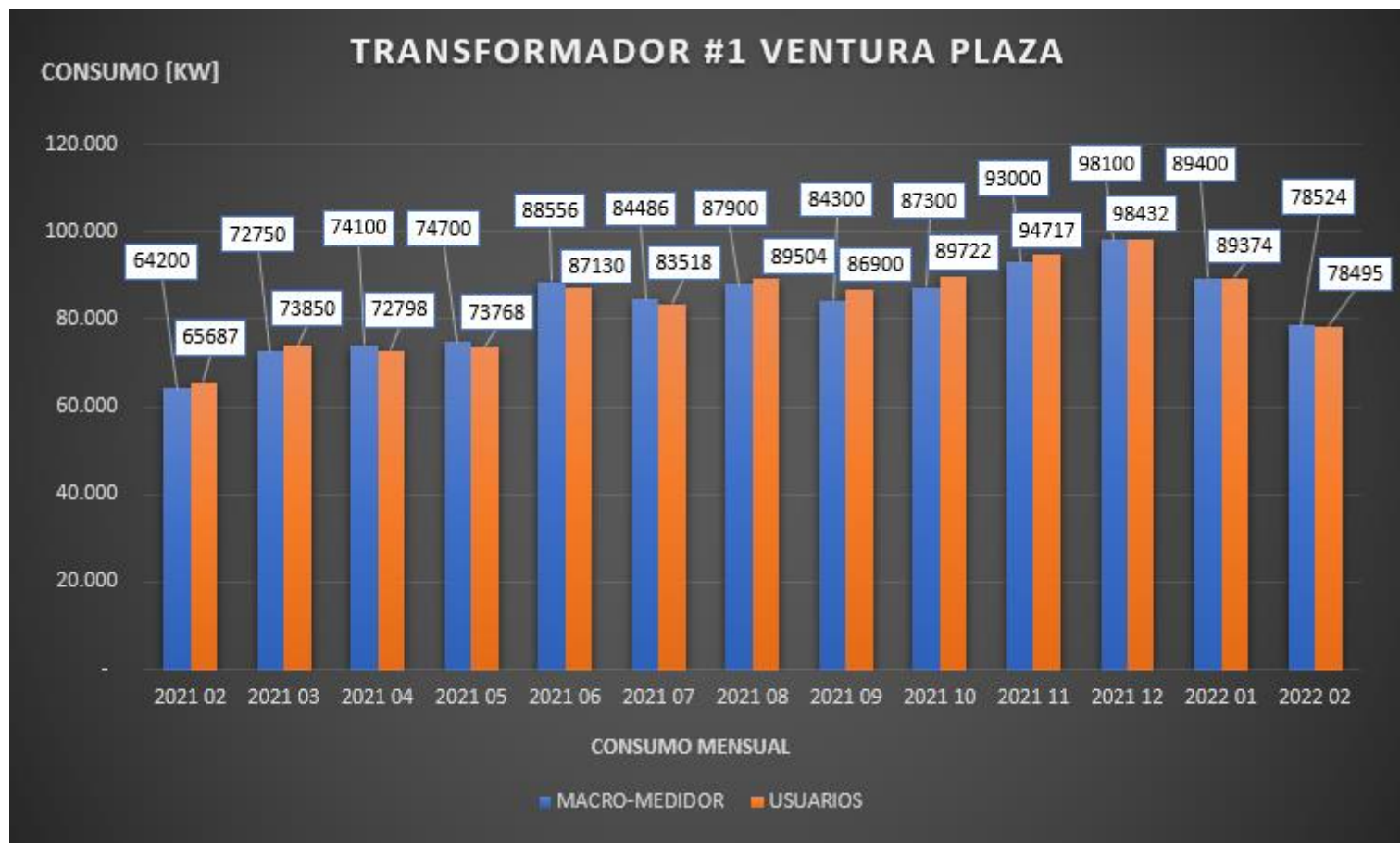


Ilustración 22. Consumo Total Transformador #1 Ventura Plaza

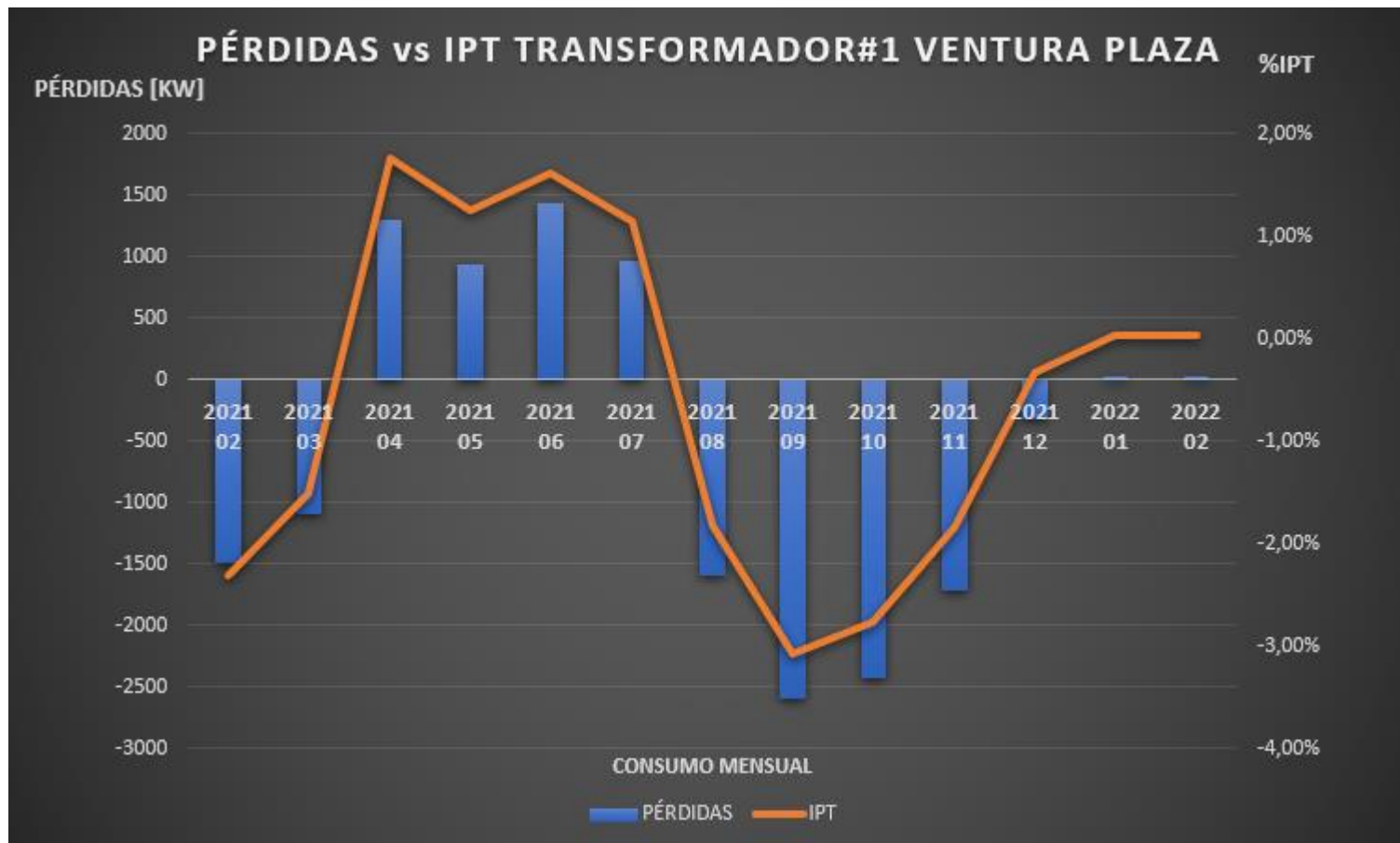


Ilustración 23. Pérdidas vs IPT Total Transformador #1 Ventura Plaza

7.1.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA GABINETE 1

Para el gabinete 1 se realizó un análisis de las 24 observaciones y acciones, en donde se tendrá en cuenta las más relevantes realizadas para cada mes, en la Ilustración 26 se observa un resumen de las observaciones reportadas por el lector para los gabinetes seleccionados. En las Ilustraciones 24 se aprecia el comportamiento del consumo de energía y la Ilustración 25 nos muestra las pérdidas de energía y su respectivo %IP para este gabinete, en donde a pesar de las acciones y observaciones realizadas las pérdidas de energía aumentaron. Este aumento en las pérdidas se puede asociar a la temporada de fin de año, en donde los sueños de locales aumentan su jornada laboral.

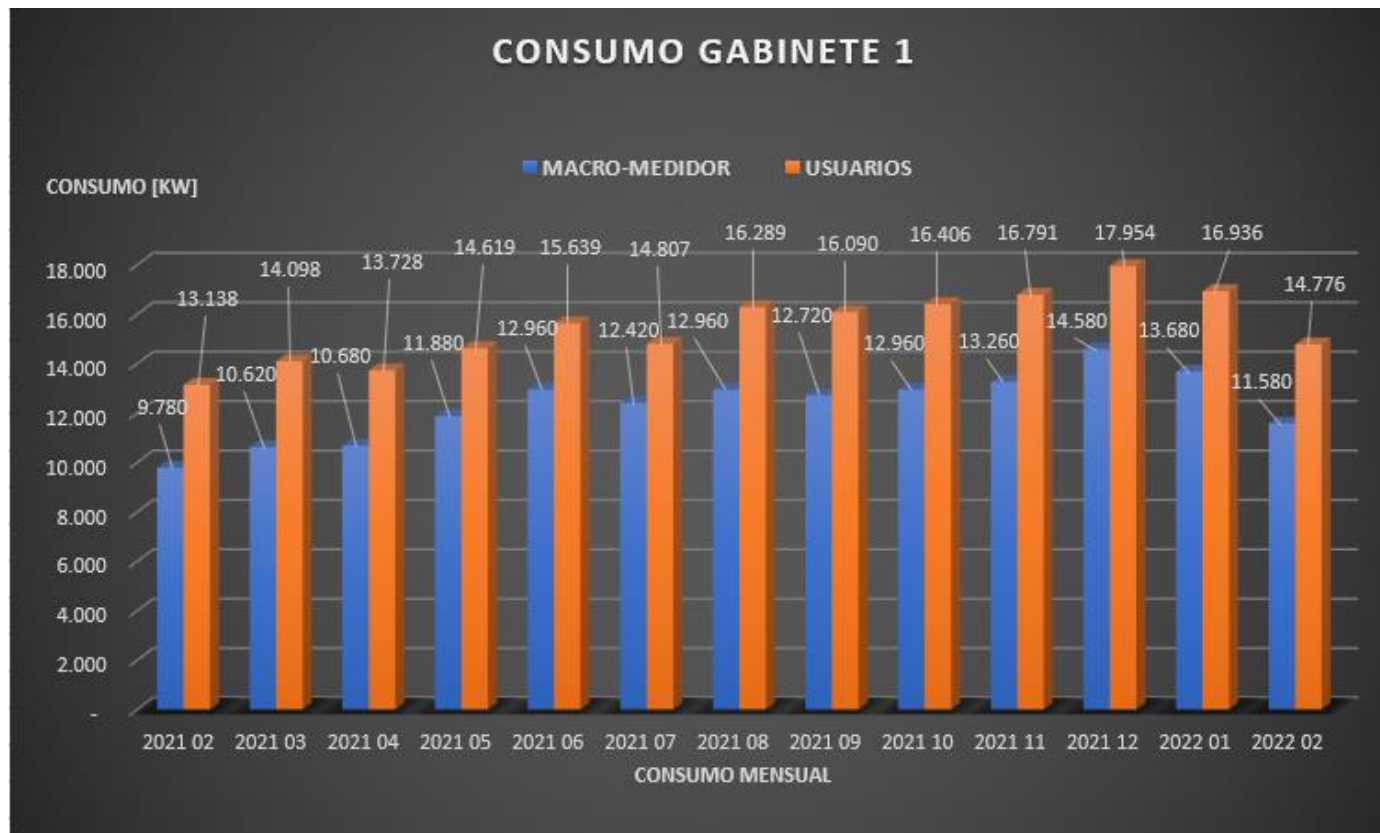


Ilustración 24. Consumo Final Gabinete 1

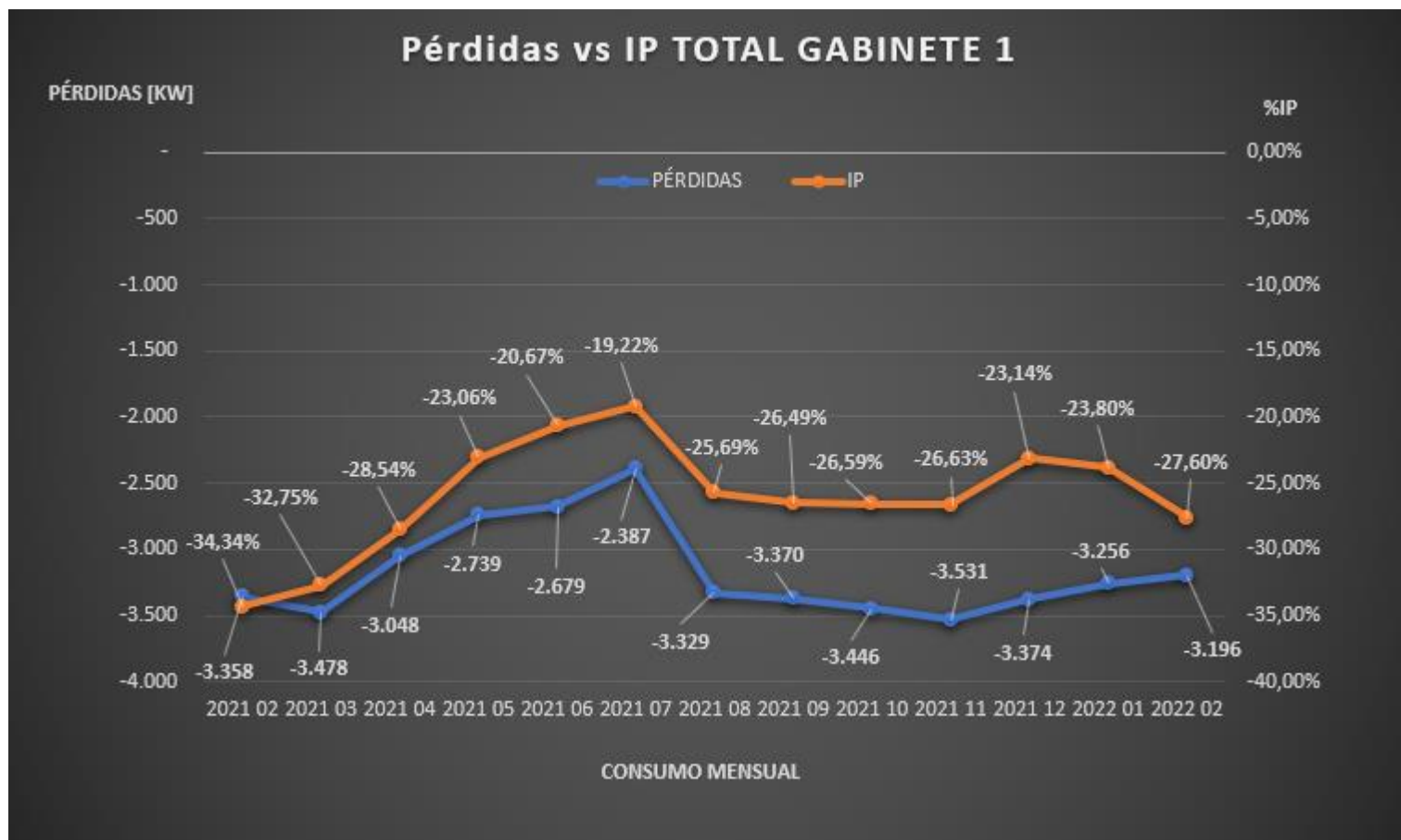


Ilustración 25. Pérdidas vs %IP Final Gabinete 1

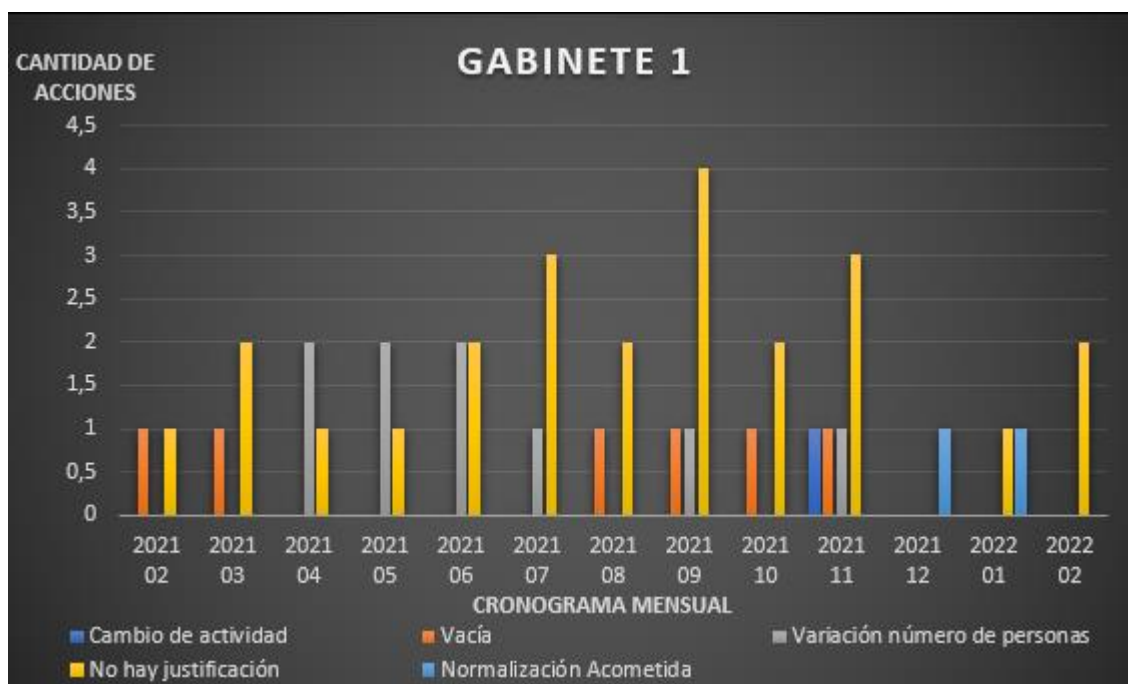


Ilustración 26. Observaciones Gabinete 1

Para las observaciones realizadas (Ilustración 26) se va a realizar un análisis a partir del mes de septiembre ya que fue la fecha en donde se inició con la ejecución de las acciones solicitadas e inicios de la practica en la empresa CENS:

- **Septiembre:** En el mes de septiembre se realizaron 6 acciones en cual se solicitaba la validación del estado del medidor, ya que se encontraron 5 usuario con una variación de energía. Debido a que se estaba en tiempo de pandemia solamente se pudo validar una “Variación número de personas”, en donde el usuario reporta que tiene nuevos empleados, por tal motivo aumento su consumo y un inmueble vació.
- **Octubre:** En el mes de octubre se realizaron 3 acciones, en donde se encontró un inmueble vació y las 2 acciones restantes es debido a la variación en el consumo de energía, el cual se valida en terreno el estado del medidor, pero no se encuentra ninguna anomalía, el usuario informa que usa los mismos electrodomésticos.
- **Noviembre:** En el mes de noviembre se realizaron 6 acciones, de las cuales 3 de ellas no se tiene justificación de la variación de energía y el usuario brinda información. Además, se encontró en el inmueble en donde funcionaba un local de vender ropa deportiva ahora funciona local de venda de celulares por lo cual aumento su consumo de energía “Cambio de actividad”, para el reporte de “Vacía” inmueble de venta de ropa fue desocupado. Por último, se un usuario con variación de

personas las cuales informa que utiliza por más tiempo el aire acondicionado.

- **Diciembre:** Se encontró una acometida la cual no tiene medidor instalado, el inmueble donde se encontró la acometida funcionaba un negocio de venta de ropa “Normalizar Acometida” se debe legalizar este usuario.
- **Enero:** Para el mes de enero el usuario que fue hallado con la irregularidad no fue legalizado “Normalizar Acometida”, otro usuario el cual presento variación de consumo no permite el ingreso para validar estado del medidor “No hay justificación”.
- **Febrero:** En el mes de febrero se tienen 2 usuarios los cuales varían su consumo de energía, no se puede validar estado del medidor debido a que el inmueble se encuentra cerrado “No hay justificación”.

7.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA GABINETE 4

En el gabinete 4 se puede apreciar en la Ilustración 27 la energía suministrada (energía de entrada) en el gabinete 4 y la sumatoria de la energía consumida (energía de salida) de los usuarios hasta el mes de febrero 2022.

En la Ilustración 28 se puede observar las pérdidas y su %IP presentado en el gabinete 4, el cual 4 finaliza con unas pérdidas de energía y un %IP de 1.478[kWh/mes] y 12,63% respectivamente.

Para la Ilustración 29 se tiene un gráfico de barras de las acciones y observaciones de los reportes realizados para este gabinete, cabe mencionar que se realiza una breve descripción de los reportes realizados a partir del mes de septiembre ya que fue el mes en donde se inició con las acciones y recomendaciones para este gabinete.



Ilustración 27. Consumo Final Gabinete 4

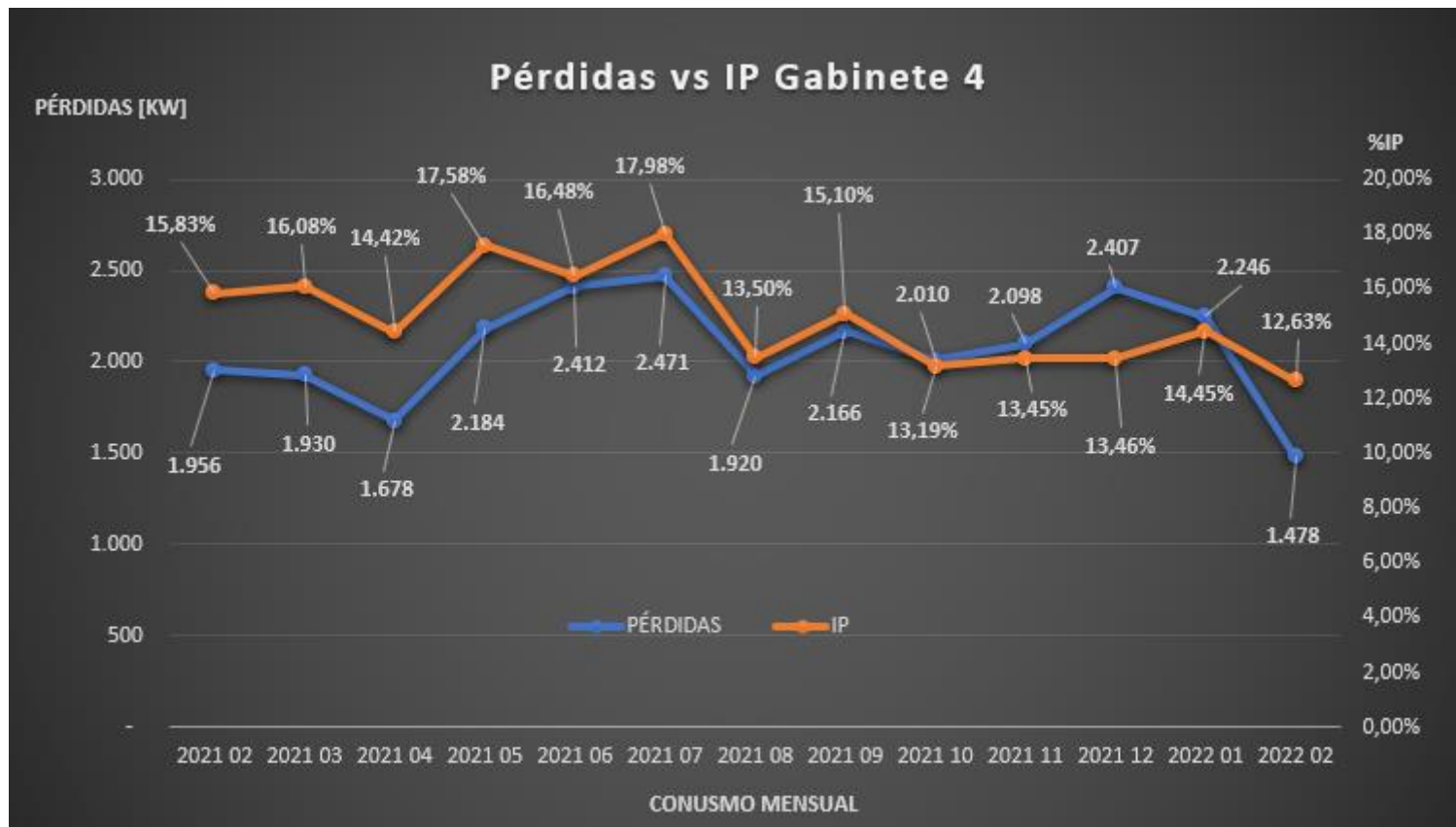


Ilustración 28. Pérdida vs %IP Final Gabinete 4

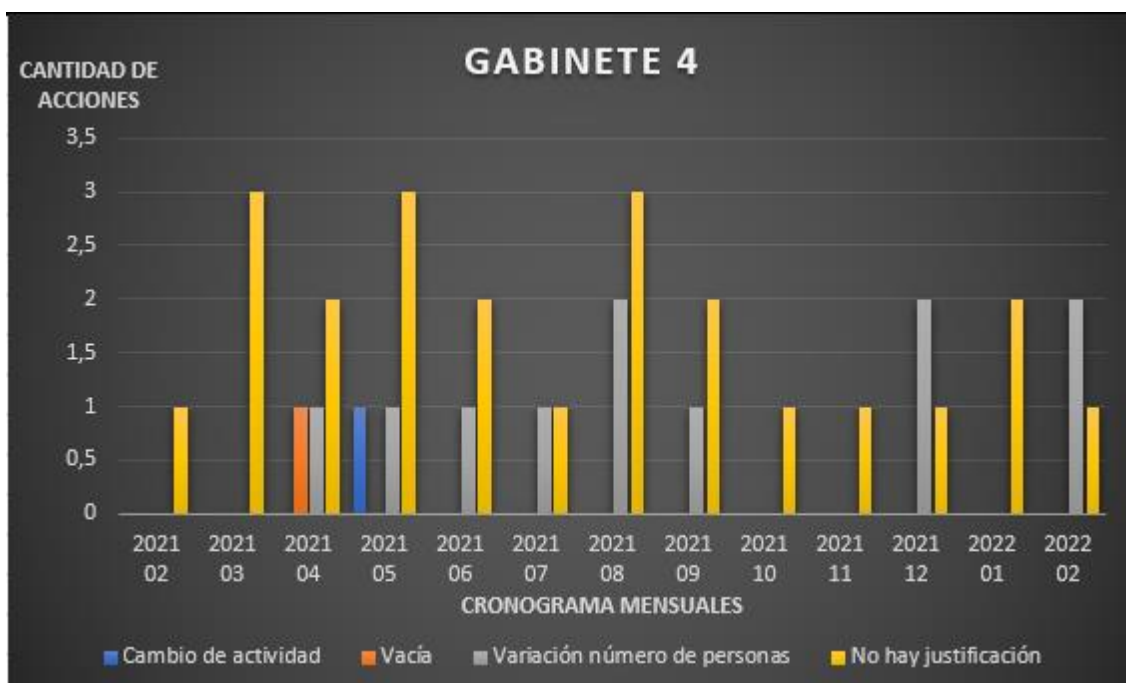


Ilustración 29. Observaciones Gabinete 4

- **Septiembre:** Para el mes de septiembre se tienen un total de 3 reportes, de los cuales 2 pertenecen a “No hay justificación”, según las observaciones realizadas para un usuario no se le observa ninguna irregularidad y otro usuario no da razón del aumento en el consumo de la energía. En reporte de “Variación número de personas” es porque se está trabajando hasta altas jornadas nocturnas por tal motivo contrato a nuevo personal.
- **Octubre:** Se tiene solamente un reporte de “No hay justificación” el cual según el lector no se puede validar estado del medidor ni su lectura ya que inmueble se encuentra cerrado a la hora de la visita, usuarios vecinos comentan que el inmueble se encuentra cerrado una semana.
- **Noviembre:** Se solicita validar nuevamente el usuario el cual fue reportado el mes anterior ya que su consumo va en aumento, al llegar al lugar usuario permite el ingreso y se valida lectura del medidor, según el usuario están remodelando el inmueble por tal motivo su consumo aumento (funciona local de comidas).
- **Diciembre:** Se tienen 2 reportes de “Variación de número de personas” en donde el lector reporta se tiene un aumento de personal debido a la temporada decembrina. Para el reporte de “No hay justificación” se debe a que un usuario presenta una variación en su consumo(aumento), en la visita realizada usuario no da información acerca de la variación del consumo, no se puede validar estado del medidor.

- **Enero:** Para los reportes de “No hay justificación” es debido a que dos usuarios presentan una variación en su consumo, el cual al realizar la visita se no encontró alguna anomalía en el funcionamiento del equipo de medición.
- **Febrero:** Los dos reportes de “Variación número de personas” es debido al recorte del personal y cambio en la jornada laboral. Para la “No hay justificación” usuario reportado del mes anterior presenta variación en su consumo (aumento), usuario no da información respecto al aumento en su consumo. Se recomienda generar acción de mantenimiento del equipo de medición y revisar su conexión.

Para los gabinetes 1 y 4 se recomienda realizar un censo entre estos gabinetes ya que las pérdidas presentadas pueden ser debido a una mala asociación de usuarios, la cual hasta no validar cada una de las acometidas de los usuarios las acciones generadas causan muy poco impacto en la reducción de pérdidas de energía presentadas en estos gabinetes.

7.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA TRANSFORMADOR #2 VENTURA PLAZA

Para el transformador #2 del Ventura Plaza los reportes realizados por el lector “No hay justificación” debido a que a la hora de tomar lectura del Macro-medidor y medidor del usuario al ser un *Medidor Inteligente* no se alcanza a observar ninguna anomalía o irregularidad la cual justifique la variación de lecturas entre los dos equipos de medición.

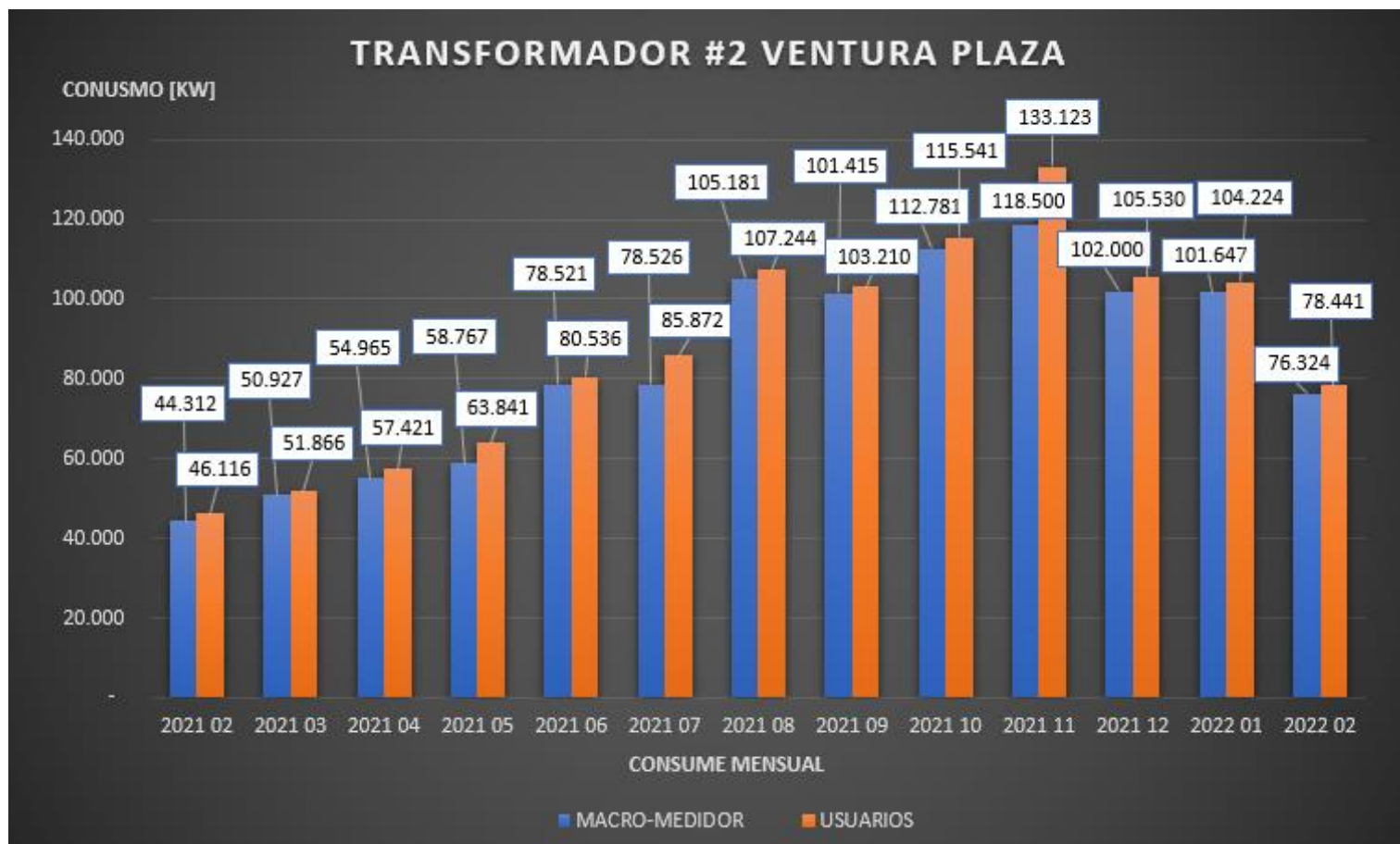


Ilustración 30. Consumo Transformador #2 Ventura Plaza

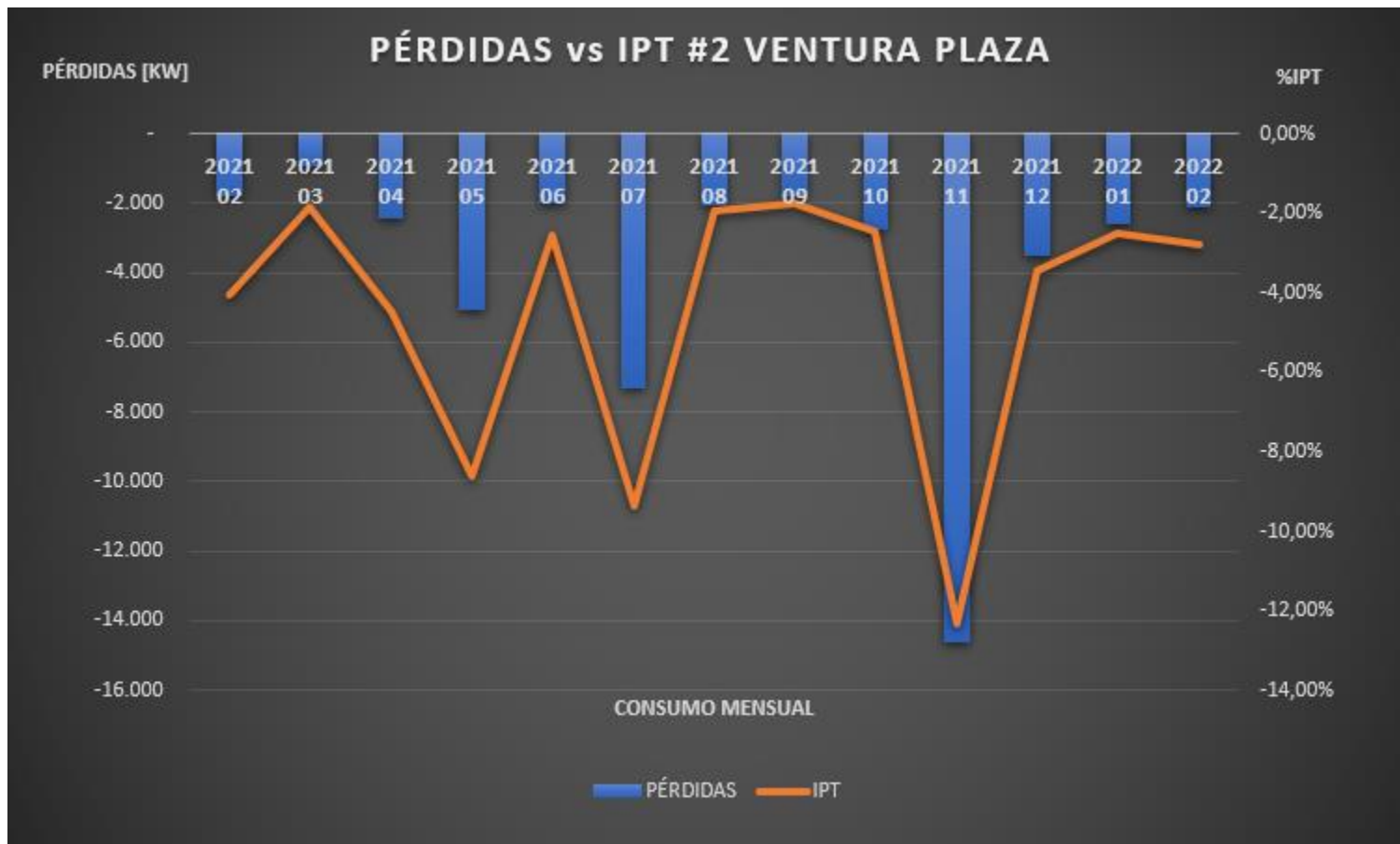


Ilustración 31. Pérdidas vs %IPT Transformador #2 Ventura Plaza

Para el usuario de perteneciente a este transformador al tener instalado un *Medidor Inteligente* el control de la energía se puede realizar en el momento, la causa de la diferencia de energía en este transformador se debe a 2 fenómenos.

Fenómeno 1(ciclo de facturación): El Macro-medidor del transformador se le toma lectura entre los 15 y 20 de cada mes le toman lecturas, a diferencia de la lectura del usuario que se realiza en tiempo real gracias a su *Medidor Inteligente*, por lo cual el usuario se factura la energía consumida a inicios de cada mes. Por tal motivo a la hora de tomar validar las lecturas entre el Macro-medidor y el usuario se tienen entre 15 a 10 días de energía la cual el Macro-medidor no registra debido a su ciclo.

Fenómeno 2(diferencias TC's y TP's): Ya que este usuario representa una gran carga el Macro-medidor tiene TC's instalados con relación de 1500/5 (300), el cual está conectado por nivel de tensión 1; lo que nos da como resultado un factor de multiplicación de 300, esto quiere decir que por cada unidad registrada por el equipo se multiplica por 300; a diferencia del *Medidor inteligente* instalado por el usuario el cual tiene instalados TP's y TC's con relación de 34500/115 (300) y 20/5 (4) dando como resultado final un factor de multiplicación de 1200, el cual está conectado por nivel de tensión 3, dando como resultado lecturas que pueden ser mayores a la energía medida por el Macro-medidor.

A continuación, se crea un ejemplo para poder entender el Fenómeno 2 descrito anteriormente:

Teniendo presente el Factor de Multiplicación de cada equipo.

Factor Multiplicación (F.M) Macro-medidor: **300**

Factor Multiplicación (F.M) Medidor Inteligente: **1200**

	Lectura Mes A	Lectura Mes B
Macro-medidor	53.044	53.466
Medidor Inteligente	3.337	3.433

Para el Macro-medidor la energía facturada quedaría de la siguiente forma (aplicamos la Ecuación 3):

$$\text{Energía Facturada} = (\text{Lectura Mes B} - \text{Lectura Mes A}) * F.M \left[\frac{kWh}{mes} \right]$$

$$\text{Energía Facturada} = (53.466 - 53.044) * 300 \left[\frac{kWh}{mes} \right]$$

$$\text{Energía Facturada (Macro – medidor)} = 126.600 \left[\frac{kWh}{mes} \right]$$

Para el Medidor Inteligente la energía facturada quedaría de la siguiente forma (aplicamos la Ecuación 3):

$$\text{Energía Facturada} = (\text{Lectura Mes B} - \text{Lectura Mes A}) * F.M \left[\frac{kWh}{mes} \right]$$

$$\text{Energía Facturada} = (3.544 - 3.433) * 1.200 \left[\frac{kWh}{mes} \right]$$

$$\text{Energía Facturada (Medidor Inteligente)} = 133.200 \left[\frac{kWh}{mes} \right]$$

Con base en los resultados obtenidos se puede observar que la diferencia entre la energía medida por el Macro-medidor y el Medidor Inteligente se puede afirmar que las lecturas obtenidas por el Medidor Inteligente van a ser mayores debido a su Factor de Multiplicación.



Ilustración 32. Observaciones Transformador #2

Las acciones realizadas en el transformador #2 fueron generadas para validar el estado del Macro-medidor ya que se encuentra conectado al nivel de tensión 1 es el que se encuentra con mayor riesgo de ser manipulado, pero al indagar con las lecturas tomadas para cada mes se encontró que las pérdidas de energía negativas presentadas en el gabinete es por causa de la diferencia

entre los factores de multiplicación. Tal como se puede observar en el ejemplo realizado para el **fenómeno 2**, por tal motivo no es necesario generar más acciones para este gabinete a partir del mes de octubre 2021.

7.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA TRANSFORAMDOR CENABASTOS

Para este transformador se debe tener en cuenta los Anexos, ya que los diagramas unifilares se encontraban desactualizados se presentaron problemas con el análisis de cada gabinete, para ello se tiene un diagrama unifilar antiguo y un diagrama unifilar actualizado, el cual se va tener muy presente debido a que las presentadas en los gabinetes analizados se encuentran en un mismo lugar y la energía consumida por los tres gabinetes seleccionados están siendo medida por un Maro-medidor ubicado más arriba tal como se observa en su respectivo unifilar.

Además de observa el comportamiento de la energía medida por el Macro-medidor (energía de entrada) y el consumo total de energía los usuarios (energía de salida) tal y como se observa en la Ilustración 33. Las pérdidas de energía y el %IPT presentadas en el transformador tiene un aumento para los meses de octubre, noviembre y diciembre tal como se ve en la Ilustración 34.

Debido a la cantidad de inmuebles vacíos que se tiene en los gabinetes seleccionados la posibilidad que algunos usuarios manipulen la red a puerta cerrada es demasiado alta y el dueño del inmueble no da información al respecto, hasta no tener certeza que se manipulando la red eléctrica el Operador de Red esta limitado a realizar visitas constantes en el sector para así poder localizar las pérdidas de energía presentados en los gabinetes.

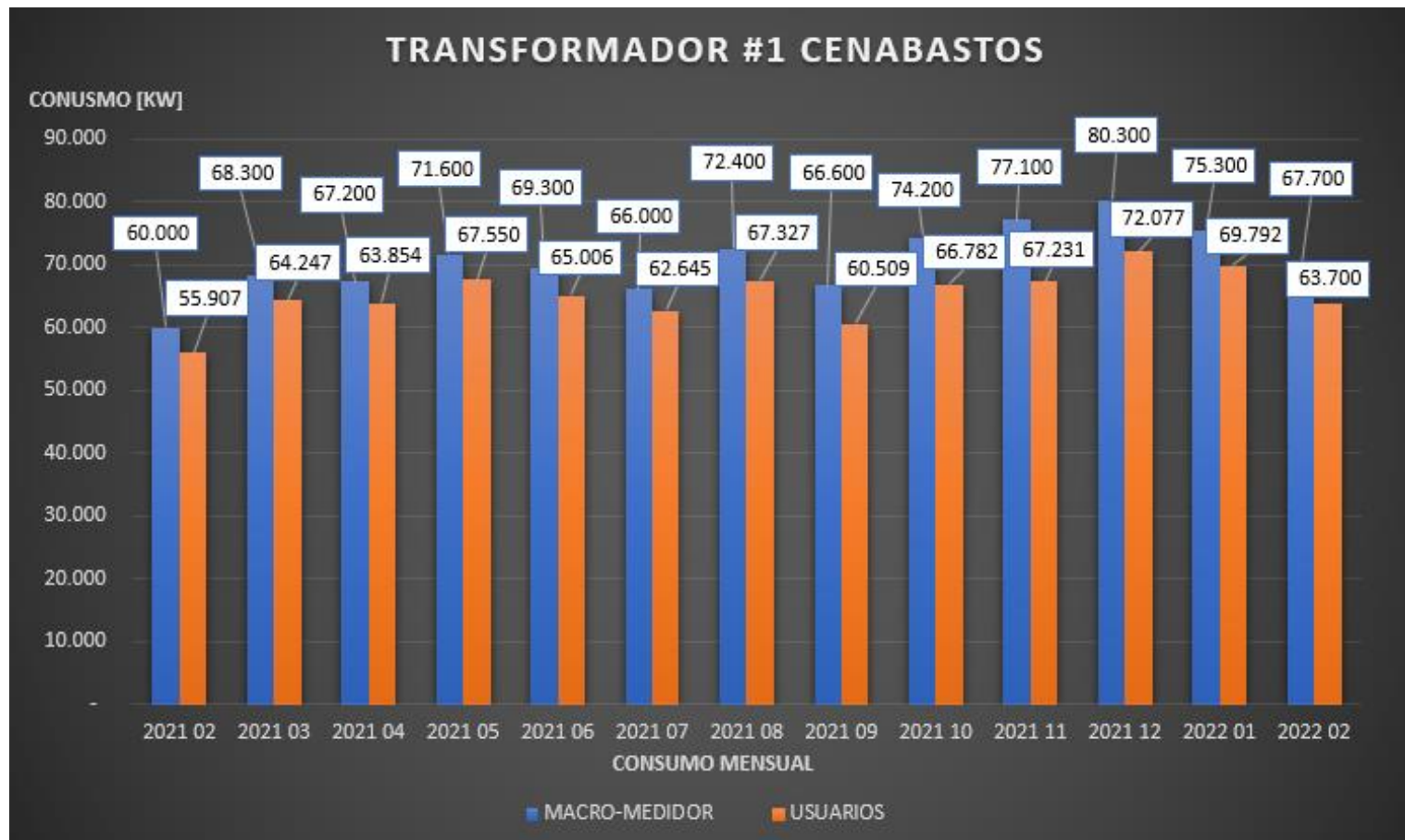


Ilustración 33. Consumo Total Transformador #1 Cenabastos

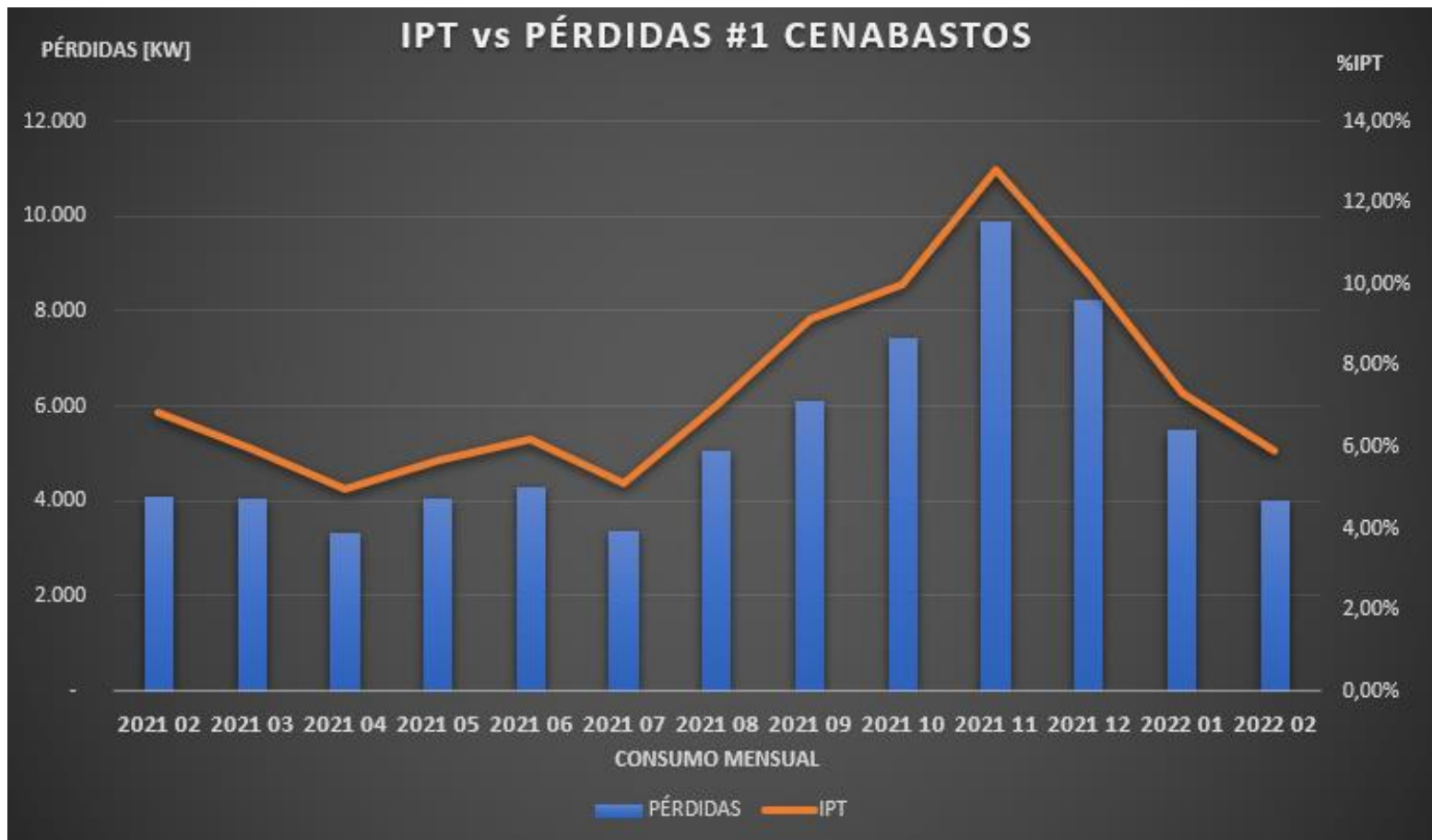


Ilustración 34. Pérdidas vs IPT Total Transformador #1 Cenabastos

7.3.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA GABINETE 4

El comportamiento en el consumo de energía presentado en el Gabinete 4 se puede observar en la Ilustración 35 en donde se puede observar que existe una diferencia en las lecturas presentas entre el Macro-medidor y el consumo total de los usuarios ubicados en este gabinete, como complemento se tiene la Ilustración 36 que muestra las pérdidas de energía y su respectivo %IP final. Ya que las pérdidas de energía presentadas en este gabinete son muy abruptas no se puede obtener un promedio de las pérdidas.

También se da una descripción de las acciones realizadas para este gabinete en el transcurso de los meses, cada una de estas acciones fueron ejecutadas en terreno y con base a lo encontrado se espera poder encontrar la causa de las pérdidas presentadas en el gabinete, además que este gabinete está relacionado con el gabinete 5 y fantasma.

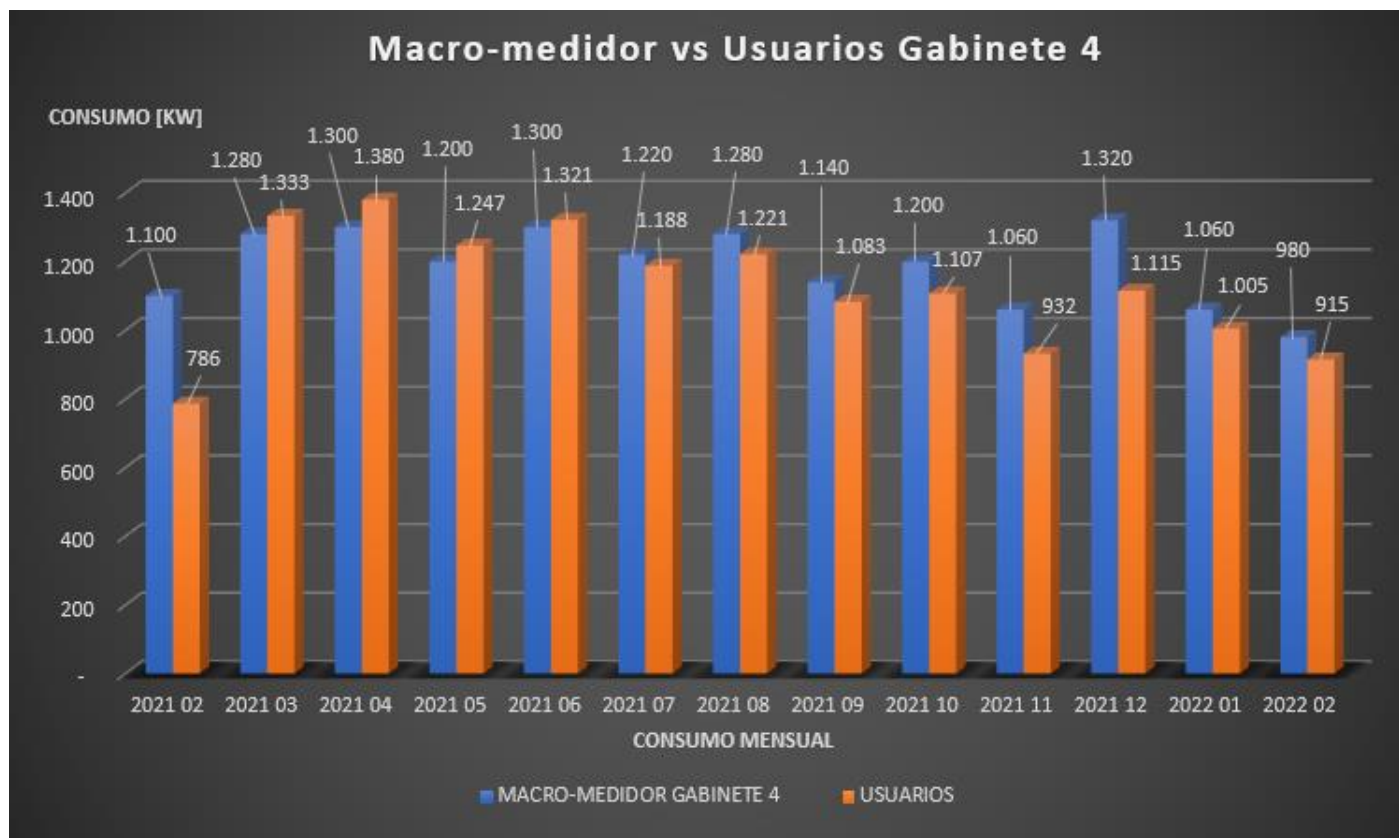


Ilustración 35. Consumo Final Gabinete 4

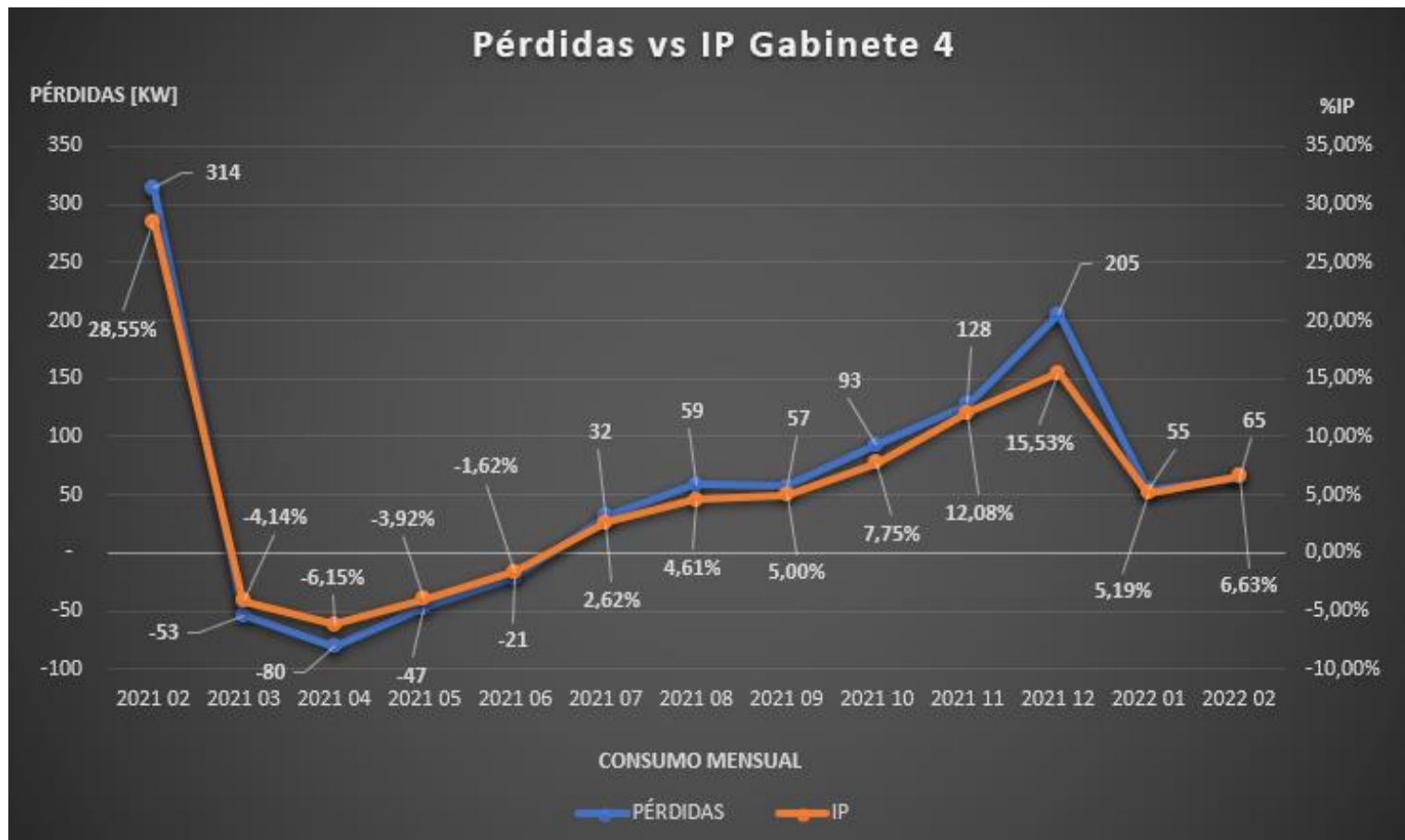


Ilustración 36. Pérdida vs %IP Final Gabinete 4

Para el gabinete 4 se tiene la Ilustración 37, la cual no permite apreciar el número de acciones realizadas a este gabinete, así como el tipo de acción la cual fue realiza para cada uno de los meses.

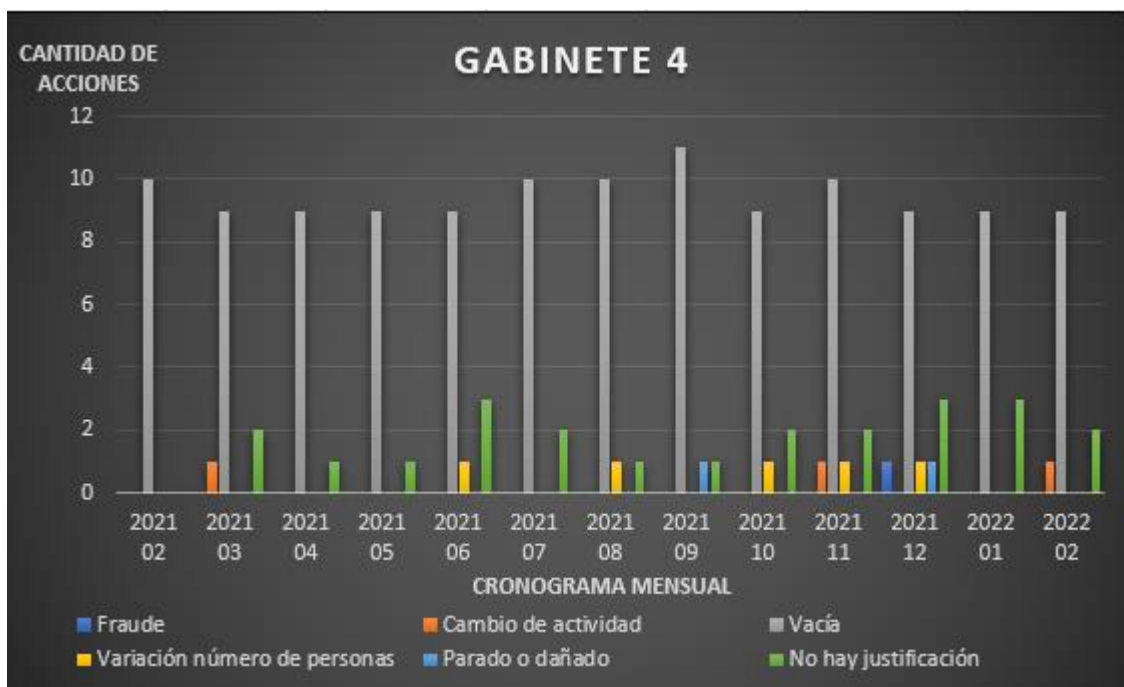


Ilustración 37. Observaciones Gabinete 4

- **Septiembre:** La cantidad de inmuebles vacíos son 11, lectura en sus medidores igual. Se encontró un medidor dañado, se tiene una fase desconectada. Para los de “No hay justificación” se validó estado del medidor, usuarios dictaron su respectivo aforo, pero no se encuentra ninguna anomalía.
- **Octubre:** Se tiene 9 inmuebles vacíos, la acción de “Variación número de personas” usuario reporta que están trabajando doble jornada por tal motivo aumento su consumo, para las dos acciones de “No hay justificación” un usuario no permite el ingreso al inmueble, para el usuario restante se valida estado del medidor no se observan anomalías o manipulación del equipo de medida.
- **Noviembre:** La acción de “Cambio de actividad” se valida gracias a que el usuario reporta que están en remodelación (perfumería ahora funciona peluquería), se encontró un local vacío adicional a los reportados el mes pasado, para la “Variación número de personas” dueño informa que tiene nuevos empleados para la temporada (funciona video juegos). Por último, los de “No hay justificación” se valida estado del medidor y no se les encuentra ninguna anomalía la cual justifique la variación en el consumo.

- **Diciembre:** Se encontró un “Fraude” para un usuario (tenía puente en su bornera), se le reporta al usuario y se le deja un servicio temporal para validar estado del medidor. Un inmueble fue ocupado recientemente por tal razón la cantidad de vacíos disminuyó para este mes; se encontró un medidor con su ciclo métrico frenado “Parado o dañado”, para las acciones de “No hay justificación” no estaban presentes los usuarios a la hora de la visita.
- **Enero:** Para este mes los inmuebles que fueron reportados como vacíos no han variado, en las acciones de “No hay justificación” se reporta que los usuarios siguen utilizando los mismos electrodomésticos, se le toma el aforo a cada uno.
- **Febrero:** Se siguen manteniendo la misma cantidad de inmuebles vacíos, se tiene una acción en la cual se validó el “Cambio de actividad” de un inmueble y por tal motivo el consumo de energía del usuario aumento. Por último, para los usuarios de “No hay justificación” no fue posible validar estado del medidor debido a que se encuentra dentro del inmueble.

7.3.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA GABINETE 5

En la Ilustración 38 se puede apreciar el consumo de energía para el Macro-medidor y el consumo total de energía de los usuarios del gabinete 5. Para el consumo abarcado entre los meses de septiembre 2021 y enero 2022 el gabinete presentó un aumento en sus pérdidas las cuales al realizar acciones y las observaciones del lector en terreno se asocian estas pérdidas a la variación del número de personas que trabajan en los inmuebles. Respecto a las pérdidas de energía y su %IP se puede observar que las estas pérdidas superan el porcentaje de pérdidas reconocidas al O.R.

A partir del aumento de las pérdidas presentas en ese gabinete se solicita una validación de los inmuebles vacíos que se tienen en dicho gabinete, para así descartar la posibilidad de que algún equipo de medida presente fallas o haya sido manipulado.

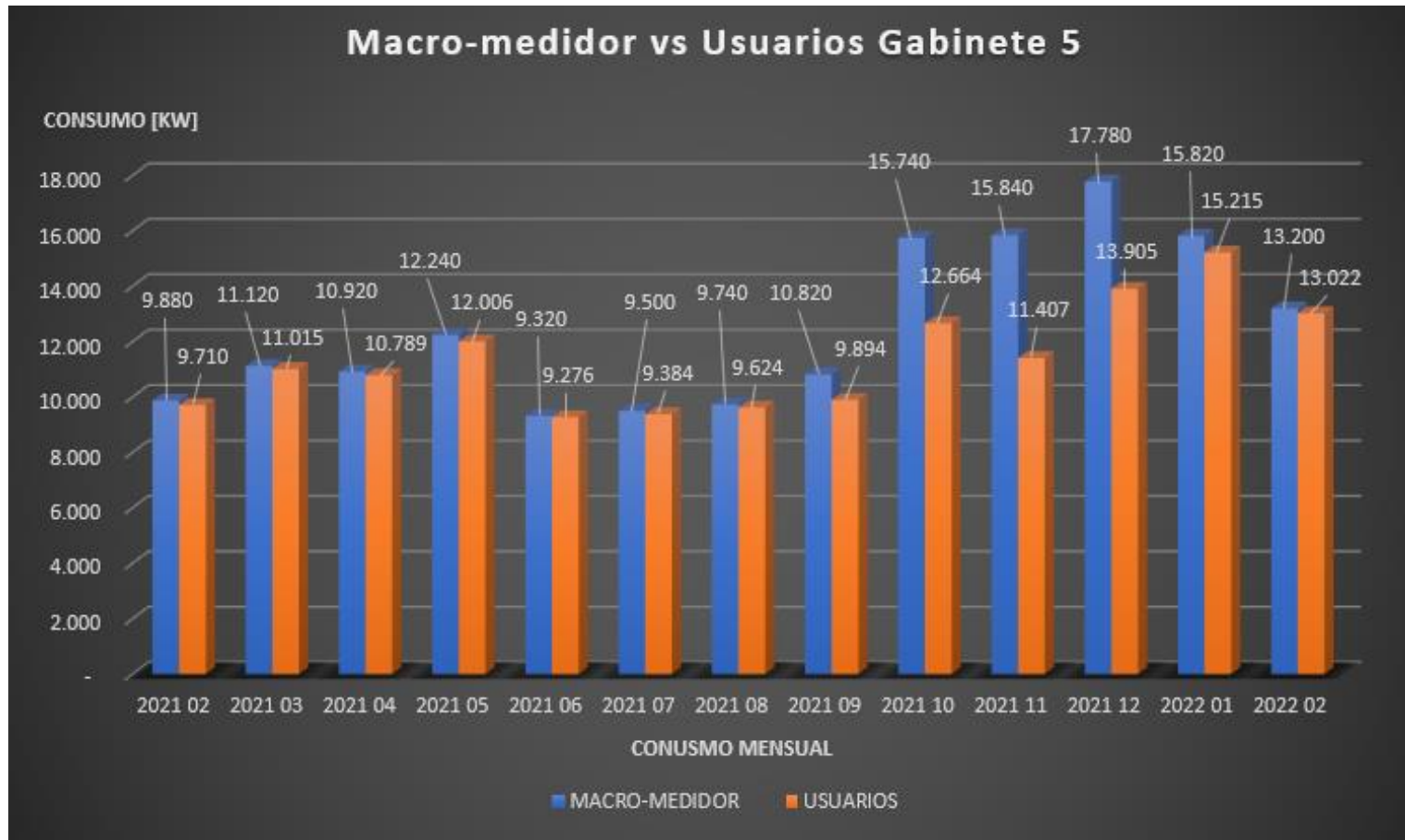


Ilustración 38. Consumo Final Gabinete 5

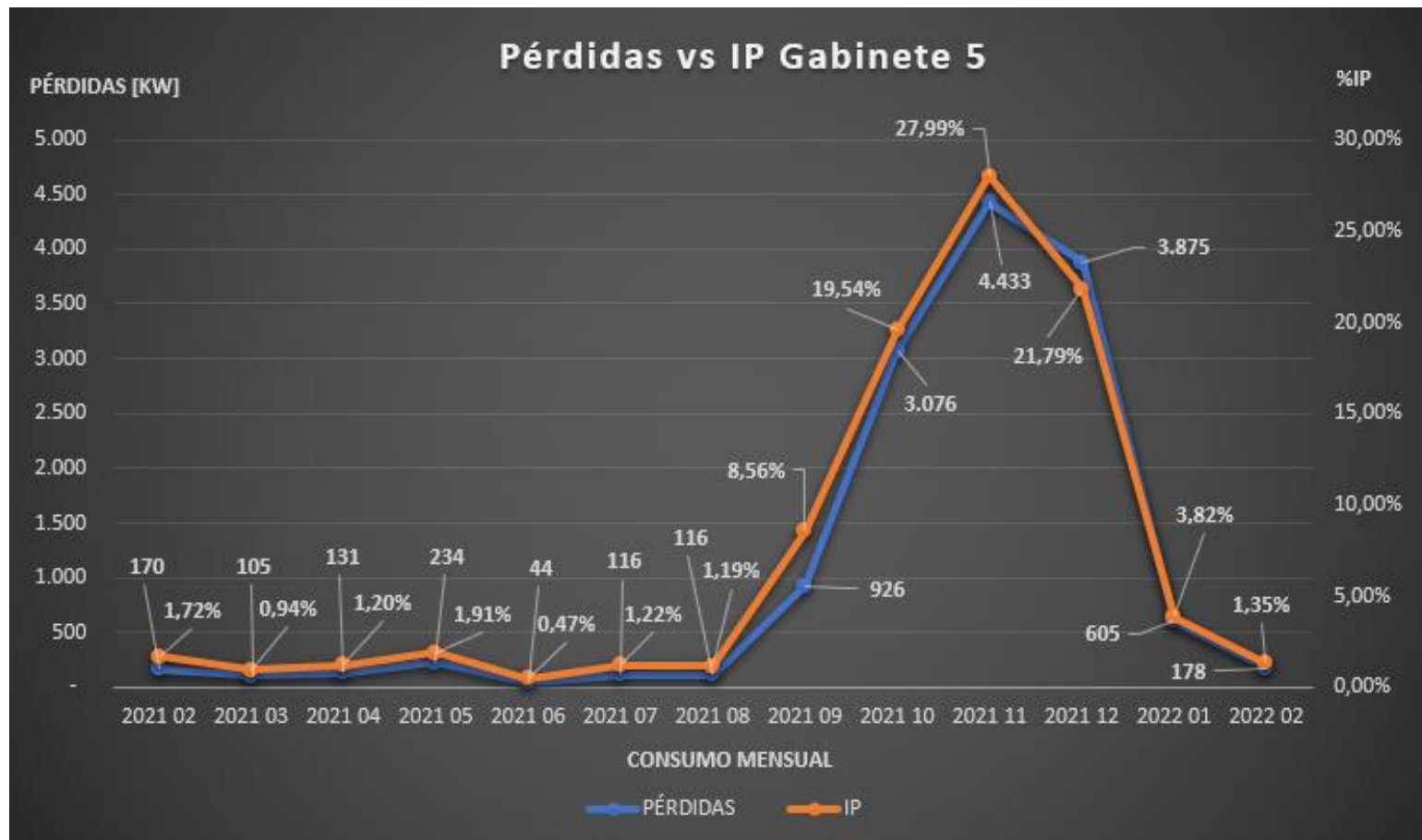


Ilustración 39. Pérdida vs %IP Final Gabinete 5

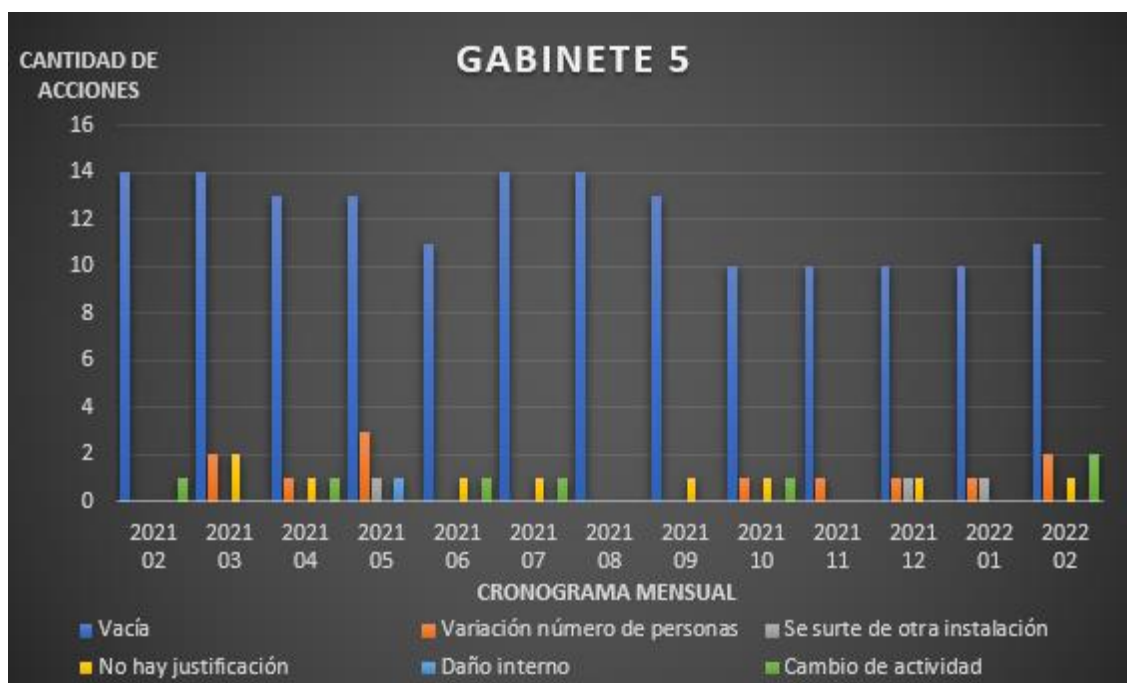


Ilustración 40. Observaciones Gabinete 5

A continuación, se da una breve descripción de las acciones y observaciones realizadas por el lector.

- **Septiembre:** Se ocupo recientemente un inmueble (funciona papelería) los demás siguen desocupados “Vacía”, para la acción de “No hay justificación” usuario informa que sigue utilizando los mismos electrodomésticos y al observar el medidor no se encuentra nada sospechoso.
- **Octubre:** Se ocuparon 3 inmuebles (funcionan venta de pescado con 2 neveras, están en remodelación vecinos no saben acerca de los nuevos arrendatarios) los demás siguen desocupados. “Variación número de personas” usuario trabaja hasta altas horas de la noche tiene más empleados. “No hay justificación” usuario no permite el ingreso al inmueble. “Cambio de actividad” local cambio de dueño actualmente funciona bodega de pescados tienen 3 neveras.
- **Noviembre:** “Vacía” se mantiene los mismos locales vacíos del mes anterior. “Variación número de personas” usuario tiene nuevos empleados.
- **Diciembre:** “Vacía” se mantiene los mismos locales vacíos del mes anterior. “Variación número de personas” usuario reporta que trabajan hasta tarde debido a la temporada. “Se surte de otra instalación” usuario solicito cambio de servicio fue conectado a otro transformador

- **Enero:** “Vacía” se mantiene los mismos locales vacíos del mes anterior. “Variación número de personas” usuario reporta que trabajan hasta altas horas de la noche. “Se surte de otra instalación” usuario solicito cambio de servicio fue conectado a otro transformador (no se ha reportado el cambio).
- **Febrero:** “Vacía” se desocupo un local según reportan vecinos entregaron local hace 1 semana. “Variación número de personas” usuarios reportan que tienen nuevos empleados. “No hay justificación” usuario se le toma el aforo y no se observa manipulación en el equipo de medida. “Cambio de actividad” locales funcionan ahora como bodega de insumo del campo.

7.3.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA GABINETE FANTASMA

Debido a que este gabinete fantasma no tiene un Macro-medidor que ayuda a tener un control de la energía suministrada a los usuarios, el cálculo de la energía consumida por los usuarios se realiza por medio del Macro-medidor que registra el consumo de los gabinetes 4, 5 y fantasma (6). Para ello se suma la energía registrada por los usuarios pertenecientes a los gabinetes 4 y 5, para después restarle dicha energía al valor registrado al Macro-medidor ubicado más arriba (Ver Anexos). Cabe mencionar el consumo que se tiene en este gabinete fantasma siempre ha sido elevado, ya que los usuarios que se tenían en su diagrama unifilar antiguo eran menores a los que se tenían en terreno, por lo cual todo nuevo usuario que se adicione al gabinete 5 se debe validar muy cuidadosamente a la acometida que va a ser conectado y si no se realiza dicha validación va a afectar directamente las pérdidas presentadas en el transformador.

En la Ilustración 41 se observa el consumo del Macro-medidor luego de restarle el consumo de los usuarios que pertenecen a los gabinetes 4 y 5, y el consumo total de los usuarios del gabinete fantasma, además que en la Ilustración 42 se observa que las pérdidas de energía y el %IP siempre han superado las pérdidas reconocidas al O.R, para poder identificar las pérdidas presentadas en el gabinete es necesario realizar varias acciones las cuales permitan evaluar el estado actual de este gabinete. Estas acciones son enumeradas en la Ilustración 43 y descritas líneas más abajo.

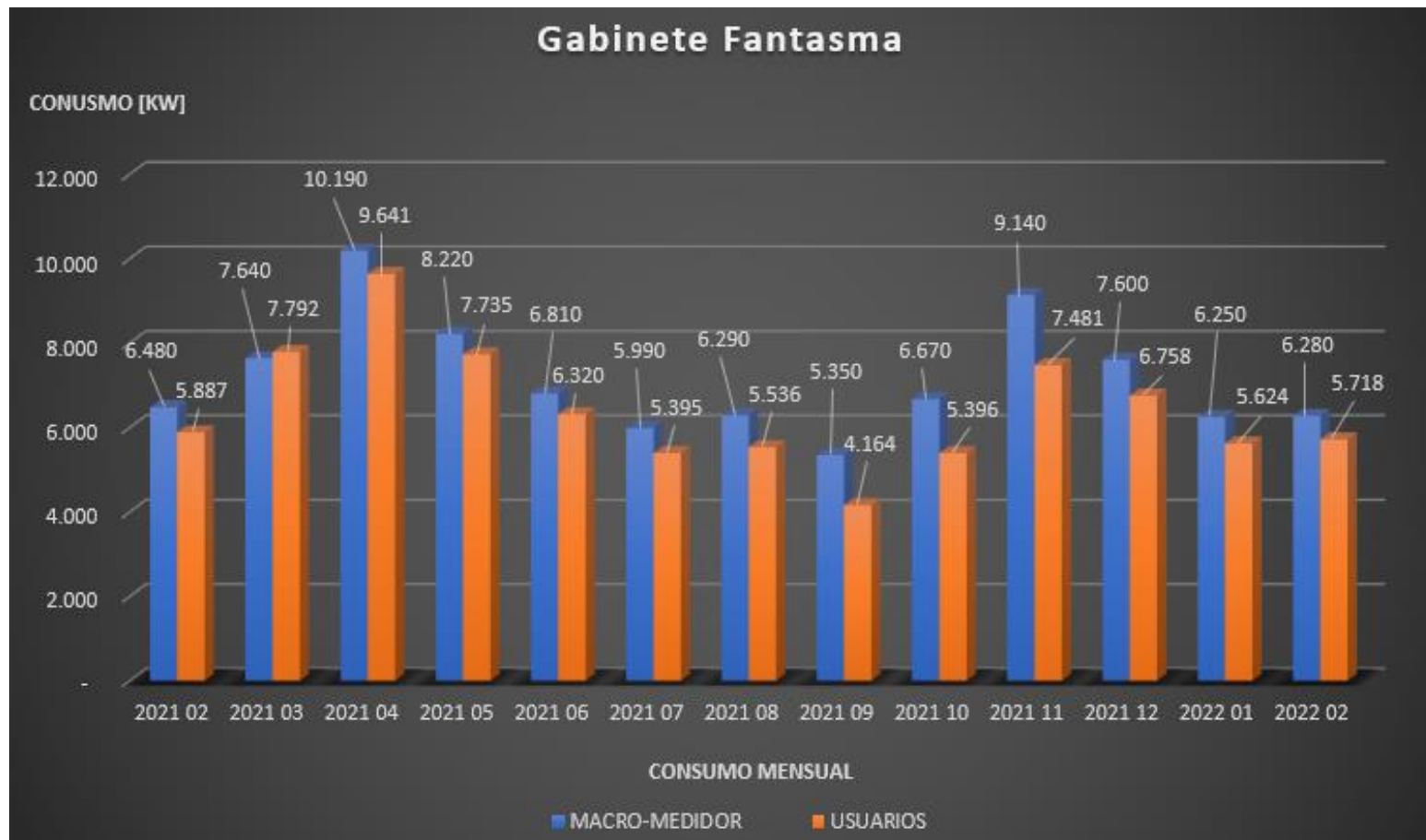


Ilustración 41. Consumo Final Gabinete Fantasma

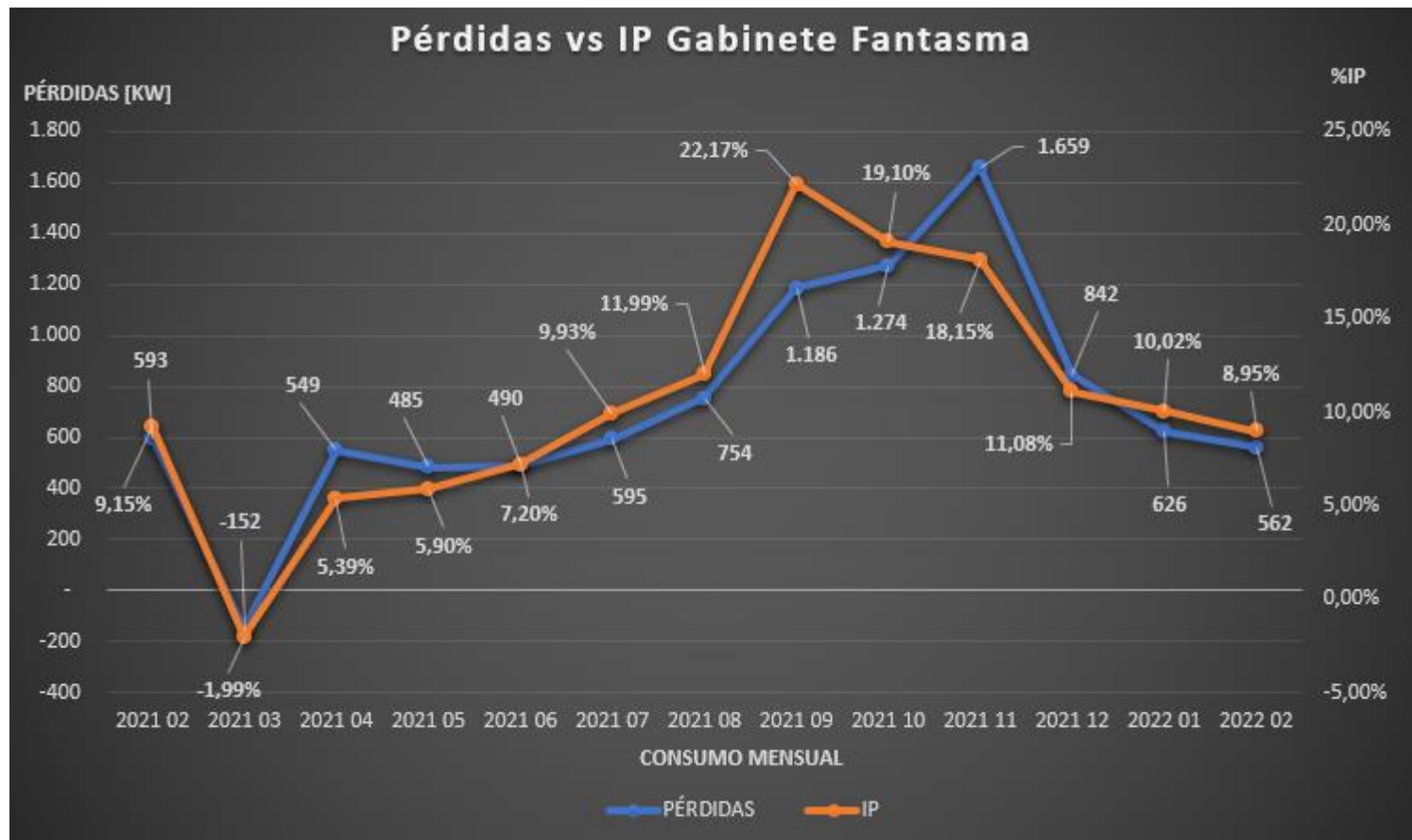


Ilustración 42. Pérdida vs %IP Final Gabinete Fantasma

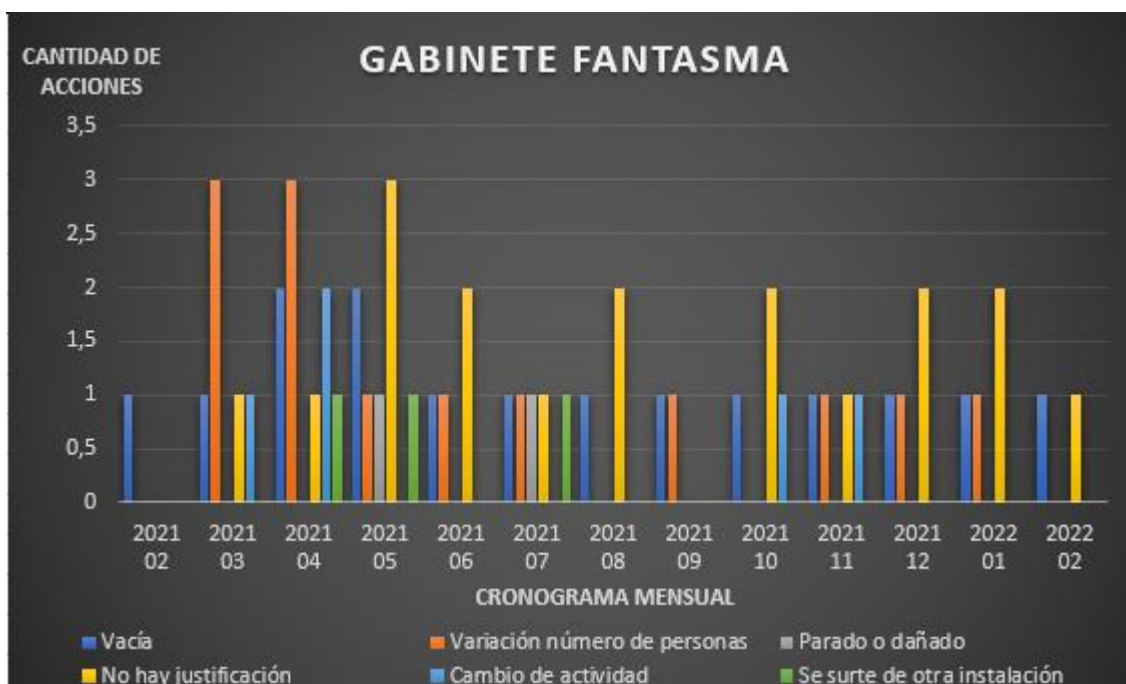


Ilustración 43. Observaciones Gabinete Fantasma

- **Septiembre:** “Vacía” se tiene un inmueble desocupado. “Variación número de personas” usuario están remodelando local por tal motivo se tienen nuevos empleados.
- **Octubre:** “No hay justificación” usuarios no permiten ingreso al inmueble ya que el dueño no está presente. “Cambio de actividad” inmuebles funcionan ahora de bodegas.
- **Noviembre:** “Vacía” se tiene mismo inmueble desocupado. “Variación número de personas” usuario reporta que tiene nuevos empleados para la temporada. “No hay justificación” se valida estado del medidor, no se observan anomalías. “Cambio de actividad” funciona local de venta de verduras (antiguamente funcionaba bodega).
- **Diciembre:** “Vacía” se tiene mismo inmueble desocupado. “Variación número de personas” nuevos empleados para trabajar doble jornada. “No hay justificación” inmuebles cerrados a la hora de la visita.
- **Enero:** “Vacía” se tiene mismo inmueble desocupado. “Variación número de personas” nuevos empleados en el inmueble (venta de pescado). “No hay justificación” usuarios dictan aforo y afirman no tener nuevos electrodomésticos o aumentar horas en su jornada.
- **Febrero:** “Vacía” se tiene mismo inmueble desocupado. “No hay justificación” medidor no presenta variación en su lectura (electrónico).

La principal causa de las pérdidas de energía presentadas en el transformador de Cenabastos es debido al gabinete fantasma, debido a los nuevos usuarios que no eran tenidos en cuenta en el unifilar fueron asociados a este gabinete.

Por lo tanto, según el contenido de las actas de apertura de cuentas no se especifica a cuál acometida fueron conectados, dando como resultado un problema con la asociación de cada usuario.

8 PRESCRIBIR LAS PRINCIPALES ACCIONES QUE AYUDEN A REDUCIR LAS PÉRDIDAS EN LOS TRANSFORMADORES SELECCIONADOS

De acuerdo con la información que se analizó para cada uno de los transformadores y sus respectivos elementos de medición se dejan las siguientes acciones las cuales ayudaron a solucionar los problemas que se encontraron en el proceso de análisis de las pérdidas de energía.

Para ello es necesario tener presente los ítems:

- ✓ **Mantenimiento preventivo a los equipos de medición:** Esto ayuda a reducir fraudes y evitar la manipulación de la red eléctrica, además de realizar de forma periódica a cada uno de los elementos que componen la red y sus respectivas protecciones. Cabe mencionar debido a la ubicación de los transformadores analizados se debe notificar a la administración encargada de la zona comercial, ya que puede dichos mantenimientos puede tomar tiempo en su respectiva ejecución.
- ✓ **Mantenimiento oportuno:** Este tipo de mantenimiento es el más utilizado, ya que gran parte de las acciones realizadas en los transformadores es gracias a los lectores los cuales aprovechan la oportunidad 1 vez al mes de realizar una validación del estado de los equipos de medición, protecciones, la red e informar de algún problema que se observe en terreno que debe ser solucionado.
- ✓ La no actualización de los diagramas unifilares puede llegar a generar incongruencias a la hora de analizar los usuarios que pertenecen a un transformador, por tal motivo es necesario que cada actualización o movimiento de los usuarios se debe notificar a los entes encargados de mantener el plano actualizado. Tal y como se pudo observar en el gabinete fantasma en el transformador de Cenabastos.
- ✓ Para el Gabinete Fantasma es necesario desmontar todo el gabinete 5, debido a que los usuarios que pertenecen a este gabinete fantasma están ubicados en el mismo lugar y lo único que los separa del gabinete 5 es la acometida a la cual están conectados.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

- Una de las causas de pérdidas de energía es que gran parte de los usuarios utilizan medidores electromecánicos, los cuales son de alto riesgo a la manipulación del equipo de medida.
- El tener las acometidas subterráneas en estas zonas están propensas a ser manipuladas por los usuarios en el interior del inmueble, el cual limita las acciones para la recuperación de energía debido a que los usuarios no permiten el ingreso, no da información al respecto o cierran el inmueble a la hora de la visita.
- Respecto a los inmuebles que se encuentran vacíos no se descarta la posibilidad que sus acometidas sean manipuladas a puerta cerrada y por ende puede generar pérdidas de energía difíciles de detectar a la hora de analizar el consumo del equipo o transformador.
- La constante variación del número de personas o el cambio de actividad en un inmueble afecta directamente el historial del consumo de energía de un usuario, ya que puede generar desvíos o caídas en el consumo de energía. Para ello es necesario tener un control constante en donde se le informe al usuario realizar un aforo para así poder garantizar un buen servicio de energía.
- La correcta ejecución de acciones y las notas realizadas por el lector, son primordiales al momento de analizar el aumento de las pérdidas de energía en un transformador, ya que estas ayudan en mantener un mejor control del estado actual de las redes y equipos de medidas para todos los usuarios.
- La constante presencia del personal operativo en las zonas comerciales ayuda a tener un control para así poder identificar los usuarios que están cometiendo fraudes en el servicio de energía eléctrica, ya que al ejecutar acciones obliga a conectar la carga que no está siendo medida por los elementos de medición.

9.2 RECOMENDACIONES

- Manifestarle al O.R CENS de realizar campañas referentes a cambiar los medidores electromecánicos por medidores electrónicos, dando a entender los beneficios de este equipo de medida, ya que los medidores electromecánicos tienen poca precisión y su fiabilidad es baja a la hora de medir la energía consumida.
- Se le sugiere a la Universidad de Pamplona impulsar en el área de investigación realizando convenios con las electrificadoras con el objetivo de tener acceso a las bases de datos y de esta manera los procesos de investigación sean significativos en el área educativa.
- Se recomienda continuar con el proceso de análisis ingenieril en los transformadores ubicados en las zonas comerciales ya que la defraudación de fluidos es una problemática la cual afecta el avance y desarrollo para poder brindar una mejor calidad del servicio de energía por parte del Operador de Red.
- Al hacer uso de TC's y TP's en los equipos de medida se recomienda tener en cuenta de primera mano el nivel de tensión, además que la diferencia entre los factores de multiplicación entre el Macro-medidor y el usuario no sea significativa ya que puede generar falsas alarmas a la hora de observar las pérdidas de energía.
- Se debe tener en cuenta que los ciclos de toma de lecturas pueden llegar a afectar directamente el balance de los transformadores, por lo cual se debe tener esta recomendación presente a la hora de asignarle su respectivo ciclo de toma de lecturas.

10 Referencias

- [1] DENICE JEANNETH ROMERO LÓPEZ & ANDRÉS VARGAS ROJAS, «MODELO DE INCENTIVOS PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS», Vol. 6 N° 6: 221-25, Diciembre de 2010 [En línea]. Available: <https://revistas.javeriana.edu.co> [Último acceso: 29 03 2022].
- [2] ING. ALBERTO TAMA FRANCO, «LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA», 2013 [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec> [Último acceso: 30 03 2022].
- [3] FABIAN ANDRÉ FERNÁNDEZ ESPINOSA, «Propuesta metodológica para el control del delito de defraudación del fluido eléctrico en Colombia», 2015 [En línea]. Available: <https://repository.upb.edu.co> [Último acceso: 30 03 2022].
- [4] RUBÉN DARIO TREJOS RAMÍREZ, «METODOLOGÍA PARA LA DETECCIÓN DE PÉRDIDAS NO TÉCNICAS EN SISTEMAS», Mayo de 2014 [En línea]. Available: <https://repositorio.utp.edu.co> [Último acceso: 01 04 2022].
- [5] COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS, «RESOLUCIÓN No.097», Septiembre 2018 [En línea]. Available: <http://apolo.creg.gov.co> [Último acceso: 01 04 2022].
- [6] ROSARIO SAIZ CARVAJAL, «Técnicas de análisis de información», Marzo 2016 [En línea]. Available: <https://administracionpublicauba.files.wordpress.com> [Último acceso: 01 04 2022].
- [7] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, «Resolución No.15», Febrero 2018 [En línea]. Available: <http://apolo.creg.gov.co> [Último acceso: 8 04 2022].
- [8] CÓDIGO PENAL, «Artículo 256. Defraudación de fluidos», Enero 2022 [En línea]. Available: <https://leyes.co> [Último acceso: 15 04 2022].
- [9] CÓDIGO NACIONAL DE POLICIA, «Capítulo II - De la seguridad en los servicios públicos», Julio 2016 [En línea]. Available: <https://www.policia.gov.co> [Último acceso: 23 04 2022].
- [10] PAUL MARCELO CANDO NAULA & JUAN CARLOS MALDONADO CHICA, «DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE ALGORITMO DE COMPENSACIÓN EN SISTEMAS DE MEDICIÓN», Marzo 2018 [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec> [Último acceso: 28 04 2022].
- [11] ING FELIX YAZMIR OLIVEROS PORRAS & ING. PAOLA ANDREA MENDEZ FUENTES, «CONTROL DE PERDIDAS DE ENERGIA MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE EQUIPOS BICUERPOS EN UN SECTOR SUBNORMAL DE LA REGION MAGDALENA MEDIO DE BARRANCABERMEJA, CON ANTECEDENTES DE REINCIDENCIA EN LA DEFRAUDACION

DE FLUIDOS DE ENERGIA ELECTRICA», Abril 2015 [En línea]. Available:
<http://tangara.uis.edu.co> [Último acceso: 29 04 2022].

- [12] CONVENIO INTERNACIONAL UTP - CREG, «Tomo 1 –
Cálculo de Pérdidas Técnicas en el Nivel de Tensión 1,» [En línea]. Available:
<https://media.utp.edu.co> [Último acceso: 2022 04 28].
- [13] CHEC – CENS – EDEC – ESSA - EPM, «SELECCIÓN Y CONEXIÓN DE EQUIPOS DEL
SISTEMA DE MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA», Mayo 2021 [En línea]. Available:
<https://cu.epm.com.co> [Último acceso: 28 04 2022].

11 ANEXOS

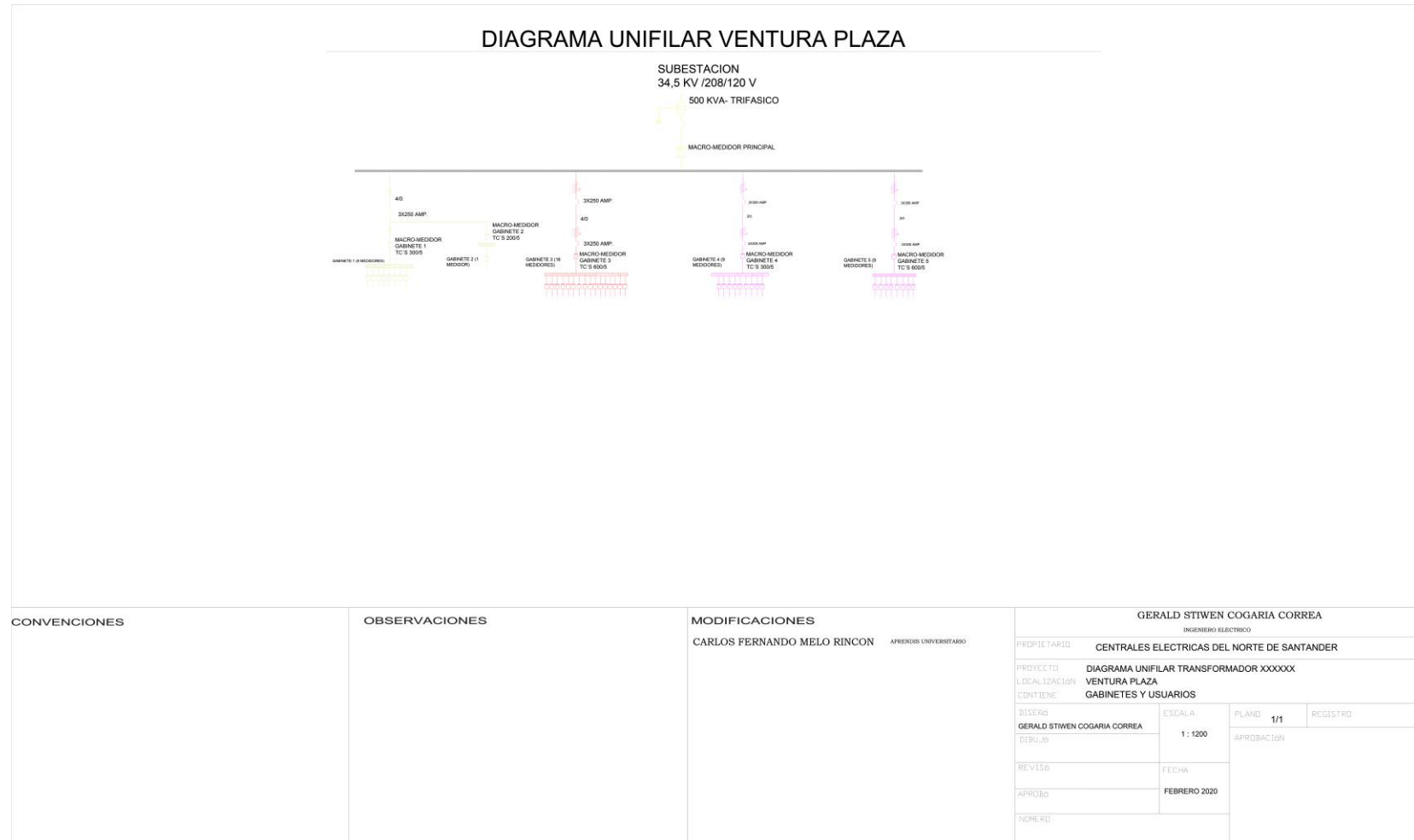
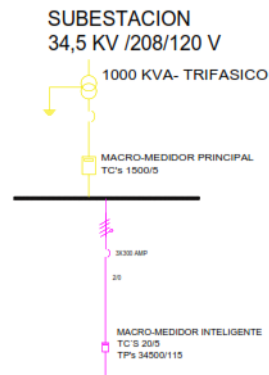


Ilustración 44. Gabinets y Usuarios Transformador #1 VENTURA PLAZA

DIAGRAMA UNIFILAR VENTURA PLAZA



CONVENCIONES	OBSERVACIONES	MODIFICACIONES CARLOS FERNANDO MELO RINCON APRENDIZ UNIVERSITARIO	GERALD STIWEN COGARIA CORREA INGENIERO ELECTRICO			
			PROPIETARIO	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER		
			PROYECTO	DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR XXXXXX		
			LOCALIZACION	VENTURA PLAZA		
			CONTIENE	GABINETE Y USUARIO		
			DISEÑO GERALD STIWEN COGARIA CORREA	ESCALA 1 : 1200	PLANO 1/1	REGISTRO
			DIBUJO	FECHA FEBRERO 2020	APROBACION	
			REVISÓ			
			APROBÓ			
			NÚMERO			

Ilustración 45. Gabinete y Usuario Transformador #2 VENTURA PLAZA

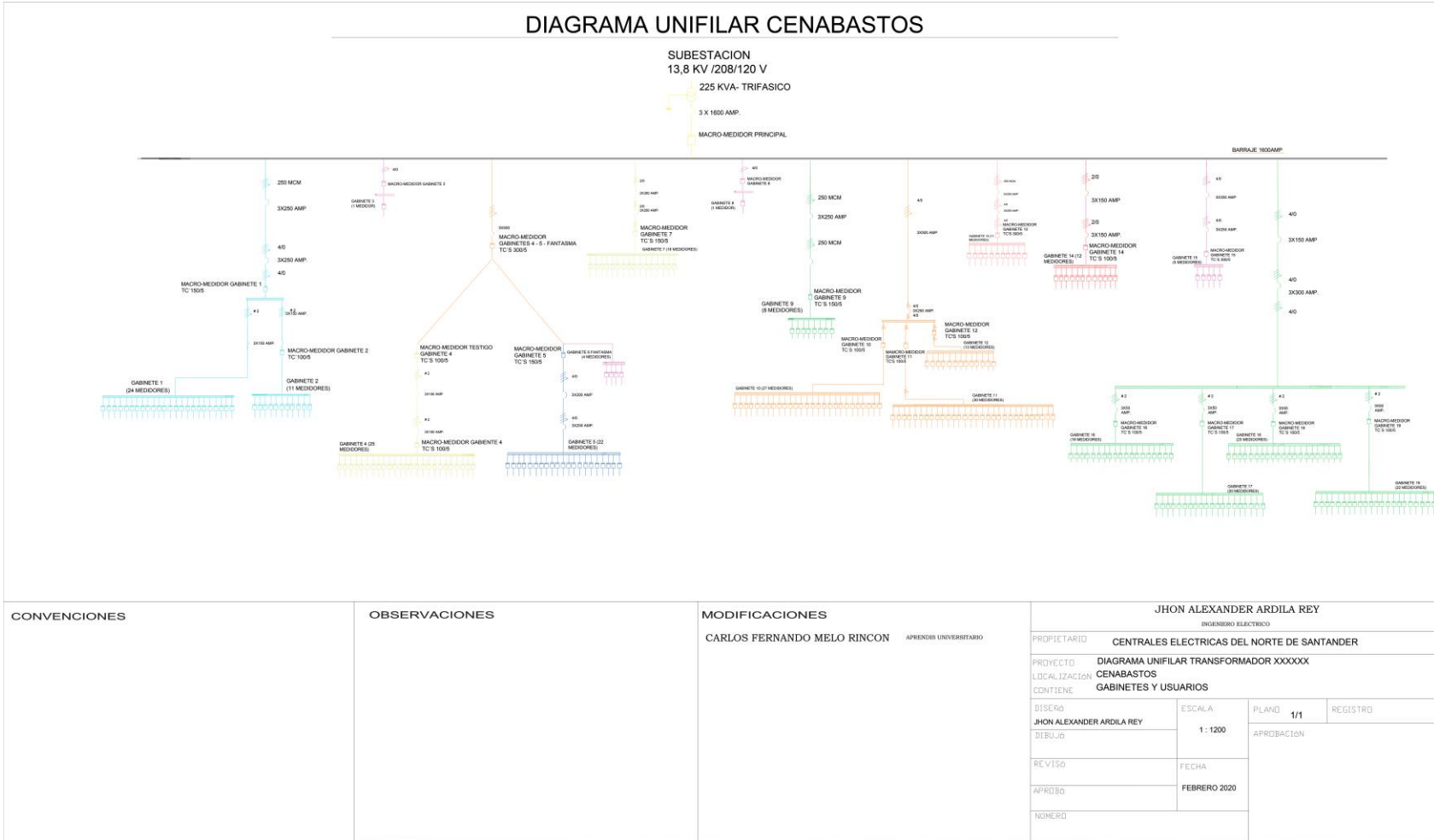


Ilustración 46. Gabinets y Usuarios "ANTIGUO" Transformador CENABASTOS

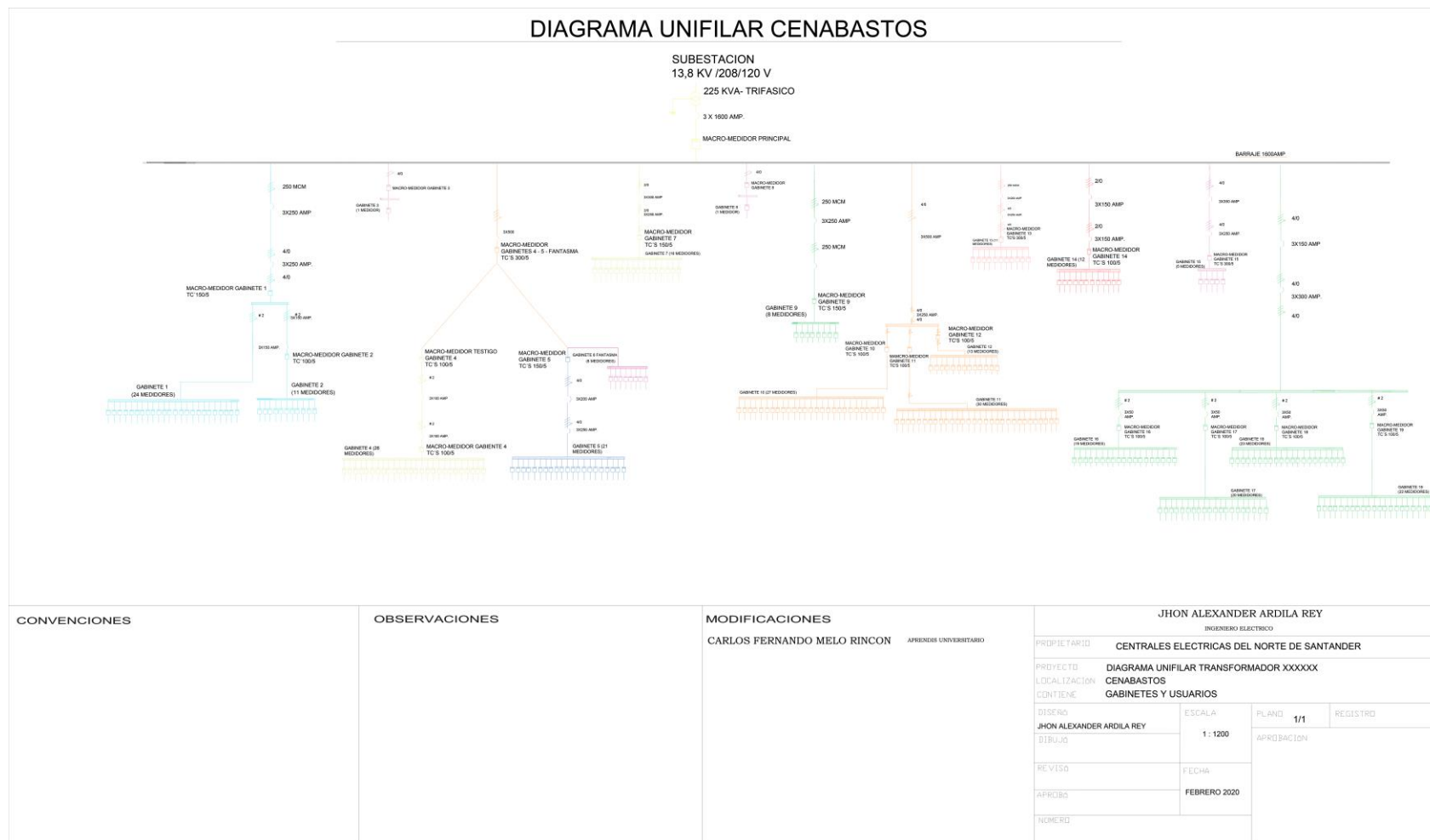


Ilustración 47. Gabinetes y Usuarios "ACTUALIZADO" Transformador CENABASTOS