



**Universidad
Continental**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de
Ingeniería de Eléctrica

Trabajo de Investigación

Influencia del sobredimensionamiento del transformador de 500 KVA en las pérdidas de energía eléctrica en el Senati Huancayo

Edgar Cesar Robles Meza

Huancayo, 2019

Para optar el Grado Académico de Bachiller
en Ingeniería Eléctrica



Repositorio Institucional Continental

Trabajo de Investigación



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi madre por brindarme la inteligencia y encaminar por el buen camino, que hizo desarrollarme como persona, para poder seguir superando y desarrollando profesionalmente.

Mis sinceros agradecimientos a los ingenieros, quienes me estuvieron encaminando en todo instante, brindándome el aliento primordial para culminar con triunfo esta proposición de exploración.

Por último, un agradecimiento exclusivo e infinito a mis hermanos y amigos que permanecieron conmigo en las buenas y en las malas a lo largo de toda esta etapa de mi vida universitaria.

DEDICATORIA

A mi madre María Leonor, quien me enseñó que la mejor inversión de tiempo y dinero es el estudio, que estuvo conmigo en los buenos y malos momentos, que me enseñó a luchar por las cosas que uno quiere, y no hay mejor camino que la educación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. El Centro Educativo del SENATI, Breve Reseña.	1
1.1.2. Planteamiento del problema de la investigación.....	3
1.1.3. Formulación del Problema	4
1.2. Objetivos.	5
1.2.1. Objetivo General:	5
1.2.2. Objetivo Específico 1:	5
1.2.3. Objetivo Específico 2:	5
1.3. Justificación e importancia.....	6
1.4. Hipótesis y descripción de variables.	7
1.4.1. Hipótesis General.	7
1.4.2. Hipótesis Específica 1	7
1.4.3. Hipótesis Específica 2	7
1.4.4. Identificación de las Variables de las Hipótesis.....	8
1.4.5. Operacionalización de las Variables de las Hipótesis.....	10
1.4.6. Indicadores de las Variables de las Hipótesis:.....	12
CAPÍTULO II	14
MARCO TEÓRICO	14

2.1.	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	14
2.1.1.	Investigaciones del ámbito Local, Región Junín	14
2.1.2.	Investigaciones del ámbito Nacional, Perú.	15
2.1.4.	Investigaciones del ámbito Internacional, México.....	16
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	16
2.2.1.	Conceptos básicos de electromagnetismo.....	16
2.2.2.	El transformador trifásico	20
2.2.3.	El transformador real	20
2.2.4.	Cálculos de pérdidas.....	22
2.3.	Definiciones de términos utilizados en la investigación:	23
2.3.1.	transformador de distribución dyn5 10 kv/380 + n	23
2.3.2.	Prueba en vacío	24
2.3.3.	Prueba de corto circuito.....	25
2.3.4.	Protocolo de pruebas	25
2.3.5.	Consumo de energía eléctrica.....	26
2.3.6.	Tarifa eléctrica mt3	27
CAPÍTULO III		29
METODOLOGÍA.....		29
3.1.	Método y alcance de la investigación	29
3.2.	Diseño de la investigación.....	29
3.2.1.	Enfoque de la Investigación.	29
3.2.2.	Tipo de Investigación.....	30
3.2.3.	Alcance de la Investigación.	30
3.2.4.	Clase de Investigación.	30
3.2.5.	Método del tratamiento de la información.	30
3.3.	Población y muestra.....	31
3.3.1.	Población Objetivo de la Investigación.	32
3.3.2.	Población y Muestra.....	34
3.3.3.	Unidad de Análisis de la Población.....	34
3.4.	Técnicas e instrumentos de la recolección de datos.....	35
3.4.1.	Técnicas de Recolección de datos	35
3.4.2.	Instrumento Para Recolección de Datos	35
CAPÍTULO IV		36

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información	36
4.1.1. Premisas	36
4.1.2. Resultados en Relación a los Objetivos.....	42
4.1.3. Resultados en Relación a la Comprobación de las Hipótesis.....	53
4.2. Discusión de resultados.....	57
4.2.1. Discusión de Resultados en Relación a los Objetivos.....	57
4.2.2. Discusión de Resultados en Relación a la Comprobación de las Hipótesis.....	57
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS.....	60
ANEXOS	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Identificación de las Variables de la Hipótesis de la Investigación	9
Tabla 2. Indicadores de las Variables de las Hipótesis	12
Tabla 3. Opción Tarifaria, Sistema de Medición y Cargas de Facturación	27
Tabla 4. Diseño metodológico de la Investigación	31
Tabla 5. Población de la Investigación	32
Tabla 6. Población de la Investigación en base a Consumo en cantidad mensual o por mes de energía	32
Tabla 7. Población objetivo de la investigación Año 2017, en base al consumo recibos costo económico mensual	33
Tabla 8. Información del SENATI	37
Tabla 9. Datos del Transformador de potencia del SENATI	37
Tabla 10. Demanda Proyectada hacia 20 años	39
Tabla 11. Pérdidas del Núcleo	44
Tabla 12. Pérdidas del Núcleo	47
Tabla 13. Incidencia de las pérdidas en el cobre sobre la facturación eléctrica 2017	52
Tabla 14. Matriz de consistencia.	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.LOGO DEL SENATI	2
Figura 2.LOCAL DE SENATI SEDE HUANCAYO WEB.....	3
Figura 3.Representación de las hipótesis en su estructura de variable	12
Figura 4.Acoplamiento de Transformador Dyn5.....	24
Figura 5.Prueba en vacío	25
Figura 6.Prueba en vacío	25
Figura 7.Demanda Energética de Potencia Aparente	39
Figura 8.Demanda Proyectada hacia 20 años	40
Figura 9.Pliego Tarifario	41
Figura 10.Incidencia en las de pérdidas en costo de facturación eléctrica 2017	45
Figura 11.Incidencias de pérdidas en el Núcleo en el costo de facturación eléctrica 2017	48
Figura 12.Fotografía de analizador de redes de la subestación del SENATI CFP HUANCAYO	49
Figura 13.Incidencias de la pérdidas en el Cobre de facturación eléctrica 2017	53
Figura 14. Fotografía del transformador de la subestación SENATI	63
Figura 15. Fotografía de la placa de datos del transformador.	64
Figura 16. Datos Técnicos del transformador de 500KVA.....	65
Figura 17. Protocolo de Pruebas del Transformador de Potencia de 500 KVA	66
Figura 18. Fotografía exterior de la subestación del SENATI CFP Huancayo	67
Figura 19. Fotografía interior de la sub estación de 500 KVA del SENATI CFP HUANCAYO	67
Figura 20. Fotografía del analizador de redes de la subestación de SENATI CFP Huancayo.....	68
Figura 21. Recibo de Energía Eléctrica de SENATI CFP HUANCAYO	69

RESUMEN

La presente investigación, se realizó en la institución SENATI, sede Huancayo, en la subestación localizada en Jr. Los conquistadores 1320, distrito del Tambo, provincia de Huancayo, Región Junín, La investigación es de tipo Deductivo – Cuantitativo, no experimental ya que no afecta al objeto, se determinó la influencia de las pérdidas eléctricas producidas por el sobre dimensionamiento del transformador de 500 KVA. Las pérdidas eléctricas del transformador son por pérdidas en el cobre y en el núcleo (obtenidas del protocolo de pruebas de fabricación) y su influencia se dirigió al costo de facturación de eléctrica proporcionado por la empresa distribuidora ELECTROCENTRO S.A. El método utilizado en la presente investigación puede servir para tener en consideración para la implementación de una subestación, ya que el mal dimensionamiento genera pérdidas técnicas y económica. Según los resultados de la investigación se puede decir que el sobredimensionamiento del transformador de 500 KVA influye en costo de facturación Eléctrica con una incidencia de 3.11% y una pérdida económica de S/.164.571 en cada recibo de energía eléctrica. Y las pérdidas en el núcleo que fueron determinadas por el protocolo de pruebas de fabricación que realizó la prueba de en vacío, influye con una incidencia de 2.76 % y una pérdida económica de S/. 145.71 en cada recibo de energía eléctrica. Y las pérdidas en el cobre que fueron determinadas por el protocolo de pruebas de fabricación que realizó la prueba de en corto circuito, tiene una influencia mínima con una incidencia relevante de 0.39% y una pérdida económica de S/. 20.6619 en cada recibo de energía eléctrica.

Y la investigación concluye que el sistema no es eficiente y el sobre dimensionamiento crean pérdidas económicas y que se ven reflejadas en el costo de facturación, las mayores pérdidas en un sobre dimensionamiento son en las pérdidas en el núcleo.

Palabras clave: Transformador, Pérdida en transformadores, Pérdida núcleo, pérdida en cobre, eficiencia energética, facturación eléctrica.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the SENATI institution, Huancayo headquarters, in the substation located in Jr. Los conquistadores 1320, district of Tambo, province of Huancayo, Junín Region. The research is of the Deductive - Quantitative type, not experimental since it does not affect the object, the influence of the electrical losses produced by the oversizing of the 500 KVA transformer was determined. The electrical losses of the transformer are due to losses in the copper and in the core (obtained from the manufacturing test protocol) and its influence was directed to the electric billing cost provided by the distribution company ELECTROCENTRO S.A. The method used in the present investigation can be used to take into account the implementation of a substation, since the bad sizing generates technical and economic losses. According to the results of the investigation, it can be said that the over-dimensioning of the 500 KVA transformer influences Electric billing cost with an incidence of 3.11% and an economic loss of S / .164,571 on each electric power bill. And the losses in the core that were determined by the manufacturing test protocol that performed the vacuum test, influences with an incidence of 2.76% and an economic loss of S / . 145.71 on each electric power bill. And the losses in the copper that were determined by the manufacturing test protocol that performed the short circuit test, has a minimal influence with a relevant incidence of 0.39% and an economic loss of S / . 20.6619 on each electric power bill.

And the research concludes that the system is not efficient and oversizing creates economic losses and that they are reflected in the cost of billing, the biggest losses in oversizing are in the losses in the core.

Keywords: Transformer, Lost in transformers, Lost core, loss in copper, energy efficiency, electric billing.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación es un estudio de las pérdidas eléctricas producidos por el sobre dimensionamiento del transformador de distribución de 500KVA de la subestación del SENATI sede HUANCAYO., Sí se sabe que las pérdidas en un transformador siempre van a existir ya que ninguna máquina eléctrica es eficiente al 100%, pero en esta ocasión se hace uso el protocolo de pruebas para ver como las pérdidas producidas del cobre y del núcleo para determinar y cuantificar sus efectos sobre la facturación de energía eléctrica, corroborando la teoría y determina la incidencia y el costo en soles de las pérdidas. Por todo ello, se siguió el siguiente contenido:

CAPÍTULO I: planteamiento del estudio, donde se realiza el planteamiento y formulación del problema, prioriza los objetivos. Y determina la justificación e importancia y se planea hipótesis y descripción de variables.

CAPÍTULO II: se describe el marco teórico, antecedentes del problema, bases teóricas y definiciones de términos utilizados en la investigación

CAPÍTULO III : se describe la metodología, el método y alcance de la investigación, el diseño de la investigación, la población, muestra y las técnicas e instrumentos de la recolección de datos

CAPÍTULO IV : se describe los resultados, discusión, resultados del tratamiento y análisis de la información.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

El planteamiento del problema de la investigación tiene por núcleo la develación de un problema técnico generado por el sobredimensionamiento de un transformador de 500 KVA, y su relación con las pérdidas de energía eléctrica, dado en la institución educativa nacional de SENATI, en la provincia de Huancayo, Región Junín, Perú. La comprensión del problema requiere tener en cuenta el contexto o la realidad donde se produce.

1.1.1. El Centro Educativo del SENATI, Breve Reseña.

La institución fue creada a iniciativa de la Sociedad Nacional de Industrias, que en 1960 inician el proceso de crear una institución que capacite a los jóvenes en la actividad industrial, y el 19 de diciembre de 1951, por ley No 13771, se crea SENATI, Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial. La institución es persona jurídica de derecho público, con autonomía técnica, administrativa, pedagógica y económica, conforme ley No 26272, su modificatoria ley No 29672, y su Estatuto aprobado y la ley

17045, le dan la naturaleza de gestión privada, con patrimonio propio, con gestión privada. (1)

En la siguiente figura se muestra el logos del SENATI, por el que es reconocido en todas sus sedes en el Perú.

Figura 1.LOGO DEL SENATI



Fuente: SENATI

Así los empresarios promovieron una organización, para responder con eficacia a las demandas al mercado laboral, teniendo como *Misión*: Formar profesionales técnicos innovadores y altamente productivos. Y por *Visión*: Liderar en América Latina, la excelencia en formación profesional tecnológica. El SENATI desarrolla 15 especialidades: Tecnologías de la Información, Mecánica Automotriz, Escuela Superior de Tecnología, Electrotecnia, Agroindustrias, Industrias Alimentarias, Administración de Empresas, Textil y Confecciones, Tecnología Ambiental, Artes Gráficas, Metalmecánica, Joyería, Orfebrería y Platería, Hotelería y Turismo, Comunicaciones. (1)

El SENATI cuenta con 79 sedes a nivel nacional, en las diferentes regiones del Perú, siendo la sede Huancayo – Mariscal Castilla, (Sede Huancayo – Las Violetas), donde se plantea el problema de investigación de la presente Tesis.

Figura 2.LOCAL DE SENATI SEDE HUANCAYO WEB



Fuente: SENATI

1.1.2. Planteamiento del problema de la investigación.

El SENATI con sede Huancayo, ubicado en el Jirón Los Conquistadores No 1320, distrito del Tambo, provincia de Huancayo, Región Junín, contaba con una subestación, tipo área, trifásico, de una potencia de 160 KVA, cuando toma la decisión de reforzar la subestación, realizando los trámites ante la empresa ELECTROCENTRO, para su concreción.

La empresa ELECTROCENTRO, el 7 de abril del 2014, da el otorgamiento de factibilidad de suministro eléctrico y fijación de punto de diseño en MT, para el reforzamiento del sistema de utilización, subestación de uso exclusivo de SENATI.

El encargado del Proyecto, elabora el expediente técnico con el siguiente nombre: *Reforzamiento del sistema de utilización en media tensión 10kv, trifásico y subestación de uso exclusivo de 500 KVA para el servicio*

nacional de adiestramiento en trabajo Industrial – SENATI HUANCAYO. El 16 de diciembre del 2015, entra en funcionamiento. (2)

Se anexa la *fotografía* del transformador, da la placa de datos y el protocolo de pruebas en la figura 14,15 y 16 anexada.

En la actualidad, el SENATI, sede Huancayo, demanda un consumo máximo de potencia de 77.5 KVA, (El dato se obtiene del analizador de redes instalado en la subestación). Así, desde su instalación la institución, el SENATI, sede Huancayo, sólo alcanza a consumir el 15.5 %, en consecuencia, se está dando un sobredimensionamiento, que conlleva a la realización de la investigación de las pérdidas del transformador de 500 KVA producidas, por el sobredimensionamiento, que se traduce afectando la facturación de energía eléctrica del SENATI con sede en Huancayo.

1.1.3. Formulación del Problema

Planteado la realidad problemática, la investigación lo formula con las siguientes interrogantes:

1.1.3.1. Formulación del Problema general

¿Cómo determinar y cuantificar las pérdidas producidas por el transformador de 500 KVA, en el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución?

1.1.3.2. Formulación del Problema Específico 1.

¿Cómo determinar y cuantificar las pérdidas en el núcleo del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso

por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución?

1.1.3.3. Formulación del Problema Específico 2.

¿Cómo determinar y cuantificar las pérdidas en el cobre del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución?

1.2. **Objetivos.**

En base al planteamiento del problema de investigación y en correlación con los problemas formulados, la tesis se planteó los siguientes objetivos.

1.2.1. Objetivo General:

Determinar y cuantificar las pérdidas que se están produciendo por el transformador de 500 KVA, en el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución.

1.2.2. Objetivo Específico 1:

Determinar y cuantificar las pérdidas que se están produciendo en el núcleo del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución.

1.2.3. Objetivo Específico 2:

Determinar y cuantificar las pérdidas producidas en el cobre del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución.

1.3. Justificación e importancia

La presente investigación se justifica y ha sido importante su concreción porque:

- En la sociedad moderna es importante contar con un sistema eléctrico eficiente, y eficaz, y, esta exigencia tiene mayor relevancia si se trata de una Institución como SENATI, cuya visión es liderar la excelencia tecnológica en América Latina, por ello el estudio realizado debe servir para superar deficiencias en sistema eléctrico.
- En lo relativo a la técnica, el presente estudio muestra la necesidad de no dimensionar y adecuar a su uso un transformador de potencia, como es el caso de la subestación, de SENATI, en su sede de Huancayo. Así el estudio se justifica y cobra importancia por constituir un precedente a tomar en cuenta antes de efectuar un proyecto de mayor inversión de capital, en la compra de materiales y equipos.
- En el aspecto económico el estudio demuestra, que una vez puesto en marcha el proyecto, la transformación de energía genera un consumo energético, el que se ve reflejado en la facturación de energía eléctrica, con la consiguiente pérdida para la empresa,
- El estudio realizado a su vez es importante y se justifica porque contribuye a generar en lo sucesivo un dimensionamiento adecuado para la subestación eléctrica. Así, permitirá, en base a los resultados de pérdidas del transformador de 500 KVA por el sobredimensionamiento, a la institución, en el caso al SENATI, sede Huancayo, para evaluar las pérdidas producidas para poder

considera la próxima vez que haga una remodelación de la subestación considerar un dimensionamiento adecuado y contar con un sistema eléctrico eficiente y eficaz.

1.4. Hipótesis y descripción de variables.

La investigación en conformidad con la formulación del problema y con los objetivos de la investigación propuestos, elaboró tres hipótesis, una general y dos específicas.

1.4.1. Hipótesis General.

La determinación y cuantificación de las pérdidas que se producen por el transformador de 500 KVA, en el sobredimensionamiento de su uso pro SENATI, en la sede de Huancayo, se alcanza mediante protocolo de prueba que determinará que hay una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica, que se develará en la facturación del pago por energía eléctrica a ELECTROCENTRO por SENATI.

1.4.2. Hipótesis Específica 1

La determinación y cuantificación de las pérdidas que se están produciendo en el núcleo del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, se obtendrán mediante protocolo de prueba que aplicó la prueba en vacío y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución, y se manifestará en la facturación de energía a la institución.

1.4.3. Hipótesis Específica 2

La determinación y cuantificación de las pérdidas que se están produciendo en el cobre del transformador de 500 KVA, por el

sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, se obtendrán mediante protocolo de prueba que aplicó la prueba en cortocircuito y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución, y se manifestará en la facturación de energía a la institución.

1.4.4. Identificación de las Variables de las Hipótesis.

La investigación ha identificado las variables de cada una de las hipótesis, tal como se exponen.

1.4.4.1. Identificación de las Variables de las Hipótesis General

Variable Independiente (X)

(X) protocolo de prueba que determinará que hay una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica.

Variable Dependiente (Y1)

Pérdidas que se producen por el transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI (Y1)

Variable Dependiente (Y2)

Facturación de energía eléctrica emitida por ELECTROCENTRO a la institución (Y2).

1.4.4.2. Identificación de las Variables de las Hipótesis Específica 1.

Variable Independiente (X)

Protocolo de prueba que aplicó la prueba en vacío y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución (X)

Variable Dependiente (Y1)

Pérdidas que se están produciendo en el núcleo del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI (Y1)

Variable Dependiente (Y2)

La facturación de energía eléctrica de ELECTROCENTRO a la institución (Y2).

1.4.4.3. Identificación de las Variables de las Hipótesis Específica 2.

Variable Independiente (X)

Protocolo de prueba que aplicó la prueba en corto circuito y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución (X)

Variable Dependiente (Y1)

Pérdidas que se están produciendo en el cobre del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI (Y1)

Variable Dependiente (Y2)

La facturación de energía eléctrica de ELECTROCENTRO a la institución (Y2)

Tabla 1. Identificación de las Variables de la Hipótesis de la Investigación

Hipótesis	Tipo de v.	Contenido de la variable
H. General	V Independiente (X)	Protocolo de prueba que determinará que hay una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica (X)

	V Dependiente (Y1)	Pérdidas que se producen por el transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI (Y1)
	V Dependiente (Y2)	Facturación de energía eléctrica emitida por ELECTROCENTRO a la institución.
H espec 1	V Independiente (X)	Protocolo de prueba que aplicó la prueba en vacío y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución (X)
	V Dependiente (Y1)	Pérdidas que se están produciendo en el núcleo del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI (Y1)
	V Dependiente (Y2)	La facturación de energía eléctrica de ELECTROCENTRO a la institución (Y2)
H espec 2	V Independiente (X)	Protocolo de prueba que aplicó la prueba en cortocircuito y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución (X)
	V Dependiente (Y1)	Pérdidas que se están produciendo en el cobre del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI (Y1)
	V Dependiente (Y2)	La facturación de energía eléctrica de ELECTROCENTRO a la institución (Y2)

Fuente: Elaboración Propia

1.4.5. Operacionalización de las Variables de las Hipótesis.

Identificadas las variables de las Hipótesis la investigación dio paso a reformular las hipótesis con sus variables. Como a continuación se exponen:

1.4.5.1. Operacionalización de las Variables de la Hipótesis General

El protocolo de prueba, que determinará que hay una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica. (X), permite la cuantificación de las pérdidas que se producen por el transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI (Y1), que se manifiesta en la facturación de energía eléctrica emitida por ELECTROCENTRO a la institución (Y2).

1.4.5.2. Operacionalización de las Variables de la Hipótesis Específica 1

El protocolo de prueba, que aplicó la prueba en vacío y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución (X), logra, cuantificar las pérdidas que se están produciendo en el núcleo del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI (Y1), se manifiestan, La facturación de energía eléctrica de ELECTROCENTRO a la institución (Y2)

Las operacionalizaciones de las variables de las tres hipótesis por tener la misma estructura causal, de variables Independientes (X) y dependientes (Y), pueden representarse en la siguiente figura:

1.4.5.3. Operacionalización de las Variables de la Hipótesis Específica 2

El protocolo de prueba, que aplicó la prueba en cortocircuito y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución (X), logra, cuantificar las pérdidas que se están produciendo en el cobre del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI (Y1), se manifiestan, La facturación de energía eléctrica de ELECTROCENTRO a la institución (Y2)

Las operacionalizaciones de las variables de las tres hipótesis por tener la misma estructura causal, de variables

Independientes (X) y dependientes (Y), pueden representarse en la siguiente figura:

Figura 3. Representación de las hipótesis en su estructura de variable



Fuente: propia

1.4.6. Indicadores de las Variables de las Hipótesis:

Para medir los resultados se determina los siguientes indicadores de las variables de las hipótesis, que se exponen en el siguiente cuadro.

Tabla 2. Indicadores de las Variables de las Hipótesis

Hipótesis	Variable	Contenido de v	Indicador de la v
H-General	V-I (X)	El protocolo de prueba (que determinará que hay una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica)	Algoritmos de cálculo matemáticos para la aplicación del Protocolo
	V-D (Y1)	Pérdidas producidas en el transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo:	Resultados de la aplicación del Algoritmos de cálculo matemáticos.
	V-D (Y2)	La facturación de energía eléctrica de ELECTROCENTRO a la institución	Resultados de la aplicación del Algoritmos de cálculos matemáticos, traducidos a soles.
H, específica 1	V-I (X)	El protocolo de prueba, (que aplicó la prueba en vacío y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución)	Algoritmos de cálculos matemáticos para la aplicación del protocolo
		Pérdidas que se están produciendo en el núcleo del transformador de 500 KVA, por	Resultados de la aplicación del Algoritmos de cálculos

	V-D (Y1)	el sobredimensionamiento de su uso por SENATI	matemáticos aplicados al problema
	V-D (Y2)	Se manifiestan, en la facturación de energía eléctrica	Resultados de la aplicación del Algoritmos de cálculos matemáticos aplicados al problema convertidos a soles.
H, específica 2	V-I (X)	El protocolo de prueba, (que aplicó la prueba en cortocircuito y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución)	Algoritmos de cálculos matemáticos para la aplicación del protocolo
	V-D (Y1)	Pérdidas que se están produciendo en el cobre del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI	Resultados de la aplicación del Algoritmos de cálculos matemáticos aplicados al problema
	V-D (Y2)	Se manifiestan, en la facturación de energía eléctrica	Resultados de la aplicación del Algoritmos de cálculos matemáticos aplicados al problema convertidos a soles.

Fuente: Propia

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La presente tesis es inédita por su problemática y su contenido, sin embargo, se debe considerar como precedentes, al abordar temas similares, las siguientes investigaciones:

2.1.1. Investigaciones del ámbito Local, Región Junín

- “Evaluación de las pérdidas en transformadores de distribución bajo condiciones de operación”. Tesis realizada por Joel Yupanqui Hurtado, para optar el título profesional de Ingeniero Electricista, en la Universidad Nacional del Centro, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, el año 2010. La investigación analiza los transformadores de distribución, en condiciones de carga, teniendo en cuenta la necesidad de realizar una adecuada selección de las capacidades de los transformadores de distribución, motivado por la inversión de elevadas sumas en generación eléctrica y para minimizar las pérdidas en los transformadores de distribución. Tiene por finalidad hacer una evaluación técnico económico de las pérdidas que causan los transformadores de distribución de un sistema eléctrico. (3)

2.1.2. Investigaciones del ámbito Nacional, Perú.

- “Cálculo de pérdidas en el diseño del núcleo de un transformador de distribución aplicando el método de los elementos finitos” Investigación realizada por Jorge Zúñiga Bustamante, para optar el título profesional de Ingeniero Electricista, en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de Producción, Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica, el año 2016. La investigación trata del cálculo de pérdidas en el hierro del núcleo de un transformador, con la aplicación del cálculo numérico, con el método de los elementos finitos, trata de aportar un sistema de cálculo a la ingeniería eléctrica, el método de elementos finitos aplicado a campos electromagnéticos con la ecuación de difusión en H, para establecer las pérdidas de potencia de hierro del transformador. Para la investigación se utilizó un transformador de distribución trifásico de 50 KV, sumergido en aceite. La investigación será de gran ayuda en el campo industrial para las empresas dedicadas al diseño de transformadores porque podrán diseñar prototipos de núcleo de transformadores sin necesidad de construirlos. El aporte de la tesis es dar la opción óptima para el diseño del transformador mediante 03 modelos adicionales, con resultados verídicos. (4)
- “Pérdidas de transformadores de distribución bajo condiciones de operación”. Tesis presentada por Jackson Colver Santander Flores y Edmundo Armando Pozzo Silva, para optar el título profesional de Ingenieros en Energía, en la Universidad Nacional del Santa, Facultad de Energía, Escuela Académica Profesional de Ingeniería en Energía, el año 2011. La tesis tiene por fin hacer una evaluación técnica de las pérdidas en los transformadores de distribución. La metodología utilizada fue recopilar información de mediciones del funcionamiento de los transformadores de distribución efectuados por la empresa ELECTROCENTRO S.A. conjuntamente con la empresa ICE S.A. para después analizar los valores obtenidos y verificar si están en los márgenes establecidos. Con los resultados, la tesis, propone soluciones para reducir las pérdidas. Se logra identificar cuáles son las pérdidas que

se dieron en los transformadores de distribución, como son las pérdidas por dispersión, pérdidas en el cobre, pérdidas por calentamiento y pérdidas a plena carga. La tesis concluye, que la corriente pico en el sector residencial es de 25.638 Amp. Alcanzada a las 8 pm de la subestación de Jesús María S.E. que está en el margen de las corrientes normalizadas para sectores residenciales. (5)

2.1.4. Investigaciones del ámbito Internacional, México.

- Procedimiento de pruebas eléctricas y físico- químicas para la aceptación de transformadores de distribución en media tensión. Tesis realizada por: Elizabeth Gama A., Aline Vega A y Ricardo García H para optar el título profesional de ingenieros Eléctrico Electrónico, en la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, el año 2015. La tesis tiene la finalidad de encontrar los factores que componen un plan de mantenimiento para un transformador de distribución en media tensión, para realizar pruebas eléctricas y físico – químicas. La tesis con la realización de este plan, plantea una guía destinada a la realización de pruebas eléctricas y físico-químicas. (6)

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Conceptos básicos de electromagnetismo

Desde tiempos antiguos se creía que la electricidad no tenía relación con el magnetismo que era fenómenos diferentes, hasta que se hicieron los estudios respectivos y diríamos que entre la electricidad y el magnetismo existe una vinculación o relación, esta es el electromagnetismo.

Esta rama de la física que une y estudia los fenómenos eléctricos y magnéticos, Michael Faraday fue quien presentó los principales fundamentos y James Clerk Maxwell fue quien los formuló por primera vez de manera completa en el año 1865. consta de cuatro diferenciales vectoriales que interactúa el campo eléctrico, y el magnético.

2.2.1.1. Campo magnético

Es una conclusión matemática entre la influencia magnética de las corrientes eléctricas y de los materiales magnéticos. Se mueve transitoriamente de norte a sur. Se calcula por la ley de biot. También diríamos que es área en la que una carga eléctrica al desplazarse con una velocidad, está experimenta el efecto de una fuerza perpendicular.

2.2.1.2. Flujo magnético

Está simbolizada por la letra griega Φ , es una unidad de medida de la cantidad de magnetismo, y se obtiene a través de la relación del campo magnético. El campo magnético está representado por líneas de fuerza, a esta cantidad de estas líneas se les llama flujo magnético y sus unidades son:

- El Weber (Wb) en el sistema internacional
- el Maxvelio (Mx) en el c.g.s

2.2.1.3. Densidad de flujo

Cantidad de líneas de fuerza que pasan una superficie de forma perpendicular, está denotada como B, en otras palabras, es el flujo magnético por unidad de área de una sección normal a la dirección del flujo, se mide en webers por metro cuadrado, pero en el sistema internación sus unidades son:

- La Tesla (T).
- El Gauss (GS).

La relación existente entre ambas unidades $1T = 10^4 GS$

2.2.1.4. FUERZA MAGNETOMOTRIZ

Una bobina al generar líneas de fuerza en un circuito magnético, a esta capacidad llamaremos fuerza magnetomotriz en donde a más intensidad de la corriente que fluya esta fuerza aumenta. Su unidad equivalente de medida de la FMM es el ampere-espira que se representa por (A-esp). Es capaz de crear el número de líneas del campo magnético que pasa un espacio entre dos puntos de un circuito magnético.

Para la creación de electroimanes de gran potencia, se requieren fuerzas magnetomotrices de gran escala. Se necesitaría bobinas inductoras con bastantes vueltas o espiras que pasaran una fuerte intensidad de corriente y utilizando superconductores.

2.2.1.5. Intensidad de campo magnético

Al hablar de intensidad del campo en una bobina, afirmamos que esta dependerá de aquella fuerza magnetomotriz (NI), nos indicará la intensidad con cuenta un campo magnético, pero cuanto más larga este la bobina inductora las líneas de campo están más dispersas y entregarán una intensidad débil.

2.2.1.6. Magnetización de los materiales

Existen en la naturaleza algunos materiales conocidos que tienen propiedades magnéticas las cuales se pueden detectar fácilmente como el níquel, hierro, cobalto y sus aleaciones a las que llamaremos imanes.

Existe una densidad entre momentos dipolares magnéticos que son magnetizados por el metal, un método de separación que se lleva a cabo cuando uno de sus grupos es el ferromagnético.

2.2.1.7. Saturación magnética

Es el efecto que se presenta en algunos materiales magnéticos, como su mismo nombre dice el material llega a saturarse magnéticamente, es decir alcanza su punto máximo de para poder generar un campo magnético, cuando en la magnetización del material no se presenta aumento. Es el punto de máxima imantación de un material, a partir del cual, por más que se añada la excitación magnética sobre la aplicada, si sus momentos polares ya han sido totalmente rectificadas su campo magnético no avanzara.

2.2.1.8. Histéresis magnética

La capacidad de un material para poder conservar sus propiedades físicas, en máquinas eléctricas como son los transformadores y motores existen la pérdida producida por este efecto, para evitar se reducen el material ferromagnético en láminas de muy poco espesor, para que a resistencia que ofrece la histéresis sea menor.

2.2.1.9. Permeabilidad magnética

Propiedad de una sustancia o medio para atraer y dejar pasar a través de material flujo magnéticos, la cual está representada por la relación existente entre la inducción magnética y la intensidad de campo magnético que aparece en el interior de este material.(7)

2.2.1.10. Reluctancia magnética

La resistencia que éste presenta algunos materiales al paso de un flujo magnético cuando es movido por la fuerza de un campo magnético. (8)

2.2.1.11. Circuito magnético

A l igual que en un circuito eléctrico existe el circuito magnético, donde existe una fuerza magnetomotriz una reluctancia para que pueda pasar las líneas de campo magnético se hallan trazando un camino cerrado.

2.2.2. El transformador trifásico

Maquinas eléctricas de tipo estática que se encargan de transformar el nivel de voltaje en otro, Son frecuentemente utilizados en transporte al elevar el nivel de voltaje permitiendo el transporte de energía pueda recorrer grandes distancias. En distribución ya que se necesita reducir la energía eléctrica para los usuarios finales, y tiene la ventaja de aislar un circuito eléctrico de forma magnética. (9)

A) Principio de funcionamiento

Gracias a la inducción electromagnética, en el primer devanado la energía eléctrica es convertida a magnetismo de tipo variable por la frecuencia de trabajo, en el segundo devano esta energía magnética pasa a convertirse en energía eléctrica manteniendo la frecuencia de origen.

B) Ley de lenz.

La ley de Lenz agrupa aquellos cambios físicos que se producen en el campo eléctrico al pasar corriente sobre un conductor eléctrico cambiando el sentido del flujo magnético, y además afirma que al someter a un voltaje a un alambre de cobre generan una fuerza electromotriz (FEM) , este genera un campo magnético que se opone al sentido de la corriente lo originó.

2.2.3. El transformador real

Como toda máquina no es 100% eficiente este tiene pérdidas para transmitir potencia y son de dos tipos: pérdidas en el núcleo (pérdidas por histéresis, corriente de Foucault) y pérdidas en el cobre (pérdidas producidas por efecto joule)(7)

A) Pérdidas en el núcleo

Además, conocidas como pérdida en el Hierro son aquellas pérdidas que se dan por la mutación de energía eléctrica a magnética y al revés, Esta se puede saber por medio de la prueba en vacío. Además, son la suma de las pérdidas por corriente histéresis y corrientes parasitarias corrientes Foucault.(5)

Corrientes de histéresis: la histéresis es la propiedad del material para conservar sus características físicas en otras palabras es la oposición, a comportarse con un efecto magnético. Para poder evitar estas pérdidas se lamina el núcleo del transformador con chapas de 0.35 mm y barnizadas para poder reducir este tipo de pérdidas.

Corrientes de Foucault: Esta corriente se produce por el cambio que produce un corriente alterna dentro de las chapas, cuando una corriente pasa a través de un conductor que envuelve un núcleo laminado se convierte en un electroimán. Y este electroimán, al momento que la corriente deja de para esta conserva el magnetismo que produjo conociendo como reluctancia magnética, y cuando ingresa la corriente en el otro sentido este genera un choque de campos magnéticos que genera un corriente, y este a su vez una pérdida de potencia, como en el Perú la frecuencia es de 60 Hz quiere decir que la corriente cambia de sentido 60 veces en un segundo, produciéndose pérdidas.(6)

B) Pérdidas en el cobre

Suma de aquellas potencia producidas por el efecto joule, dentro del transformador , tanto el bobinado primario como el secundario están compuestas por un alambre de cobre, como se sabe que ningún conductor por bueno que sea es 100% conductivo este tiene un resistencia , entonces el bobinado del primario y secundario tiene un resistencia, esta resistencia cuando funciona en condiciones normales al pasar la corriente consumira un voltaje , y una potencia , a esto se le considera perdida en el cobre .

Para poder determinar este valor el lado de alta o baja tensión se puede someter con un a un voltaje, y poner el otro lado en corto circuito,

y se instala un vatímetro que ayudara a la leer la pérdida en unidades de watts. Y esta corriente que pasa que se somete se le llama corriente de corto circuito. Y a la potencia de corto circuito. Que determina cuanto es la pérdida, se considera que el voltaje de corto circuito debe ser de 2- 12% el voltaje nominal.(9)

C) Ensayos en vacío del transformador

Consiste en alimentar el lado primario y el secundario en vacío y midiendo los parámetros. Esta prueba es un método muy utilizado, porque de ella se pueden obtener diferentes parámetros eléctricos del transformador, además ver las pérdidas producidas en el núcleo.

D) Ensayos en cortocircuito del transformador

Consiste en alimentar el lado primario con una tensión de 2% a 12% la tensión nominal y cortocircuitar el secundario(7)

E) Eficiencia en el transformador

También llamado rendimiento y se da de la diferencia de potencia de salida entre la potencia de entrada (7)

2.2.4. Cálculos de pérdidas

A) Cálculo de la tensión de cortocircuito de un transformador

$$U_{cc} = \frac{V_{1cc}}{V_{1n}} \times 100\% \quad (10)$$

B) Cálculo de las pérdidas en el cobre

$$P_{cc} = I_{cc} \times V_{cc} \quad (10)$$

C) Cálculo de las pérdidas en el núcleo

$$P_{\text{núcleo}} = V_n \times I_n \quad (7)$$

D) Corrientes de corto circuito en una falla

$$I_{cc} = P_{cc} / V_{cc} \quad (7)$$

E) Determinación de la eficiencia del transformador

$$N = P_{\text{salida}} / P_{\text{entrada}} \quad (7)$$

2.3. Definiciones de términos utilizados en la investigación:

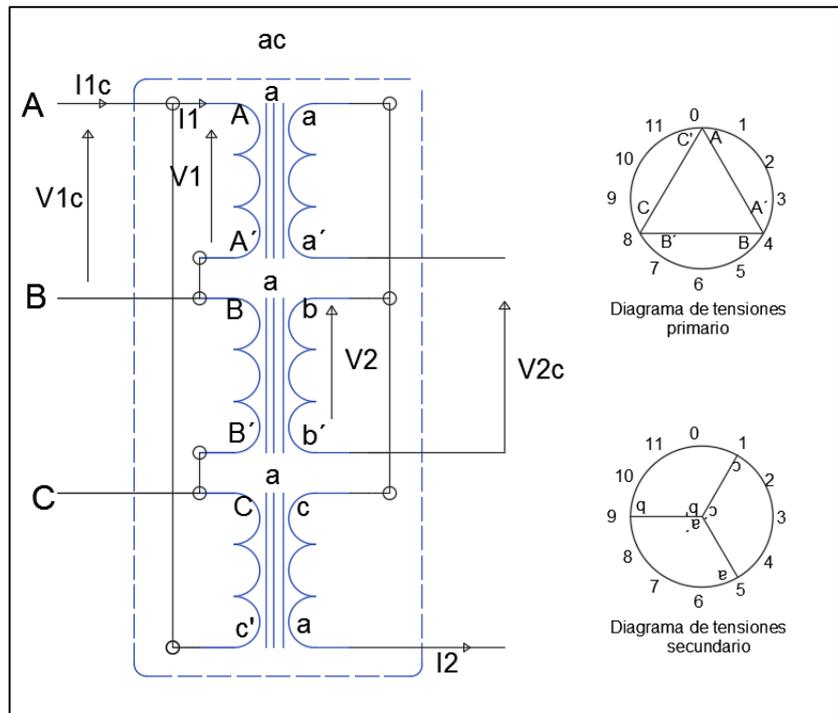
2.3.1. transformador de distribución dyn5 10 kv/380 + n

Los transformadores se definen como máquinas eléctricas de tipo estáticas, utilizadas para el transporte de energía, el transformar energía y aislar un sistema, no siempre es muy eficiente y se dice que $U_1 U_2 \approx I_1 I_2$ ($\varphi_1 \approx \varphi_2$) Donde: U_1, U_2 : Tensión nominal en el primer y segundo arrollamiento respectivamente I_1, I_2 : Corriente en el primer y segundo arrollamiento respectivamente(7)

2.3.1.1. Características

Es un transformador cuenta con el ya de alta en conexión Delta con un voltaje de 10KV, y el lado de Baja Tensión en conexión estrella con un índice horario de 150° de desfase y cuenta con un voltaje de 380/ 220 v, ya que cuenta un punto común.

Figura 4. Acoplamiento de Transformador Dyn5



Fuente: propia

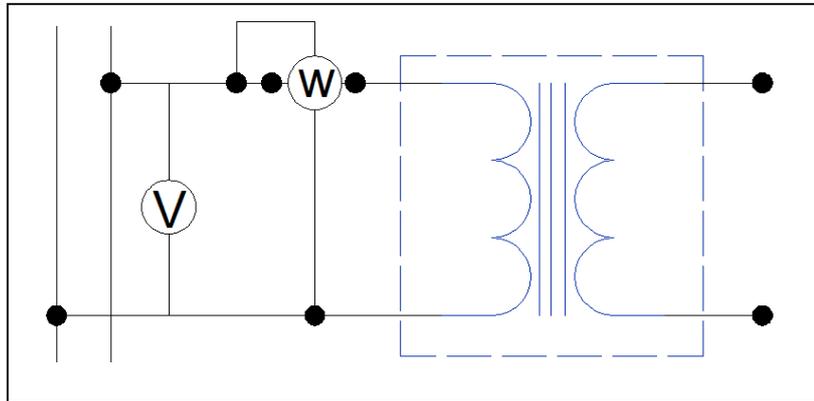
2.3.1.2. Normas de fabricación

Para poder garantizar el control de calidad en su proceso de fabricación del transformador de distribución existen varios tipos de normas IEC, ANSI, IEE, NEMA, etc. Pero los más utilizados para Perú son las siguientes normas IEC 60076 POWER TRANSFORMERS, NTP 370.002 TRANSFORMADORES DE POTENCIA. (3)

2.3.2. Prueba en vacío

Prueba en vacío, esta prueba es para poder determinar las pérdidas en núcleo, que son producidas por pérdidas de histéresis y corriente Foucault. consiste en dejar el lado de baja tensión o viceversa, los consumido por el vatímetro es la perdida.(6)

Figura 5. Prueba en vacío

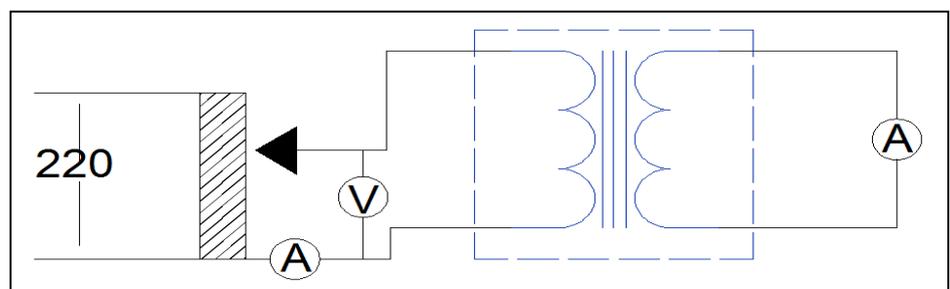


Fuente: propia

2.3.3. Prueba de corto circuito

Es aquella prueba para poder ver las pérdidas en el cobre, producidas por el efecto joule.(6)

Figura 6. Prueba en vacío



Fuente: propia

2.3.4. Protocolo de pruebas

Para poder garantizar que el producto esté en condiciones de operación se imprime un documento que especifica qué pruebas se realizaron en el transformador a este se le conoce como protocolo de pruebas. Las pruebas consisten básicamente en dos tipos de pruebas más importantes(6)

- Pruebas de Tipo.

Verifican características principales del transformador, por lo cual tendrá ser acreditadas por una entidad certificada en el país.

- Pruebas de Rutina

En estas pruebas por lo general deben realizarse lo siguiente: prueba de relación de transformación: se verifica la relación de transformación en cada uno de los taps, debe coincidir con la placa impresa y tiene que tener un error de relación +/- 5%.

- ✓ Medida de resistencia de los arrollamientos: estos se realizan en alta tensión y baja. Se mide entre Línea a línea (U-V, V-W, W-U).
- ✓ Medida de rigidez dieléctrica del aceite; como se sabe el aceite del transformador cumple la función de aislar y refrigerar, entonces tiene que tener una rigidez dieléctrica alta para poder trabajar adecuadamente.
- ✓ Prueba en vacío.
- ✓ Prueba de corto circuito.
- ✓ Medida de la resistencia de aislamiento: Con megometro
- ✓ Sobrecarga aplicada a frecuencia Industrial, el lado de Alta tensión y media con masa aplicado una sobre tensión por un corto periodo de tiempo y el la de alta y baja de la misma forma. Prueba de Fuente propia.

2.3.5. Consumo de energía eléctrica

El consumo de energía de un usuario, se refleja en un recibo de facturación de energía eléctrica dada por una empresa distribuidora, quien asigna un número de suministro y esta dependerá de la opción tarifaria que se encuentre el usuario, en este caso el SENATI cuenta con la opción tarifaria MT3, y la empresa distribuidora es Electrocentro S.A. y número de suministro n° 79673310.

Y también se debe considerar Horas Punta y fuera de punta, porque la facturación Energía Eléctrica de hora que consume.

- ✓ horas punta (entre las 18:00 – 23:00 horas)
- ✓ fuera de las horas punta (horas no comprendido en horas punta)

(Para mayor información sobre el costo de la energía eléctrica visitar la [siguiente página](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifarios-cliente-final.).
<http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifarios-cliente-final.>)

2.3.6. Tarifa eléctrica mt3

Las tarifas eléctricas son fijadas por la Comisión de Tarifas GART (Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria) del OSINERGMIN, quien aprueba las tarifas eléctricas, y según la resolución de consejo directivo organismo supervisor de la inversión en energía y minería OSINERGMIN n° 206-2013-OS/CD, que aprueba la norma “Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final”, vigente desde el 01 de noviembre de 2009. Se describe en el artículo 5° referente a MT3:(11)

Tabla 3.Opción Tarifaria, Sistema de Medición y Cargas de Facturación

Opción tarifaria	Sistema y parámetros de medición	Cargos de facturación
MT3	Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P) Energía: Punta y fuera de Punta Potencia: Máxima del mes Medición de energía reactiva Modalidad de facturación de potencia activa variable. Calificación de potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta	a)Cargo fijo mensual. b)Cargo por energía activa en horas de punta. c)Cargo por energía activa en horas fuera de punta d)Cargo por energía activa en horas fuera de punta e)Cargo potencia activa de generación f)Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución g)Cargo por energía reactiva

Fuente: Propia

- Consumo de energía activa

Según la norma n° 206-2013-OS/CD del OSINERGMIN “Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final”, Artículo 11°; La facturación por energía activa, se

obtiene de la multiplicación de la Energía activa expresado en Kilowatts-hora (Kw.h) por el respectivo cargo unitario, según corresponda el precio de la energía en horas de punta y fuera de punta en la barra equivalente de media tensión (S/./kW.h) .(11)

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

El método para alcanzar los objetivos y comprobar las hipótesis planteadas en el nivel de proyecto de la investigación es el estadístico descriptivo en relación a la población establecida compuesto por los recibos de energía eléctrica emitidos, y, de análisis de contenido en relación a los instrumentos se utiliza pruebas matemáticas de la ciencia eléctrica, así, correlacionando con la población la tesis establece y determina las pérdidas económicas, correspondiente al problema planteado. Siendo el alcance de la investigación explicativo causal, en relación a los resultados, porque se determina y explica por las causas develadas por el estudio de las pérdidas económicas implícitos en los recibos del gasto del consumo de energía eléctrica emitidos por ELECTROCENTRO.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación efectuado, conforme el sistema de constructos de la metodología de la investigación es el siguiente:

3.2.1. Enfoque de la Investigación.

El enfoque metodológico de la investigación corresponde al *cuantitativo – deductivo*, conforme a este enfoque se ha utilizado un marco teórico científico, en base a ello se ha planteado el problema, los objetivos, se ha deducido las hipótesis y se ha utilizado el método estadístico e instrumentos de análisis cuantitativos.

3.2.2. Tipo de Investigación.

La tesis ha concretado un tipo de investigación *no experimental*, por la estructura de las variables y el método de tratamiento de datos, no se ha efectuado pruebas experimentales, sino, sin afectar ni alterar el objeto se ha concretado los objetivos de la investigación.(12)

3.2.3. Alcance de la Investigación.

El nivel o alcance de la investigación corresponde al explicativo causal, sobre la base del ámbito de la ciencia aplicada. La tesis revela y explica el problema técnico de los transformadores eléctricos en el SENATI, por sus causas.

3.2.4. Clase de Investigación.

Por el periodo de tiempo de la investigación se debe considerar de clase transversal, es decir, los tres años asumidos para el estudio no lo hacen longitudinal, y se deben asumir como un corte en el tiempo, para la investigación. (12)

3.2.5. Método del tratamiento de la información.

La tesis, establecida la muestra estadística de la población, para el tratamiento de la información utiliza el método de análisis de contenido, mediante pruebas matemáticas.

El diseño de la investigación se expone en el siguiente cuadro:

Tabla 4. Diseño metodológico de la Investigación

No	Elemento del diseño	Elemento del diseño de la investigación
1	ENFOQUE METODOLÓGICO	<i>Deductivo – Cuantitativo</i> , por su marco teórico, hipótesis y método.
2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	<i>No experimental</i> , no afecta el objeto, y no realiza programas experimentales en su objeto.
3	ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	Su nivel alcanzado es Explicativo Causal, explica mediante la ciencia aplicada, las causas del problema,
4	CLASE DE INVESTIGACIÓN	Por el periodo de tiempo del estudio se considera un <i>corte transversal</i> en el objeto.
5	MÉTODO DEL TRATAMIENTO DE LOS DATOS	Corresponde al análisis de contenido, mediante instrumentos matemáticos de medición.

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población y muestra

La población de la investigación se establece en base al criterio del gasto de la energía eléctrica por la institución objeto del estudio el SENATI, en correlación con el criterio tiempo, en unidades mensuales, que corresponde a los cobros por consumo de energía eléctrica de la empresa ELECTROCENTRO.

Para efectos de estos criterios se establece como base para el gasto y las unidades de tiempo, la energía eléctrica del transformador de potencia de la SS.EE. del SENATI Huancayo, Marca FASETRON, tipo BAT500K0 de 500KVA, y sistema 10kV/0.38kV + N ubicada en Jr. Los conquistadores N° 1320 del distrito de el tambo, provincia de Huancayo, con el código de suministro 79673310 de la empresa distribuidora ELECTROCENTRO S.A., tipo de tarifa MT3. En base a estos criterios

se establece la población en general de la investigación, la población objetivo de la investigación, la muestra de la población y las unidades de análisis.

El siguiente cuadro expresa la población en general de la investigación

Tabla 5. Población de la Investigación

Número de recibos de consumo de energía	Periodicidad mensual de la medición del consumo	Cantidad del consumo energía eléctrica en unidades de kwh	Cantidad del costo económico del consumo de energía en soles,
Emitidos por la empresa Electrocentro	Periodo de la investigación 2 años	Cantidad de consumo en el periodo de la investigación.	Cantidad del costo económico en soles del consumo de energía en el periodo de estudio

Fuente: Propia

3.3.1. Población Objetivo de la Investigación.

La población objetivo de la investigación, representada en los recibos de suministro de la empresa de ELECTROCENTRO al SENATI sede Huancayo. se constituye conforme los siguientes criterios de exclusión e inclusión. El criterio de exclusión es del tiempo y facturación no comprendida en el periodo de tiempo determinado por el estudio, así, todo el tiempo en sus unidades mensuales que no se incluyen en el periodo de la investigación quedan excluidos, El criterio de inclusión es el tiempo de consumo de la energía eléctrica por SENATI, sede Huancayo, y su costo expresado en la facturación mensual por la empresa ELECTROCENTRO. Los siguientes cuadros exponen la población objetivo:

Tabla 6. Población de la Investigación en base a Consumo en cantidad mensual o por mes de energía

N o	Periodo 2017	PHP consumo (KW)	PHF consumo (KW)	EAT consumo (KW-H)	ER consumo (KVAr -H)	Demanda energética S (KVA-h)
--------	-----------------	------------------------	------------------------	--------------------------	----------------------------	------------------------------------

1	2017/1	16.6363	15.8182	4,254.5412	2,454.5430	4,911.8125
2	2017/2	40.3636	43.0909	8,209.0827	5,945.4486	10,135.9458
3	2017/3	48.0000	48.0000	11,972.7153	8,318.1735	14,578.6804
4	2017/4	45.8181	44.1818	9,409.0815	7,336.3563	11,931.1751
5	2017/5	48.0000	45.2727	11,154.5343	8,236.3554	13,865.8280
6	2017/6	47.7272	45.8181	10,609.0803	7,936.3557	13,249.0878
7	2017/7	39.8181	33.0000	5,836.3578	3,490.9056	6,800.6981
8	2017/8	43.0909	42.5454	10,118.1717	7,281.8109	12,466.0406
9	2017/9	46.6363	40.3636	10,090.8990	7,499.9925	12,572.8330
10	2017/10	49.6363	45.2727	10,009.0809	7,663.6287	12,606.0662
11	2017/11	56.1818	53.1818	9,927.2628	8,372.7189	12,986.6458
12	2017/12	52.9090	50.1818	6,190.9029	5,181.8130	8,073.3181
TOTALES		534.8176	506.7270	107,781.7104	79,718.1021	134,178.1313

Fuente: Propia

Tabla 7. Población objetivo de la investigación Año 2017, en base al consumo recibos costo económico mensual

No	Periodo 2017	Energía actv.	Energía activa	Energía reactiva	Otros gastos, alumbrado público, IGV, costo de generación	Total recibo
1	2017 /1	S/200.34	S/294.94	S/73.25	S/2,441.67	S/3,010.20
2	2017/2	S/321.36	S/883.91	S/138.97	S/3,573.06	S/4,917.30
3	2017/3	S/617.44	S/1,306.86	S/179.20	S/4,073.60	S/6,177.10

4	2017/4	S/601.64	S/1,306.36	S/196.69	S/3,277.91	S/5,382.60
5	2017/5	S/601.64	S/1,306.36	S/196.69	S/3,461.91	S/5,566.60
6	2017/6	S/314.57	S/1,270.69	S/77.39	S/2,837.30	S/4,499.95
7	2017/7	S/500.50	S/1,749.48	S/229.50	S/3,361.72	S/5,841.20
8	2017/8	S/582.86	S/1,744.20	S/182.44	S/3,665.60	S/6,175.10
9	2017/9	S/557.75	S/1,950.87	S/226.15	S/4,011.43	S/6,746.20
10	2017/10	S/537.84	S/1,912.94	S/212.34	S/3,945.88	S/6,609.00
11	2017/11	S/422.97	S/1,530.45	S/182.56	S/3,673.32	S/5,809.30
12	2017/12	S/204.12	S/718.00	S/66.69	S/1,677.19	S/2,666.00
	TOTALES	S/5,463.03	S/15,975.06	S/1,961.87	S/40,000.59	S/63,400.55

Fuente: Propia

3.3.2. Población y Muestra.

Siendo la población el consumo de la Energía Eléctrica del transformador de potencia de la Subestación del SENATI sede Huancayo, determinada en unidades de consumo mensual, expresados en las facturas de consumo de energía eléctrica emitidas por la empresa distribuidora ELECTROCENTRO. Al determinar a cada mes de consumo como una unidad de la población, por dar el número relativamente pequeño de la población compuesta de 12 unidades, correspondiente al año 2017, no ha sido necesario determinar una muestra estadística, tampoco una selección aleatoria del tamaño de la muestra. De tal modo que la investigación asume el 100 % de la población.

3.3.3. Unidad de Análisis de la Población

La unidad de observación es SS.EE. del SENATI Huancayo, con características del transformador de potencia es de 500 KVA, y sistema 10kV/0.38kV + N y está ubicada en Jr. Los conquistadores N° 1320 del distrito de el tambo, provincia de Huancayo. Cuenta con el código de suministro 79673310 de la empresa distribuidora ELECTROCENTRO S.A., tipo de tarifa MT3 .

3.4. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos

3.4.1. Técnicas de Recolección de datos

Los datos requeridos por la investigación se han obtenido recopilando los recibos o facturas emitidas por la empresa de ELECTROCENTRO a SENATI sede Huancayo, organizando por meses su contenido, conforme los requerimientos de la investigación, en matrices correlativas.

3.4.2. Instrumento Para Recolección de Datos

La recolección de los datos ha requerido de un instrumento consistente en un cuestionario con preguntas cerradas, para obtener datos duros, a la población de la investigación, es decir, a las 12 unidades de análisis, correspondientes a cada mes, desde enero hasta diciembre del año 2017, en cada recibo emitido por la empresa ELECTROCENTRO, a la institución de SENATI sede Huancayo, por consumo de energía eléctrica, a cada unidad, Ver anexo figura 21.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Premisas

A) El SENATI y su sede de Huancayo

El servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial, es una institución superior de formación profesional y capacitación para la industria, El SENATI se fundó en 1961, por la sociedad nacional de industrias, y desde entonces contribuye con el país formando y capacitando jóvenes que contribuyen a la sociedad.

SENATI cuenta con 83 Sede, entre centro de formación Profesional (CFP) y unidades de capacitación Profesional (UCP) en todo el país, siendo El SENATI CFP HUANCAYO, uno de los centros profesionales ubicada en la ciudad de Huancayo. Ubicada en el Jr. Las violetas N°- El tambo

Tabla 8. Información del SENATI

RUC	20131376503
Razón social	SERVIC NAC DE ADIESTRAM EN TRABAJ INDUST
Nombre comercial	SENATI
Condición	Activo
Actividad comercial Principal	Enseñanza superior
Ciiu	80309

Fuente: SENATI (2018)

B) Premisas El Transformador de Potencia del SENATI

El SENATI contaba tiene una subestación de 500 KVA 10/0.38-0.23 KV y, ingresando en funcionamiento el 16/12/15.

Tabla 9. Datos del Transformador de potencia del SENATI

N°	Características	Unidad	Valor
1.0	Datos generales		
1.1	Fabricante		FASETRON - BAT500K0
1.3	Número de arrollamientos		2
1.4	Altitud de instalación	msnm	3200
2.0	Datos nominales y características		
2.1	Frecuencia nominal	Hz	60
2.2	Potencia nominal ONAN	KVA	500
2.3	Alta tensión nominal en vacío	KV	10+-2X2.5%
2.4	Baja tensión nominal en vacío	KV	0.400 – 0.230
2.5	Nivel de aislamiento alta tensión		

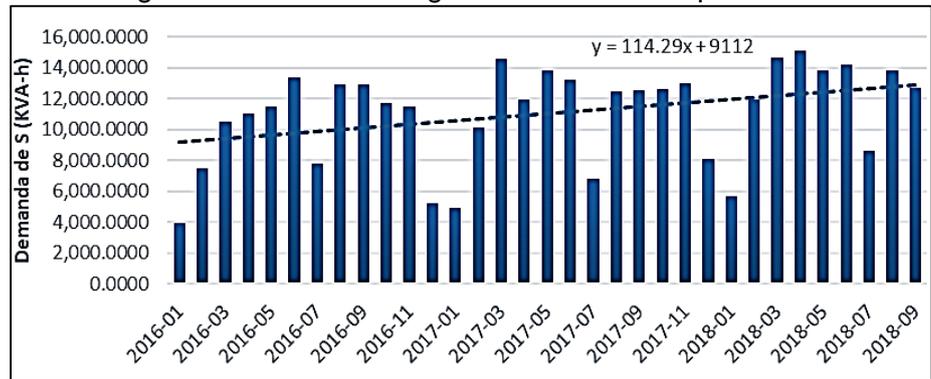
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 del aislamiento externo	Kvp	150
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 del aislamiento interno	Kvp	125
	- Tensión de sostenimiento externa a la frecuencia industrial	Kv	50
	- Tensión de sostenimiento interno a la frecuencia industrial	Kv	40
2.6	Nivel de aislamiento baja tensión y neutro		
	- Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial	Kv	40
	- Número de bornes	U	3
2.7	Grupo de conexión		Dyn5
2.8	Tensión de corto circuito a 75° c	%	4,0
2.9	Longitud mínima de la línea de fuga del aislador pasatapas de alta tensión (fase-tierra)	mm	625

Fuente. Elaboración propia

C) Premisas: El Sobredimensionamiento del Transformador de Potencia del SENATI

En este punto se pretende describir la Estimación de la demanda en base al pronóstico adecuado, se demuestra el sobre dimensionamiento del transformador y se calcula transformador adecuado según los datos históricos.(9)

Figura 7. Demanda Energética de Potencia Aparente



Fuente: propia

El SENATI desde su remodelación de la subestación ha crecido su demanda energética a medida que aumenta la población, tiene una línea de tendencia de tipo lineal.

$$y = 114.29x + 9112$$

Se puede deducir que tiene un crecimiento mensual del 1.23874277%, y un crecimiento anual de 14.86491 %

En función a la máxima demanda aparente de potencia instalada registrada por el analizador, se proyecta los 20 años, teniendo una proyección de:

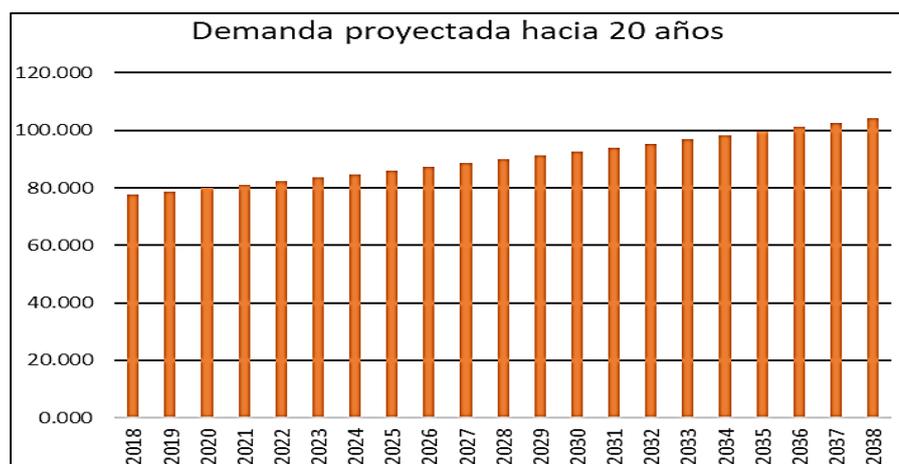
Tabla 10. Demanda Proyectada hacia 20 años

	año	Demanda proyectada
1	2018	77.590
2	2019	78.743
3	2020	79.914
4	2021	81.102
5	2022	82.307
6	2023	83.531
7	2024	84.773
8	2025	86.033
9	2026	87.312
10	2027	88.609
11	2028	89.927
12	2029	91.263
13	2030	92.620
14	2031	93.997
15	2032	95.394

16	2033	96.812
17	2034	98.251
18	2035	99.712
19	2036	101.194
20	2037	102.698
21	2038	104.225

Fuente: Propia

Figura 8.Demanda Proyectada hacia 20 años



Fuente: Propia

Teniendo una demanda máxima en el 2038 de 104.225 KVA

Sobredimensionado un 30% por seguridad y pérdidas en el núcleo.

$$PT = 1.3 \times 104.225 = 135.4925$$

Conclusión el transformador requerido debería haber sido un transformador de 160 KVA como contaba anteriormente

D) Premisas protocolo de pruebas del transformador:

El protocolo de pruebas fue llevado a cabo en los laboratorios de FASETRON S.R.L. acorde a las Normas de construcción

empleadas IEC - 76 ITINTEC 370.002(Diseño, fabricación, y prueba).
Teniendo como datos del protocolo de pruebas en la figura 16.

Como ya sabemos que un transformador tiene 2 tipos de pérdidas más resaltantes: Pérdidas en el núcleo y pérdidas en el cobre.

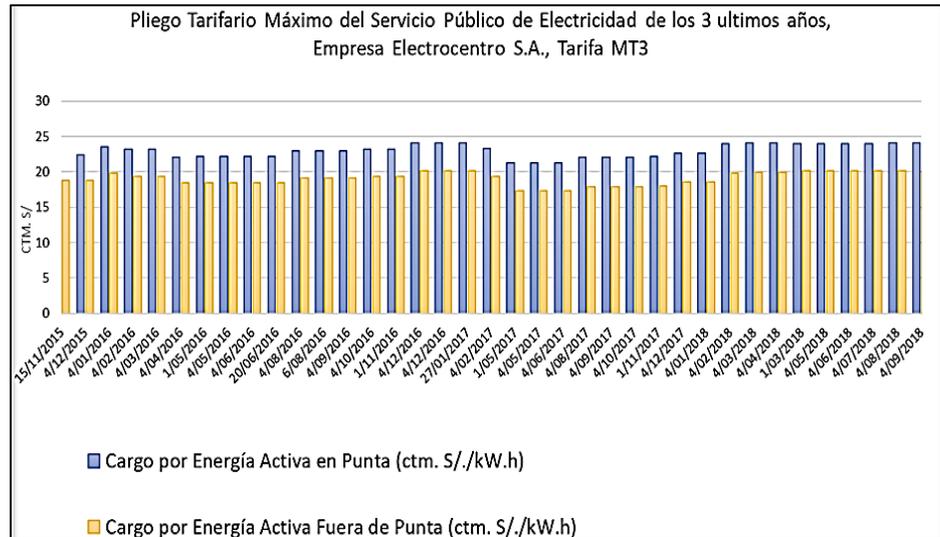
Para las pérdidas en el núcleo se realizó la prueba de vacío según el protocolo de pruebas se determinó su prueba en vacío alimentado por el lado de baja tensión 230 voltios y a una frecuencia de 60 Hz dando como resultado una pérdida de 1025 watts por pérdidas de Histéresis y corrientes parasitarias o Foucault.

Para las pérdidas de Corto circuito o también conocido como pérdidas por efecto joule. Se sometió el transformador según el protocolo de pruebas a una tensión de cortocircuito de 3.80% está de dentro del margen permitido que es de 2 - 12%. Obteniendo una pérdida a 20 C° de 7852 w. y se considerará este dato por esta tensión de trabajo a temperatura ambiente.

E) Premisas Costo de facturación

El costo de la energía Activa en los últimos años para la tarifa MT3, de la empresa distribuidor ELECTROCENTRO S.A. hasta el 04/09/2018 se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 9. Pliego Tarifario



Fuente: Propia

Siendo el Cargo promedio de Energía Activa en Punta (ctm. S./kW.h) de 22.97 S./Kw.h,

Y el Cargo por promedio de Energía Activa Fuera de Punta (ctm. S./kW.h) de 19.08 S./Kw.h,

4.1.2. Resultados en Relación a los Objetivos

4.1.2.1. Resultados en Relación al Objetivo General.

El objetivo general fue planteado en términos de:

Determinar y cuantificar las pérdidas que se están produciendo por el transformador de 500 KVA, en el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución.

Realizada la investigación este objetivo se ha concretado con los siguientes resultados.

A) Calculo total de la pérdida en el transformador de 500 KVA:

Para el cálculo de las pérdidas el transformador de 500 KVA viene hacer la suma de las pérdidas totales del cobre más el total de pérdidas del núcleo.(9)

$$P_{transformador} = \text{pérdidas}_{Fe} + \text{perdicas}_{Cu\ Total}$$

$$P_{transformador} = 1025\ w + 145.3\ w$$

$$P_{transformador} = 1170.3\ w = 1.170.3\ kw$$

B) La pérdida del transformador de 500 KVA en soles:

Se calcula la energía mensual (Kw.h) con la siguiente fórmula, el tiempo tiene que estar expresado en horas al mes.

$$E = P \times t$$

Pero también se considera la Energía en horas punta y fuera de punta entonces:

$$E_{Pérdida\ total-mensual} = E_{Pérdida\ HP-mensual} + E_{Pérdida\ HFP-mensual}$$

$$\text{Hora punta (18:00 pm - 23:00 pm)} = 5\ \text{horas}$$

$$\text{Horas fuera de punta} = 19\ \text{horas}$$

$$E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)} = P_{total\ Pérdida\ (Kw)} \times 5$$

$$E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)} = 1.1703 \times 5 \\ = 5.8515\ Kw - h\ (\text{diario})$$

$$E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)} = P_{total\ Pérdida\ (Kw)} \times 19$$

$$E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)} = 1.025\ Kw \times 19 \\ = 19.475\ Kw - h\ (\text{diario})$$

Costo total de pérdidas del núcleo en soles en un día:

$$C_T = C_U \times E$$

$$C_{u\ HP} = 0.2227\ \text{Soles por Kw}$$

$$C_{u\ HFP} = 0.1908 \text{ Soles por Kw}$$

$$C_T = C_{Total\ HP} + C_{Total\ HFP}$$

$$C_T = C_{u\ HP} \times E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)}$$

$$+ C_{u\ HFP} \times E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)}$$

$$C_T = 0.2227 \times 5.582 (Kw - h) + 0.1908 \times 22.2357 (Kw - h)$$

$$C_T = S/. 5.486$$

Por lo tanto:

$$Pérdidas\ en\ un\ día = S/. 5.486$$

$$Pérdidas\ en\ un\ mes = S/. 164.571$$

$$Pérdidas\ en\ un\ año = S/. 1974.85$$

C) La pérdida del núcleo incidencia en la facturación de energía eléctrica 2017:

Se analizó todo el periodo 2017 teniendo una incidencia de 3.11 % por pérdidas en el núcleo sobre la facturación.

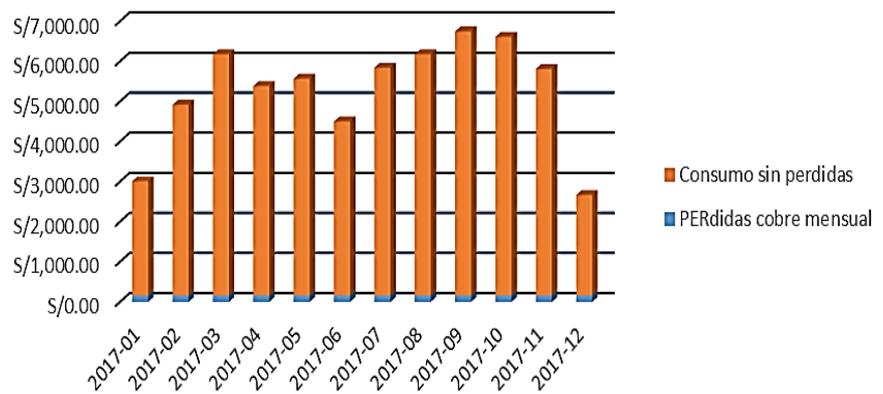
Tabla 11. Pérdidas del Núcleo

PERIODO	Total Recibo	Pérdidas cobre mensual	Consumo sin pérdidas	Porcentaje de Incidencia
2017-01	S/3,010.20	S/164.57	S/2,845.63	5.47%
2017-02	S/4,917.30	S/164.57	S/4,752.73	3.35%
2017-03	S/6,177.10	S/164.57	S/6,012.53	2.66%
2017-04	S/5,382.60	S/164.57	S/5,218.03	3.06%
2017-05	S/5,566.60	S/164.57	S/5,402.03	2.96%
2017-06	S/4,499.95	S/164.57	S/4,335.38	3.66%
2017-07	S/5,841.20	S/164.57	S/5,676.63	2.82%

2017-08	S/6,175.10	S/164.57	S/6,010.53	2.67%
2017-09	S/6,746.20	S/164.57	S/6,581.63	2.44%
2017-10	S/6,609.00	S/164.57	S/6,444.43	2.49%
2017-11	S/5,809.30	S/164.57	S/5,644.73	2.83%
2017-12	S/2,666.00	S/164.57	S/2,501.43	6.17%
TOTAL	S/63,400.55	S/1,974.85	S/61,425.70	3.11%

Fuente: Propia

Figura 10. Incidencia en las de pérdidas en costo de facturación eléctrica 2017



Fuente: Propia

4.1.2.2. Resultados en Relación al Objetivo Específico 1.

El objetivo específico 1 plantea:

Determinar y cuantificar las pérdidas que se están produciendo en el núcleo del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución.

Efectuada la investigación este objetivo específico 1 se ha concretado con los siguientes resultados.

A) Calculo total de la pérdida en del núcleo:

Como hemos visto anteriormente según el protocolo de pruebas las perdidas en el núcleo son de 1025 w

$$perdidas_{Fe} = 1025 w = 1.025 KW$$

B) La pérdida del núcleo en soles:

Se calcula la energía mensual (Kw.h) con la siguiente fórmula, el tiempo tiene que estar expresado en horas al mes.

$$E = P \times t$$

Pero también se considera la Energía en horas punta y fuera de punta entonces:

$$E_{Pérdida\ total-mensual} = E_{Pérdida\ HP-mensual} + E_{Pérdida\ HFP-mensual}$$

$$Hora\ punta\ (18:00\ pm - 23:00\ pm) = 5\ horas$$

$$Horas\ fuera\ de\ punta = 19\ horas$$

$$E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)} = P_{total\ Pérdida\ (Kw)} \times 5$$

$$E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)} = 1.025 \times 5 \\ = 5.125\ Kw - h\ (diario)$$

$$E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)} = P_{total\ Pérdida\ (Kw)} \times 19$$

$$E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)} = 1.025\ Kw \times 19 \\ = 19.475\ Kw - h\ (diario)$$

Costo total de pérdidas del núcleo en soles en un día:

$$C_T = C_U \times E$$

$$C_{u\ HP} = 0.2227\ Soles\ por\ Kw$$

$$C_{u\ HFP} = 0.1908\ Soles\ por\ Kw$$

$$C_T = C_{Total\ HP} + C_{Total\ HFP}$$

$$C_T = C_{u\ HP} \times E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)} + C_{u\ HFP} \times E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)}$$

$$C_T = 0.2227 \times 5.125 (Kw - h) + 0.1908 \times 19.475 (Kw - h)$$

$$C_T = S/. 4.857$$

Por lo tanto:

$$Pérdidas\ en\ un\ día = S/. 4.857$$

$$Pérdidas\ en\ un\ mes = S/. 145.71$$

$$Pérdidas\ en\ un\ año = S/. 1772.805$$

C) La pérdida del núcleo incidencia en la facturación de energía eléctrica 2017:

Se analizó todo el periodo 2017 teniendo una incidencia de 2.76 % por pérdidas en el núcleo sobre la facturación.

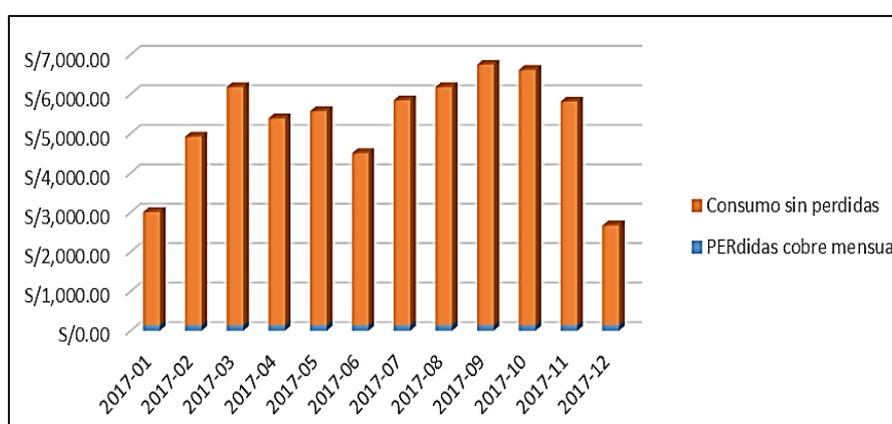
Tabla 12. Pérdidas del Núcleo

PERIODO	Total Recibo	Pérdidas Núcleo mensual	Consumo sin pérdidas	Porcentaje de Incidencia
2017-01	S/3,010.20	S/145.71	S/2,864.49	4.84%
2017-02	S/4,917.30	S/145.71	S/4,771.59	2.96%
2017-03	S/6,177.10	S/145.71	S/6,031.39	2.36%
2017-04	S/5,382.60	S/145.71	S/5,236.89	2.71%
2017-05	S/5,566.60	S/145.71	S/5,420.89	2.62%
2017-06	S/4,499.95	S/145.71	S/4,354.24	3.24%
2017-07	S/5,841.20	S/145.71	S/5,695.49	2.49%
2017-08	S/6,175.10	S/145.71	S/6,029.39	2.36%
2017-09	S/6,746.20	S/145.71	S/6,600.49	2.16%

2017-10	S/6,609.00	S/145.71	S/6,463.29	2.20%
2017-11	S/5,809.30	S/145.71	S/5,663.59	2.51%
2017-12	S/2,666.00	S/145.71	S/2,520.29	5.47%
TOTAL	S/63,400.55	S/1,748.52	S/61,652.03	2.76%

Fuente: Propia

Figura 11. Incidencias de pérdidas en el Núcleo en el costo de facturación eléctrica 2017



Fuente: Propia

4.1.2.3. Resultados en Relación al Objetivo Específico 2.

Por último, el objetivo específico 2, que es: *Determinar y cuantificar las pérdidas producidas en el cobre del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución.* Llevado a efecto la investigación, este objetivo se concreta con los siguientes resultados:

A) Calculo total de la pérdida en del cobre:

Son casi relevantes por ser multiplicado por índice de la carga

$$perdicas_{Cu\ Total} = perdicas_{Cu} * \left(\left(\frac{P_{carga}}{S_{total\ del\ trafa} \cdot F.P.} \right)^2 \right)$$

Como hemos visto anteriormente según el protocolo de pruebas las pérdidas en el cobre son de 7852 w, pero cabe recalcar que estas pérdidas se producen cuando el transformador está al 100% de carga y con una temperatura ambiente de 20 °C

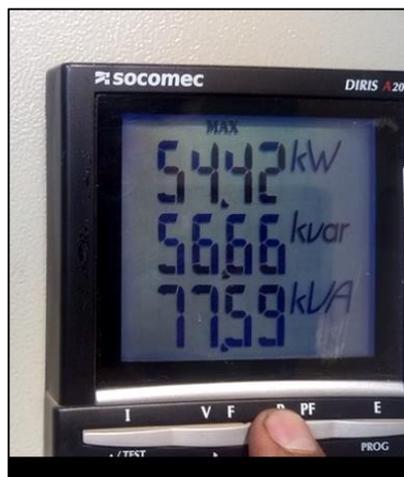
Y según la siguiente imagen tomada el día 25 de setiembre del 2018, el analizador solo detecto máximos valores desde que la sub estación ingreso en funcionamiento el 16/12/15. Solo registro:

$$P_{max\ de\ carga} = 54,42\ Kw\ (Registrada\ por\ el\ analizador)$$

$$S_{max\ de\ carga} = 77,59\ Kva\ (Registrada\ por\ el\ analizador)$$

Eso quiere decir que como máximo solo está trabajando al 15.5 %, entonces sus pérdidas serán mínimas

Figura 12. Fotografía de analizador de redes de la subestación del SENATI CFP HUANCAYO



Fuente: Propia

Cálculo de las pérdidas del cobre: suponiendo que esté trabajando con su carga máxima, cabe recalcar que el SENATI es un Instituto donde las cargas es variable, por ejemplo, en la

noche, y domingo la carga es demasiado baja, por no se trabaja en la madrugada, y los domingos, es mínimo los estudiantes que asisten.

$$perdicas_{Cu\ Total} = perdicas_{Cu} * \left(\left(\frac{P_{carga\ max}}{S_{total\ del\ trafa} \times F.P} \right)^2 \right)$$

$$perdicas_{Cu\ Total} = 7852\ w * \left(\left(\frac{54.42\ Kw}{500\ Kva \times 0.8} \right)^2 \right)$$

$$perdicas_{Cu\ Total} = 145.3373\ w = 0.14534\ KW$$

(A su potencia máxima instalada)

B) La pérdida del cobre en soles:

Se calcula la energía mensual (Kw.h) con la siguiente fórmula, el tiempo tiene que estar expresado en horas al mes.

$$E = P \times t$$

Pero también se considera la Energía en horas punta y fuera de punta entonces:

$$E_{Pérdida\ total-mensual} = E_{Pérdida\ HP-mensual} + E_{Pérdida\ HFP-mensual}$$

$$Hora\ punta\ (18:00\ pm - 23:00\ pm) = 5\ horas$$

$$Horas\ fuera\ de\ punta = 19\ horas$$

$$E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)} = P_{total\ Pérdida\ (Kw)} \times 5$$

$$E_{Pérdida\ HP-mensual(Kw-h)} = 0.14534 \times 5 \\ = 0.7267\ Kw - h\ (diario)$$

$$E_{Pérdida\ HFP-mensual(Kw-h)} = P_{total\ Pérdida\ (Kw)} \times 19$$

$$E_{P\acute{e}rdida\ HFP-mensual(KW-h)} = 0.14534\ Kw \times 19$$

$$= 2.7615\ Kw - h\ (diario)$$

Costo total de p\eridas del cobre en soles en un d\ia:

$$C_T = C_U \times E$$

$$C_{u\ HP} = 0.2227\ Soles\ por\ Kw$$

$$C_{u\ HFP} = 0.1908\ Soles\ por\ Kw$$

$$C_T = C_{Total\ HP} + C_{Total\ HFP}$$

$$C_T = C_{u\ HP} \times E_{P\acute{e}rdida\ HP-mensual(KW-h)}$$

$$+ C_{u\ HFP} \times E_{P\acute{e}rdida\ HP-mensual(KW-h)}$$

$$C_T = 0.2227 \times 0.7267(KW - h) + 0.1908 \times 2.7615 (KW - h)$$

$$C_T = S/. 4.857$$

Por lo tanto:

$$P\acute{e}rdidas\ en\ un\ dia = S/. 0.69$$

$$P\acute{e}rdidas\ en\ un\ mes = S/. 20.6619$$

$$P\acute{e}rdidas\ en\ un\ a\~{n}o = S/. 247.9428$$

C) La p\erida del cobre incidencia en la facturaci\on de energ\ia el\ectrica 2017:

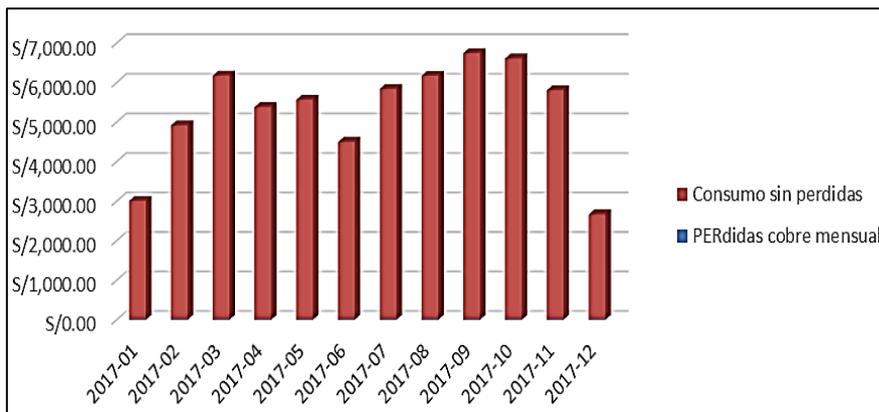
Se analiz\o todo el periodo 2017 teniendo una incidencia de 0.39% por p\eridas en el cobre lo que se considera no relevante.

Tabla 13. Incidencia de las pérdidas en el cobre sobre la facturación eléctrica 2017

Periodo	Total Recibo	Pérdidas cobre mensual	Consumo sin pérdidas	Porcentaje de Incidencia
2017-01	S/3,010.20	S/20.66	S/2,989.54	0.69%
2017-02	S/4,917.30	S/20.66	S/4,896.64	0.42%
2017-03	S/6,177.10	S/20.66	S/6,156.44	0.33%
2017-04	S/5,382.60	S/20.66	S/5,361.94	0.38%
2017-05	S/5,566.60	S/20.66	S/5,545.94	0.37%
2017-06	S/4,499.95	S/20.66	S/4,479.29	0.46%
2017-07	S/5,841.20	S/20.66	S/5,820.54	0.35%
2017-08	S/6,175.10	S/20.66	S/6,154.44	0.33%
2017-09	S/6,746.20	S/20.66	S/6,725.54	0.31%
2017-10	S/6,609.00	S/20.66	S/6,588.34	0.31%
2017-11	S/5,809.30	S/20.66	S/5,788.64	0.36%
2017-12	S/2,666.00	S/20.66	S/2,645.34	0.77%
TOTAL	S/63,400.55	S/247.92	S/63,152.63	0.39%

Fuente: Propia

Figura 13. Incidencias de la pérdidas en el Cobre de facturación eléctrica 2017



Fuente: Propia

4.1.3. Resultados en Relación a la Comprobación de las Hipótesis.

La investigación elaboró una Hipótesis General una Hipótesis específica, en correlación con los objetivos planteados, que se comprueban, conforme su estructura de variables de carácter causal.

4.1.3.1. Resultados en Relación a la Comprobación de las Hipótesis General.

La Hipótesis General se formuló en los siguientes términos:

La determinación y cuantificación de las pérdidas que se producen por el transformador de 500 KVA, en el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en la sede de Huancayo, se alcanza mediante protocolo de prueba que determinará que hay una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica, que se develará en la facturación del pago por energía eléctrica a ELECTROCENTRO por SENATI.

Para efectos de probar la Hipótesis General se ha formulado acorde a su estructura de variables tal como se expone:

El protocolo de prueba, que determinará que hay una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica. (X), permite la cuantificación de las pérdidas que se producen por el transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI (Y1), que se manifiesta en la facturación de energía eléctrica emitida por ELECTROCENTRO a la institución (Y2).

Conforme esta estructura de las variables la comprobación de (X), que actúa como causa, va dar por resultados (Y1) y (Y2), que son los efectos, las pérdidas en el transformador y su manifestación en la facturación. La ejecución de (X), del protocolo de prueba va dar el conocimiento de las pérdidas señaladas.

Comprobación de la variable independiente (X), protocolo de prueba, mediante ecuaciones:

$$X1 \Rightarrow Y1, Y2$$

Se desarrolla:

(X1) El protocolo de pruebas determina y comprueba que hay una incidencia de 3.11% que afecta la facturación de energía eléctrica.

(Y1) Va dar como resultados que hay una pérdida en el transformador de 500 KVA en horas punta de 5.582 Kw-h (diario) fuera de punta 22.2357 Kw-h (diario), producida por el sobre dimensionamiento de uso del SENATI.

(Y2) Se manifiesta con una pérdida diaria de S/. 5.486, una pérdida mensual de S/. 164.571 y una pérdida en un año de S/. 1974.85.

Y con ello la Hipótesis General se prueba y también comprueba.

4.1.3.2. Resultados en Relación a la Comprobación de las Hipótesis Específica 1.

La Hipótesis Específica se formuló en los siguientes términos:

La determinación y cuantificación de las pérdidas que se están produciendo en el núcleo del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, se obtendrán mediante protocolo de prueba que aplicó la prueba en vacío y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución, y se manifestará en la facturación de energía a la institución.

Para comprobar la Hipótesis Específica, se ha reformulado conforme a la estructura de variables tal como se expone:

El protocolo de prueba, que aplicó la prueba en vacío y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución (X), logra, cuantificar las pérdidas que se están produciendo en el núcleo del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI (Y1), se manifiestan, La facturación de energía eléctrica de ELECTROCENTRO a la institución (Y2)

Comprobación de la variable independiente (X) de la Hipótesis Específica, protocolo de prueba en vacío, mediante ecuaciones:

$$X1 \Rightarrow Y1, Y2$$

Se desarrolla:

(X1) El protocolo de pruebas que aplicó la prueba en vacío determina y comprueba que hay una incidencia de 2.76 % que afecta la facturación de energía eléctrica.

(Y1) Va dar como resultados que hay una pérdida en el transformador de 500 KVA en horas punta de 5.125 Kw-h (diario) fuera de punta 19.476 Kw-h (diario), producida por el sobre dimensionamiento de uso del SENATI

(Y2) Se manifiesta con una pérdida diaria de S/. 4.857, una pérdida mensual de S/. 145.71 y una pérdida en un año de S/. 1772.805.

Y con ello la Hipótesis General se prueba y también comprueba.

4.1.3.3. Resultados en Relación a la Comprobación de las Hipótesis Específica 2.

La Hipótesis Específica se formuló en los siguientes términos:

La determinación y cuantificación de las pérdidas que se están produciendo en el cobre del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, se obtendrán mediante protocolo de prueba que aplicó la prueba en corto circuito y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución, y se manifestará en la facturación de energía a la institución.

Para comprobar la Hipótesis Específica, se ha reformulado conforme a la estructura de variables tal como se expone:

El protocolo de prueba, que aplicó la prueba en corto y determinará que una incidencia que afecta la facturación de energía eléctrica a la institución (X), logra, cuantificar las pérdidas que se están produciendo en el cobre del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI (Y1), se manifiestan, La facturación de energía eléctrica de ELECTROCENTRO a la institución (Y2)

Comprobación de la variable independiente (X) de la Hipótesis Específica, protocolo de prueba en vacío, mediante ecuaciones:

$$X1 \Rightarrow Y1, Y2$$

Se desarrolla:

(X1) El protocolo de pruebas determina y comprueba que hay una incidencia de 0.39% que afecta la facturación de energía eléctrica. Pero es mínima y casi despreciable

(Y1) Va dar como resultados que hay una pérdida en el transformador de 500 KVA en horas punta de 0.7267 Kw-h (diario) fuera de punta 2.7615 Kw-h (diario), producida por el sobre dimensionamiento de uso del SENATI

(Y2) Se manifiesta con una pérdida diaria de S/. 0.69, una pérdida mensual de S/. 20.6619 y una pérdida en un año de S/. 247.9428

Y con ello la Hipótesis Específica 2 no se prueba. Ya que las pérdidas son mínimas y casi despreciables, y no inciden como se tenía previsto.

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Discusión de Resultados en Relación a los Objetivos.

El objetivo general fue: Determinar y cuantificar las pérdidas que se están produciendo por el transformador de 500 KVA, en el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución. Y se logró comprobar que si existe una incidencia de 3.11% y una pérdida económica de S/.164.571 soles que afecta la facturación de energía eléctrica.

4.2.2. Discusión de Resultados en Relación a la Comprobación de las Hipótesis.

A partir de los hallazgos encontrados, Se acepta la hipótesis general, y la hipótesis específica 1.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que el sobredimensionamiento del transformador de 500 KVA influye en costo de facturación Eléctrica de la empresa ELECTROCENTRO S.A. al SENATI CFP HUANCAYO, por tener pérdidas en el transformador que fueron determinadas por el protocolo de Pruebas de fabricación, con una incidencia de 3.11% y una pérdida económica de S/.164.571 en cada recibo de energía eléctrica.
2. Se concluye que el sobredimensionamiento del transformador de 500 KVA influye en costo de facturación Eléctrica de la empresa ELECTROCENTRO S.A. al SENATI CFP HUANCAYO, por tener pérdidas en el núcleo que fueron determinadas por el protocolo de pruebas de fabricación que realizó la prueba de en vacío, con una incidencia de 2.76 % y una pérdida económica de S/. 145.71 en cada recibo de energía eléctrica.
3. Se concluye que el sobredimensionamiento del transformador de 500 KVA no influye en costo de facturación Eléctrica de la empresa ELECTROCENTRO S.A. al SENATI CFP HUANCAYO, por tener pérdidas en el cobre que fueron determinadas por el protocolo de pruebas de fabricación que realizó la prueba de en corto circuito, con una incidencia relevante de 0.39% y una pérdida económica de S/. 20.6619 en cada recibo de energía eléctrica.
4. El sobre dimensionamiento del transformador de 500 KVA, no solo tiene un efecto en el costo de facturación sino también en el costo del proyecto. Ya que al sobredimensionar el transformador también se requiere sobredimensionar los componentes de la subestación (Conductor, Fusibles, Seccionadores, Llaves termomagnéticas, Tablero, Espacio de construcción, etc.)
5. El SENATI tiene crecimiento energético de anual de 14.86491 %, actualmente tiene un consumo máximo de 77.590 KVA, con una proyección a 20 años el transformador adecuado debería haber sido de 160 KVA.
6. Las pérdidas de un transformador siempre van a existir ya que se transforma energía, y ninguna máquina tiene eficiencia del 100 %, pero lo ideal es tener una máquina lo más eficiente, se consuma lo que requiere, y se pague lo adecuado.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que el SENATI Huancayo tenga un transformador de 160 KVA, para evitar pérdidas producidas por el sobre dimensionamiento del transformador de 500 KVA.
2. Se recomienda, que siempre que se vaya a construir una subestación eléctrica, hay que dimensionar con una proyección adecuada, ya que el sobredimensionar el transformador también se requiere sobredimensionar los componentes de la subestación (Conductor, Fusibles, Seccionadores, Llaves termomagnéticas, Tablero, Espacio de construcción, etc.) produciendo pérdidas económicas grandes.
3. Se recomienda, que siempre que se vaya a construir una subestación eléctrica, hay que dimensionar con una proyección adecuada, ya que el sobredimensionamiento produce pérdidas en la facturación eléctrica cuando ya está instalado.
4. Se recomienda si se quiere tener una distribución eléctrica eficiente se dimensione con una proyección adecuada.

REFERENCIAS

1. SENATI. *Inducción del Personal SENATI*. 2015.
2. SENATI. *PROYECTO: Sistema De Utilizacion En Media Tension 10kv, Trifásico Y Subestacion De Usoexclusivo De 500 Kva Para El Servicio Nacional De Adiestramiento En Trabajo Industrial - Senati Huancayo*. 2014.
3. YUPANQUI HURTADO, Joel. *Evaluación de las pérdidas en transformadores de distribución bajo condiciones de operación*. Universidad nacional del centro del Perú, 2016.
4. ZUÑIGA BUSTAMANTE, Jorge Bruno. *Cálculo de pérdidas en el diseño del núcleo de un transformador de distribución aplicando el método de los elementos finitos*. Universidad Nacional de San Agustín, 2016.
5. SANTANDER FLORES, Jackson and POZZO SILVA, Edmundo Armando. *Pérdidas de transformadores de distribución bajo condiciones de operación*. Universidad Nacional del Santa, 2011.
6. VEGA AVILA, Aline, GAMA APODACA, Elizabeth Stefanie and GARCÍA HERRERA, Ricardo. *Procedimiento de pruebas eléctricas y físico- químicas para la aceptación de transformadores de distribución en media tensión*. Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.
7. CHAVEZ, Jorge (SENATI). *MANUAL DE INSTALACIÓN Y ACOPLAMIENTO DE TRANSFORMADORES*. 2014.
8. GONZÁLES SOUBLETT, Edraz Urisaely. *Estudio de pérdidas de energía eléctrica en sistemas de distribución usuarios alto consumo ubicados en el casco central de Puerto La Cruz Estado Anzoátegui*. UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI, 2010.
9. VÁZQUEZ GRANDA, Paúl Marcelo. *Parametrización, control, determinación, y reducción de pérdidas de energía en base a la optimización en el montaje de*

estaciones de transformación en la provincia de morona santiago. UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2013.

10. SUMARRIVA MEDINA Esmar Liev, Joel. *Estudio de los costos de pérdidas de energía en transformadores de distribución sobredimensionadosn.* Universidad nacional de Ingeniería, 2009.
11. OSINERGMIN. Norma: Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final. . 2013.
12. HERNÁNDEZ MELÉNDREZ, Edelsys. *Cómo escribir una tesis Edelsys.* 2006.

ANEXOS

Tabla 14. Matriz de consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES-H	INDICADORES-V
P. GENERAL	O. GENERAL	H GENERAL	V-H-G	IND-V-H-G
¿Cómo determinar y cuantificar las pérdidas producidas por el transformador de 500 KVA, en el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución?	Determinar y cuantificar las pérdidas que se están produciendo por el transformador de 500 KVA, en el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución.	La determinación y cuantificación de las pérdidas que se producen por el transformador de 500 KVA, en el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en la sede de Huancayo, se alcanza con el protocolo de pruebas que se develará en la facturación del pago por energía eléctrica a ELECTROCENTRO por SENATI.	<p>(x) La aplicación del protocolo de Pruebas</p> <p>(Y1) la cuantificación de las pérdidas que se producen por el transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, que se</p> <p>(Y2):manifiesta en la facturación de energía eléctrica emitida por ELECTROCENTRO a la institución .</p>	<p>(X) ind- : Algoritmos de cálculos matemáticos para la aplicación del protocolo</p> <p>(Y1) Ind- Resultados de la aplicación del Algoritmos de cálculo matemáticos.</p> <p>(Y2) Ind: Resultados de los Algoritmos de cálculos matemáticos, traducidos a soles.</p>
P. ESPECÍFICOS	O. ESPECÍFICOS	H. ESPEC	V-H ESPEC	IND V-H ESPEC
PE-1 ¿Cómo determinar y cuantificar las pérdidas en el núcleo del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución?	OE-1 Determinar y cuantificar las pérdidas que se están produciendo en el núcleo del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación	HE-1: La determinación y cuantificación de las pérdidas que se están produciendo en el núcleo del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, se medirán mediante el protocolo de prueba, que aplicó la prueba en vacío, y se manifestará en la facturación de	<p>(X) Con el protocolo de prueba, que aplicó la prueba en vacío, cuantificar las pérdidas</p> <p>(Y1) que se están produciendo en el núcleo del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI,</p> <p>(Y2): se manifiestan, La facturación de energía eléctrica de</p>	<p>(X) ind: Algoritmos de cálculos matemáticos para la aplicación del protocolo</p> <p>(Y1) Ind: Resultados de la aplicación del Algoritmos de cálculos matemáticos aplicados al problema</p> <p>(Y2) Ind:</p>

	de energía a la institución.	energía a la institución	ELECTROCENTRO a la institución (Y2)	Resultados de la aplicación del Algoritmos de cálculos matemáticos aplicados al problema convertidos a soles.
PE-2 ¿Cómo determinar y cuantificar las pérdidas en el cobre del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución?	OE-2 Determinar y cuantificar las pérdidas producidas en el cobre del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, y sus efectos en la facturación de energía a la institución.	HE-2: La determinación y cuantificación de las pérdidas producidas en el cobre del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, se logra mediante el protocolo de prueba que aplicó la prueba en cortocircuito, y se manifestará en la facturación de energía eléctrica emitida por ELECTROCENTRO a la institución.	(X): Con el protocolo de prueba que aplicó la prueba en cortocircuito, se logra (Y1): cuantificar, las pérdidas producidas en el cobre del transformador de 500 KVA, por el sobredimensionamiento de su uso por SENATI, en su sede de Huancayo, que se revelan en, la (Y2) facturación de energía eléctrica emitida por ELECTROCENTRO a la institución	(X) Ind: Algoritmos de cálculos matemáticos para la aplicación del protocolo (Y1) Ind: Resultados de la aplicación del Algoritmos de cálculos matemáticos aplicados al problema (Y2) Ind: Resultados de la aplicación del Algoritmos de cálculos matemáticos aplicados al problema convertidos a soles.

Figura 14. Fotografía del transformador de la subestación SENATI

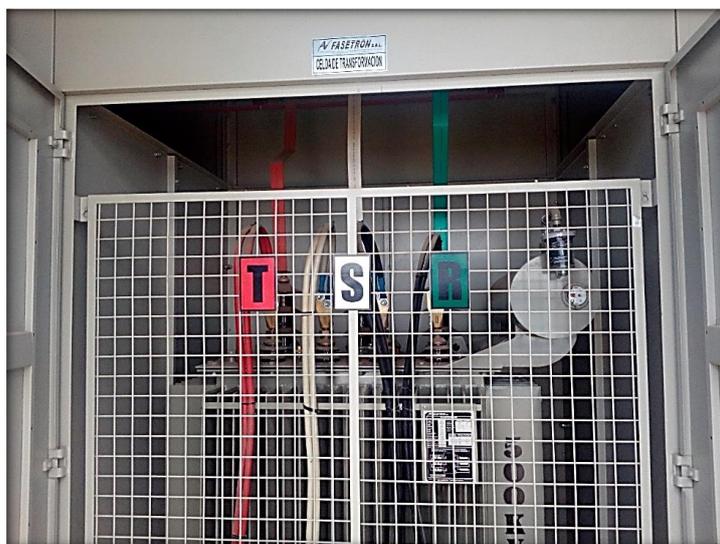


Figura 15. Fotografía de la placa de datos del transformador.

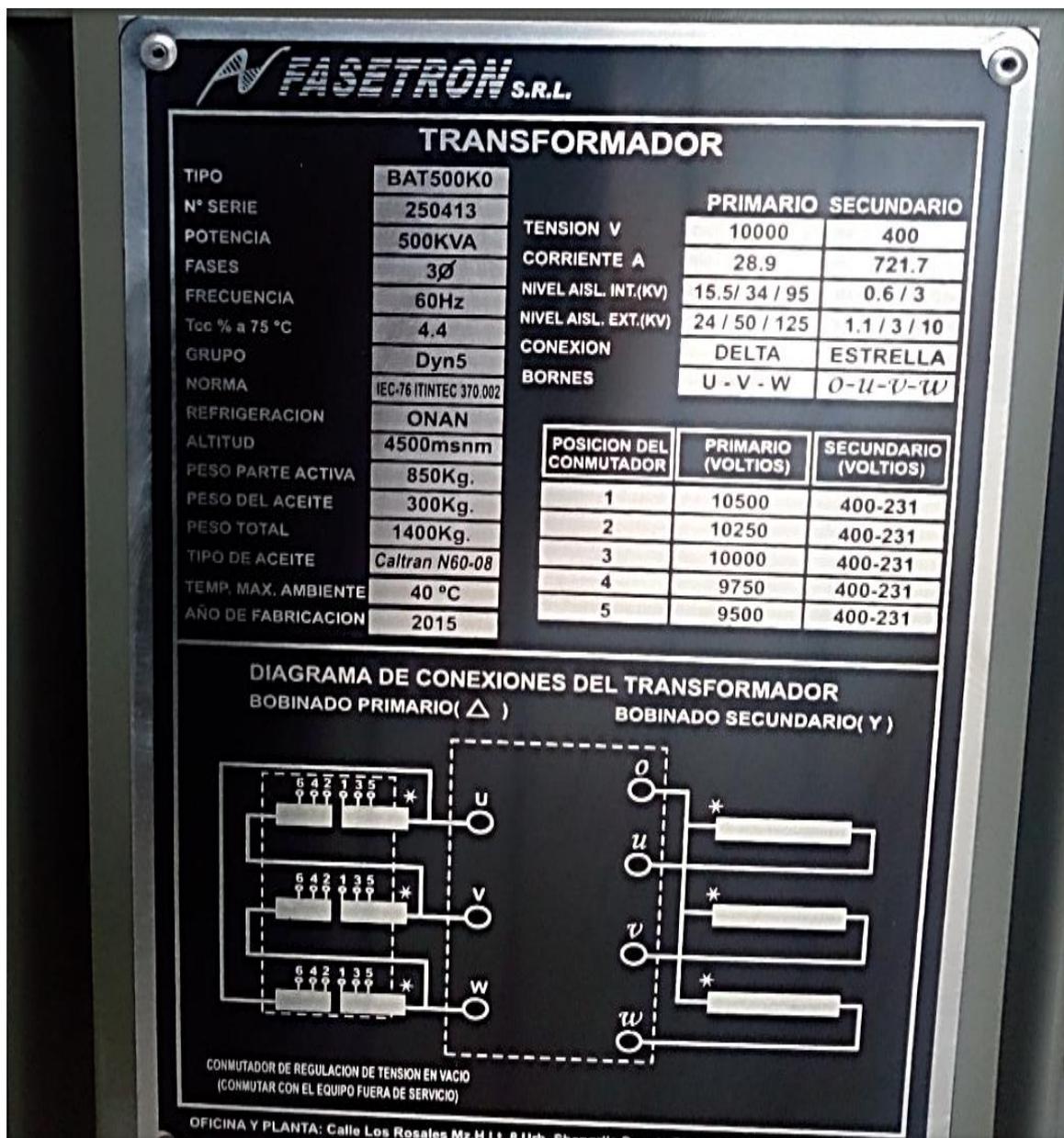


Figura 16. Datos Técnicos del transformador de 500KVA

	PROYECTO:	CONSULTOR:
	REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 10KV, TRIFASICO Y SUBESTACION DE USO EXCLUSIVO DE 500 KVA PARA EL SERVICIO NACIONAL DE ADIESTRAMIENTO EN TRABAJO INDUSTRIAL-SENATI HUANCAYO	ING° FIDEL R. MEDINA BAQUERIZO

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICOS**

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	DATOS GENERALES			
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAIS DE FABRICACION			
1.3	NUMERO DE ARROLLAMIENTOS		2	
1.4	ALTITUD DE INSTALACION	mssnm	3 200	
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERÍSTICAS			
2.1	FRECUENCIA NOMINAL	Hz	60	
2.2	POTENCIA NOMINAL ONAN	KVA	500	
2.3	ALTA TENSION NOMINAL EN VACIO	KV	10+- 2x2.5%	
2.4	BAJA TENSION NOMINAL EN VACIO	KV	0.400 - 0.230	
2.5	NIVEL DE AISLAMIENTO ALTA TENSION			
	- TENSION DE SOSTENIMIENTO AL IMPULSO 1.2/50 DEL AISLAMIENTO EXTERNO	KVp	150	
	- TENSION DE SOSTENIMIENTO AL IMPULSO 1.2/50 DEL AISLAMIENTO INTERNO	kVp	125	
	- TENSION DE SOSTENIMIENTO EXTERNA A LA FRECUENCIA INDUSTRIAL	Kv	50	
	- TENSION DE SOSTENIMIENTO INTERNA A LA FRECUENCIA INDUSTRIAL	kV	40	
	- NUMERO DE BORNES	U	3	
2.6	NIVEL DE AISLAMIENTO BAJA TENSION Y NEUTRO			
	- TENSION DE SOSTENIMIENTO A LA FRECUENCIA INDUST.	KV	2.5	
	- NUMERO DE BORNES	U	4	
2.7	GRUPO DE CONEXIÓN		Dvn5	
2.8	TENSION DE CORTO CIRCUITO A 75 °C	%	4.0	
2.9	PERDIDAS:			
	- EN VACIO CON TENSION NOMINAL Y FRECUENCIA EN TOMA CENTRAL	KW		
	- EN CORTOCIRCUITO CON CORRIENTE NOMINAL (A 75 °C) Y FRECUENCIA NOMINAL	KW		
	- PERDIDAS TOTALES	KW		
2.10	SOBRE ELEVACION DE TEMPERATURA LIMITE A MAXIMA POTENCIA (ONAN) Y A 40 °C DE TEMPERATURA AMBIENTE 4000 mssnm:			
	- EN ARROLLAMIENTO (métodos de resistencia)	OC	65	
	- EN EL ACEITE. PARTE SUPERIOR (medido con PASATAPAS DE ALTA TENSION (fase - tierra)	OC	60	
3.0	MASAS, DIMENSIONES Y ESQUEMAS			
	- MASA DE UNA UNIDAD	Ka		
	- MASA TOTAL DEL ACEITE	Ka		
	- MASA DE LA CAJA EMBALADA PARA TRANSPORTE	Ka		
	DIMENSIONES:			
	- DIMENSIONES EXTERIORES DEL TRANSFORMADOR	Mm		
	- ALTURA TOTAL	mm		
	- ANCHO TOTAL	%		
4.0	SOBRECARGA A UN FACTOR DE CARGA = 0.30			
5.0	LONGITUD MINIMA DE LA LINEA DE FUGA DEL AISLADOR PASATAPAS DE ALTA TENSION (fase - tierra)	mm	625	


 Fidel R. Medina Baquerizo
 Ingeniero Electricista
 CIP. 52574

Fuente: Expediente técnico del Proyecto

Figura 17. Protocolo de Pruebas del Transformador de Potencia de 500 KVA

	PROYECTO:	CONSULTOR:
	"REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 10KV, TRIFASICO Y SUBESTACION DE USO EXCLUSIVO DE 500 KVA PARA EL SERVICIO NACIONAL DE ADIESTRAMIENTO EN TRABAJO INDUSTRIAL-SENATI HUANCAYO"	ING° FIDEL R. MEDINA BAQUERIZO

PROTOCOLO DE PRUEBAS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 500 KVA

PROTOCOLO DE PRUEBAS DE TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION	FECHA: 16/08/2015
--	-------------------

CLIENTE: SENATI **OT:** HP
DATOS TECNICOS: **Aceite:** SI

POTENCIA:	500 KVA	FASES:	3Ø	MARCA:	FASE
V1:	10000 V.	FRECUENCIA:	60 HZ	TIPO:	BAT500K0
V2:	400-230 V.	CONEXIONADO	D-Y	Nro. SERIE:	250413
I1:	28.9 A.	GRUPO:	Dyn5	AÑO FABRIC:	2015
I2:	502.04 A.	ALTITUD:	3500 msnm	NORMA:	370.002

1. PRUEBA DE RELACION DE TRANSFORMACION:

Pos. Conmut	TENSIONES COMPARADAS		Relación Teórica	POLARIDAD: correcta			GRUPO: Dyn5	ERROR DE RELACION +/-
	V1	V2		U-N	V-N	W-N		
1	10500	400-231	26.250	W-U	U-V	V-W	0.5%	
2	10250	400-232	25.625				0.031	
3	10000	400-233	25.000				0.021	
4	9750	400-234	24.375				0.009	
5	9500	400-235	23.750				0.004	

2. MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS ARROLLAMIENTOS:

ARROLLAMIENTO DE BT				ARROLLAMIENTO DE AT:			
FASES	TENSION	INTENSIDAD	RESISTENCIA	FASES	TENSION	INTENSIDAD	RESISTENCIA
u-v	7.2 mv	100 mA	72.0 mΩ	U-N	630.0 mV	100 mA	630.0 Ω
v-w	7.2 mv	101 mA	72.0 mΩ	V-N	630.0 mV	100 mA	630.0 Ω
w-u	7.2 mv	102 mA	72.0 mΩ	W-N	630.0 mV	100 mA	630.0 Ω

3. MEDIDA DE LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE

NORMA	T amb. (°C)	KV	ACEITE
ASTM D1816	20	30	ELECTROLUBE AX

4. PRUEBA DE VACIO: Alimentado por lado de baja tension 230 voltios Frec : 60Hz

TENSION (Lectura) voltios			INTENSIDAD (Lectura) amperios			WATIMETRO (lectura)		Perdida en el nucleo
Fases	u-v	v-w	u	v	w	W1:	W2:	
Valor	400	400	400	3.45	4.38	4.23	1025 Watts	1025 Watts

5.- PRUEBA DE CORTO CIRCUITO: a 60 Hz. Alimentado por Alta tension

Posición del Conmutador	INTENSIDAD		TENSION		VATIMETRO			T amb (°C) 20	
	Lectura	Valor	Lectura	Valor	K=1			CKKTO.	
3	K=2.36	Amp	K=2.36	Volt	W1	W2	Wr	a 20°C	a 75°C
	5.35	12.6	380	896.8	1475	0	1475	7852 w	8190 w

6. MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO:				7. SOBRETENSION APLICADA				8. SOBRETENSION INDUCIDA			
a Frecuencia Industrial				a Doble Tension - Doble Frec.							
AT-M	3000	M-ohm,	5000VDC	AT-MT y M	50 KV,	T=60seg	TENSION:	460	Volt		
BT-M	2000	M-ohm,	2500VDC	BT-AT y M	3 KV,	T=60seg	FRECUENCIA:	120	Hz		
AT-BT	4000	M-ohm,	5000VDC	RESULTADO:	BIEN		T=60 seg./RESULTADO	BIEN			

Especificaciones Técnicas de Materiales 17

Fuente: Expediente técnico del proyecto "Reforzamiento del sistema de utilización en media tensión 10kv, trifásico y subestación de uso exclusivo de 500 KVA para el servicio nacional de adiestramiento en trabajo industrial- SENATI HUANCAYO"

Figura 18. Fotografía exterior de la subestación del SENATI CFP Huancayo



Fuente: propia

Figura 19. Fotografía interior de la sub estación de 500 KVA del SENATI CFP HUANCAYO



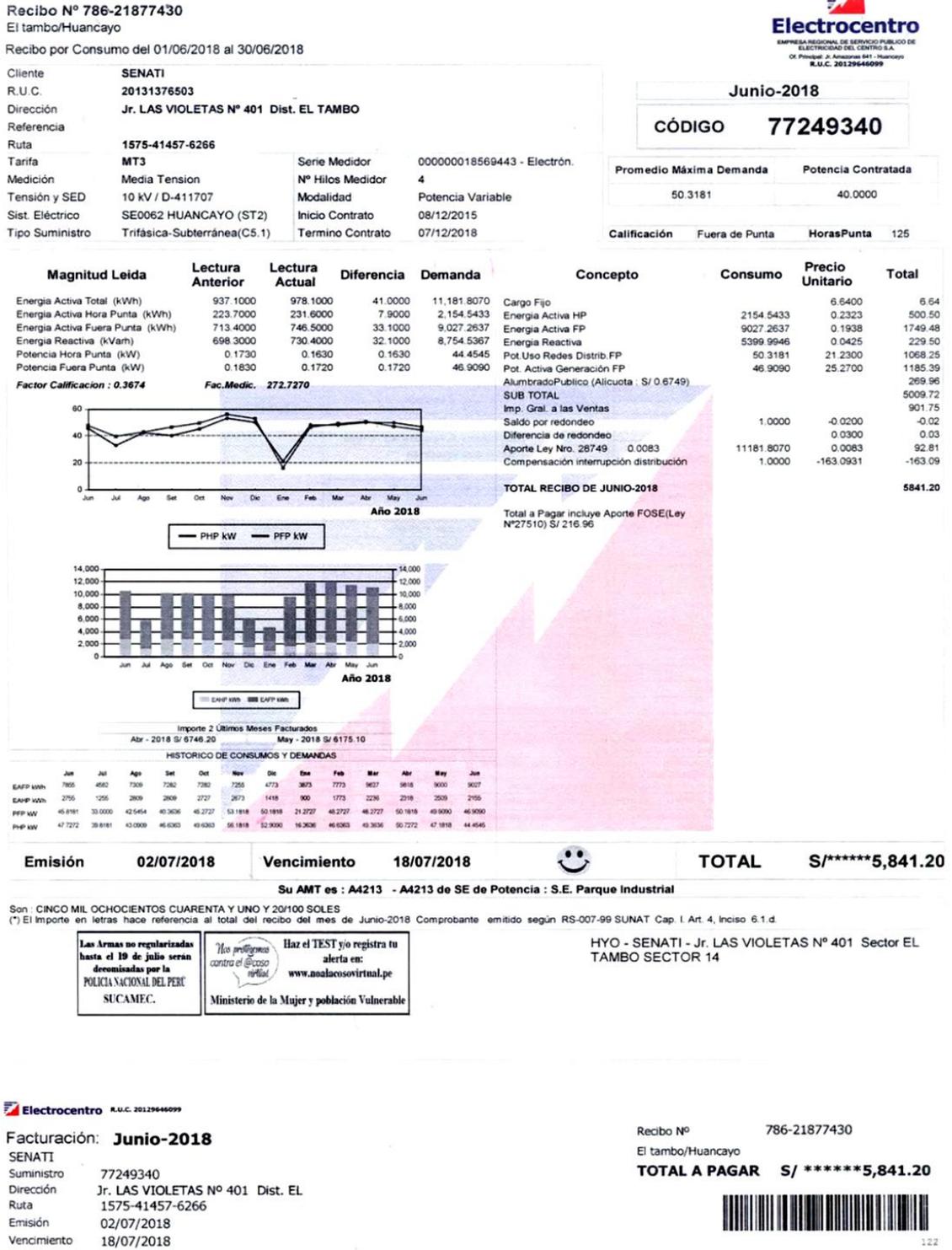
Fuente: propia

Figura 20. Fotografía del analizador de redes de la subestación de SENATI CFP Huancayo



Fuente: propia

Figura 21. Recibo de Energía Eléctrica de SENATI CFP HUANCAYO



Electrocentro R.U.C. 20129646099

Facturación: **Junio-2018**

SENATI
Suministro: **77249340**
Dirección: **Jr. LAS VIOLETAS N° 401 Dist. EL**
Ruta: **1575-41457-6266**
Emisión: **02/07/2018**
Vencimiento: **18/07/2018**

Recibo N° **786-21877430**
El tambo/Huancayo
TOTAL A PAGAR S/ ***5,841.20**

122

Fuente: Electrocentro SA